

Ueber die Deorganisation der Pflanzenzelle, insbesondere über die physiologische Bedeutung von Gummi und Harz

von

A. Wigand.

A. Gummi und verwandte Stoffe.

Unter den gummiartigen Substanzen im weiteren Sinne unterscheidet man bekanntlich 1) das Dextrin, aufgelöst im Zellsaft kräftig vegetirender Pflanzentheile, wesentlichen Bestandtheil des Bildungssaftes und Hauptfactor in dem Assimilationsprocesse; 2) diejenigen Gummi-Arten, welche sich entweder als Ausfüllung gewisser Zellen, z. B. der Schleim in den Orchisknollen, in der Wurzel von *Althaea officinalis*, oder als Bestandtheile der Zellwände des Gewebes (Algen) finden, oder ausserhalb der Zellen zwischen dem Pflanzengewebe als grössere Massen anhäufen, oder aus der Oberfläche in Form von Tropfen etc. hervordringen und erhärten. Unter den letztgenannten Gummi-Arten sind wieder zu unterscheiden: 1) das eigentliche Gummi, Arabin, in Wasser auflöslich und damit einen zähen, klebrigen Schleim gebend, z. B. das aus der Rinde gewisser *Acacia*-Arten hervorquellende Gummi arabicum, Gummi Senegal, Gummi Gedda, — und 2) das Bassorin, in Wasser nicht löslich, sondern nur zu einer nicht klebenden Gallert aufquellend, z. B. das aus gewissen *Astragalus*-Arten hervorquellende Traganthgummi. Das Kirsch- oder Pflaumengummi ist ein Gemisch von Arabin mit einem dem Bassorin ähn-

lichen, davon nur durch Löslichkeit in kochendem Wasser verschiedenen Stoff, dem Cerasin.

Früher nahm man allgemein an, dass die letztgenannten Gummata Secretionsproducte der Pflanze seien, aus den Zellen ausgeschieden und in eigenen Gängen abgelagert. In Uebereinstimmung damit wurden dieselben als ursprünglich flüssige, erst in der Folge erhärtende Stoffe betrachtet.

Hiergegen trat zuerst Kützing*) mit der Beobachtung auf, dass der Traganth nicht amorph und homogen sei, sondern unter dem Mikroskop aus lauter runden Zellen mit dicken geschichteten, innen mit einer dünnen Celluloseschicht bekleideten und mit Amylumkörnern erfüllten Wänden zusammengesetzt erscheine. In Beziehung auf den Ursprung und die Bedeutung erklärte jedoch Kützing diese Bildung unrichtiger Weise als einen selbständigen Organismus, nämlich für einen Pilz. Mohl**) bestätigte im Wesentlichen diese Structur des Traganth, wies aber zugleich den Ursprung desselben auf unzweifelhafte Weise in einer Aufquellung des dickwandigen Gewebes des Markes und der Markstrahlen bei den betreffenden Astragalus-Arten nach, indem die Zellmembranen dieses Gewebes eine von der Peripherie der einzelnen Zelle nach innen fortschreitende Deorganisation und gleichzeitig damit eine Umwandlung in Traganthgummi erleiden. Diese Ansicht wurde von Karsten***) und Schleiden†) bestätigt, und in der That kann man sich von der Richtigkeit derselben sehr leicht durch Beobachtung des Querschnittes des Stammes von *Astragalus verus* und verwandten, sowie des syrischen (Taf. V. 2.) und besonders des Smyrna- oder Blätter-Traganth (Taf. V. 1.) überzeugen. Der letztere zerfällt schon beim Aufweichen im Mund in lauter Körnchen, welche sich unter dem Mikroskop als Zellen mit stark verdickten und locker geschichteten Wänden ergeben, und durch Anwendung von Chlorzinkjod eine allmähliche Umwandlung des Zellstoffs in Bassorin erkennen lassen.

Für alle übrigen Gummi-Arten bestand bisher theils still-

*) Philosoph Bot. I. p. 203. Vermuthungsweise sprach schon de Candolle (Pflanzenphysiologie, übers. von Röper I, p. 142) aus, dass das Aufquellen des Traganth daher rühre, dass der Gummistoff hier noch in Zellen eingeschlossen sei.

**) Bot. Zeitung 1857, p. 33.

***) Bot. Zeitung 1857, p. 319.

†) Bot. Pharmakognosie p. 266.

schweigend, theils ausdrücklich die Ansicht fort, dass es homogene, erhärtete, durch Secretion entstandene Säfte seien.

Aus dem Folgenden wird hervorgehen, dass die von Mohl für den Traganth nachgewiesene Entstehungsweise eine viel allgemeinere, wenn nicht für sämtliche Gummi-Arten ausgedehnte Geltung hat.

Zunächst gelang mir diess sehr leicht für die übrigen aus Bassorin bestehenden Gummi-Arten nachzuweisen. Bei dem Gummi Bassora von unbekannter Abstammung*) lässt sich (Taf. V. 4.) die Zusammensetzung aus Zellen und der Schichtenbau der verdickten Zellenwände grossentheils ebenso deutlich erkennen wie bei dem Traganth; aber auch an denjenigen Stellen oder bei denjenigen Proben, wo die Masse keine Zellenumrisse wahrnehmen lässt, machen die in derselben eingebettet liegenden Haufen von Amylumkörnern, entsprechend denen, welche die Höhle der an anderen Stellen wahrnehmbaren Zellen erfüllen, die Bedeutung dieser homogenen Masse als aus aufgequollenen Zellwänden zusammengefloßen unzweifelhaft; denn angenommen, dieselbe sei im flüssigen Zustand aus gewissen Zellen secernirt, so würde das Vorkommen von Stärkmehl in der erwähnten Weise unerklärlich sein, da Stärkmehl sich weder ausserhalb einer lebendigen Zelle bilden, noch durch die Wand einer Zelle ausgeschieden werden kann. Sollte dasselbe aber nur ein zufälliger Einschluss sein und von zerstörten Zellen herrühren, so würde die Anordnung der Körner eine andere ein, und es müssten sich zugleich in dem Gummi Ueberreste der zerstörten Zellen eingeschlossen finden. Endlich glaube ich an solchen Stücken, welchen Theile der Rinde anhängen, einen Uebergang der homogenen Gummimasse in ein dickwandiges Rindengewebe zu erkennen. Bei Gummi Kutera**) zeigt sich an manchen Stellen eine undeutliche Anhäufung von rundlichen, aber nicht scharf begrenzten Zellen, an anderen Stellen sind die Zellen grösser, von deutlicher Dicke der Wand, aber nicht ringsum begrenzt, sondern nach gewissen Seiten unter ein-

*) Jedenfalls ist die übliche Annahme der *Acacia leucophloea* als Stammpflanze nicht richtig, indem weder der Stärkmehlgehalt noch die Form der Zellen dieser Gummi-Art im Entferntesten mit dem Gummi erzeugenden Gewebe der *Acacia*-Arten (s. unten) übereinstimmt.

**) Der vollständige Mangel an Amylum im Kuteragummi lässt mir die von den neuesten Pharmakognosten angenommene Identität mit dem Bassoragummi, welches stets Amylum einschliesst, sehr zweifelhaft erscheinen.

ander zusammenfliessend, an wieder anderen Stellen dagegen von scharfer Begrenzung. Auch hier geben anhängende Rindentheile Gelegenheit, einen allmählichen Uebergang des Gummi in das Rindengewebe zu beobachten. Das vom Stamme mancher Cacteen ausgesonderte Gummi habe ich nicht Gelegenheit zu untersuchen, indess deutet die Angabe von Schacht,*) dass ein häufig aus alten Zweigen von *Opuntia Ficus indica* abgesondertes, dem *Traganth* sehr ähnliches Gummi in der Regel noch Stärkmehlkörner enthalte, auch auf eine physiologische Uebereinstimmung mit dem *Traganth* hin.

Ungleich schwieriger ist die Nachweisung des Ursprungs für das Kirschgummi und das Gummi der *Amygdaleen* überhaupt, weil hier durchaus keine Structur zu erkennen ist, welche Aufschluss über das Verhältniss zur Zellenmembran geben könnte, wie denn auch der Bruch nicht wie beim *Traganth* und *Bassoragummi* opak, sondern glasartig erscheint. Es ist deshalb nöthig, die Entstehung dieses Gummis unmittelbar zu verfolgen, und zu diesem Zweck, da die Verhältnisse hier viel complicirter sind als beim *Traganth*, zunächst den normalen anatomischen Bau des Stammes von *Prunus avium*, soweit derselbe hier in Betracht kommt, zu beschreiben.

Das Holzgewebe besteht aus stark verdickten Holzzellen und Gefässen, welche theils vereinzelt, theils unregelmässig gruppirt durch die ganze Jahresschicht vertheilt sind, jedoch nach innen zu sowohl grösser, als auch reichlicher sind als nach aussen. Holzparenchym fehlt in der Regel ganz. Die Markstrahlen sind sechs Zellenlagen breit oder auch schmäler und 10—20 Zellenlagen hoch. Die Zellen sind rectangulär, radial gestreckt, derbwandig, porös, mit Amylum erfüllt und gerbstoffhaltig, die Wände werden wie die Holzzellen und Gefässe durch Salzsäure violett gefärbt. Die Markstrahlen des Holzes setzen sich ununterbrochen in die Rinde als weisse zähe Bänder fort, die Maschen zwischen den der Länge nach schlängelig verlaufenden Bastlamellen durchsetzend. Die Markstrahlen der Rinde unterscheiden sich von denen des Holzes dadurch, dass die Zellenwände weniger derbwandig sind, durch Salzsäure nicht violett gefärbt werden, und dass die Zellen nur wenig Amylum, dagegen reichlich Oel enthalten, auch ist der Gerbstoff derselben von dem des Holzes etwas verschieden, indem

*) Lehrbuch der Anatomie und Physiologie II. 558.

er durch Kali nicht so rein und lebhaft gelb gefärbt wird. — Den Holzbündeln entsprechen die Baststrahlen. Nach der Holzgrenze hin gehen dieselben ganz allmählich in den cambialen Zustand über, so dass kein nach aussen scharf begrenzter Cambiumring zu unterscheiden ist. In dieser cambialen Region besteht der Bast aus lauter gleichartigen polyedrischen, radial angeordneten, ziemlich derbwandigen Zellen (V. 12), mit körnig-trübem Inhalt und etwas Gerbstoff. Nach aussen differenciren sich diese Zellen allmählich in folgende verschiedene Zellenformen des fertigen Bastgewebes. Die Grundmasse der letzteren wird gebildet durch ein Prosenchym von eigenthümlichem Bau; bei dem grössten Theil der Cambiumzellen dehnt sich nämlich die Wand im Umfang so beträchtlich aus, dass sich dieselbe, in Ermangelung des Raumes, wellig faltet (V. 13. 14.) und hierdurch sowie durch die gleichzeitig erfolgende starke Verdickung wird die Zellenhöhle in dem Grade verengt, dass sie nur als ein schmaler, in der Regel sternförmig verzweigter oder labyrinthförmig gewundener Gang (V. 15.) oder als schlängelige Linie (V. 16.) erscheint. Indem nun die benachbarten Zellen mit ihren Aus- und Einbiegungen ineinandergreifen und aufs innigste verschmolzen sind, entsteht daraus eine scheinbar ganz homogene, bei genauerer Betrachtung von feinen, mehr oder weniger labyrinthartigen, nur schwierig als Zellenhöhlen zu erkennenden Linien durchzogene Masse, welche sich hornartig schneidet und auf dem Querschnitt dunkel, dicht und wachsglänzend erscheint. Dieses Gewebe, welches, so viel mir bekannt ist, von den Anatomen sonst nicht beachtet, wenigstens nicht hervorgehoben worden ist, obgleich es als Bestandtheil des Bastes weit verbreitet zu sein scheint,*) werde ich vorläufig wegen seiner Consistenz Hornprosenchym oder Hornbast nennen.

*) Der Hornbast findet sich vorzugsweise bei den glattbrüchigen Rinden und bildet hier zum Theil ausschliesslich das Gewebe der Bastschicht, ohne dass eigentliche Bastzellen vorhanden sind, z. B. *Canella alba*, Wurzelrinde von *Punica Granatum* (während die Stengelrinde auch Bastzellen enthält), *Guajacum officinale* (die zugleich vorkommenden kurzen dicken, mit Porenkanälen versehenen Bastzellen sind wohl eher als Steinzellen zu betrachten), *Galipea officinalis* (Cort. *Angusturae* gen.), *Nectandra Rodiaei* (Cort. *Bebeeru*, Bast aus Hornprosenchym und Steinzellen, ohne Bastzellen), *Abies excelsa* (der Hornbast aus bandförmigen, in der Richtung des Radius flach gedrückten Zellen mit wellig gebogenen Rinden bildet peripherische Schichten). — Beispiele von Pflanzen, bei denen in dem Bast Hornprosenchym und Bastzellen zugleich vorkommen: *Rhamnus Frangula* (Bastzellen in Bündeln, in der älteren Rinde besteht

In dieser Grundmasse (V. 10. 11. h.) gleichsam eingebettet liegen die eigentlichen Bastzellen (V. 10. 11. b.), von gewöhnlichem Bau, theils vereinzelt, theils unregelmässig gruppirt; besonders bei jüngeren Rinden liegen grössere Gruppen von Bastzellen in bestimmten Entfernungen von aussen nach innen, wodurch in der ganzen Rinde periphere Zonen entstehen. Ausserdem enthalten die Baststrahlen andere cylindrische stark verdickte Zellen von ungleich stärkerem Durchmesser, mit abgerundeten Enden, unregelmässig gekrümmt, oft knieförmig gebogen, deshalb theils vertical, theils horizontal gerichtet, zum Theil selbst verzweigt, theils im Hornbast, theils auf der Grenze zwischen Bast- und Markstrahlen oder innerhalb der Markstrahlen (V. 11. b'). Man würde nach den angeführten Eigenschaften geneigt sein, diesen Prosenchymzellen eine von den Bastzellen verschiedene Bedeutung, etwa die der Steinzellen, beizulegen, wenn nicht andererseits der Unterschied von den Bastzellen durch mancherlei Uebergänge verwischt würde. Endlich finden sich in den Baststrahlen, namentlich in den breiteren, rundliche, ziemlich dünnwandige Zellen, dem Inhalte nach ziemlich mit den Markstrahlencellen übereinstimmend (V. 11. p.). Diese Bastparenchymzellen liegen in den Baststrahlen theils unregelmässig zerstreut, theils in wurmförmig gebogenen Reihen angeordnet, das dichte Gewebe der Baststrahlen in der Richtung von innen nach aussen durchziehend, während sie in schmaleren Baststrahlen oft ganz fehlen. Auch treten solche Zellen seitlich aus den Markstrahlen hervor. In chemischer Beziehung stimmen dieselben mit den Markstrahlencellen überein, indem sie Stärkmehl, Oel und Gerbstoff enthalten; der Hornbast und die Bastzellen sind ebenfalls etwas gerbstoffhaltig, letztere werden wie die Holzzellen durch Salzsäure violett, im Hornbast zeigt sich diese Reaction nicht oder nur ausnahmsweise*). Auch besteht letzterer, abgesehen von dem geringen Gerbstoffgehalt, aus fast reinem Zellstoff, während die Bastzellen verholzt sind. Zwischen den Bast-

die innerste Schicht nur aus Hornbast), *Croton Eluteria* (Cort. *Cascarillae*), *Strychnos nux vomica* (Cort. *Angusturae* spur.), *Fagus silvatica* (der Hornbast die einzelnen Bastzellen umgebend), *Stryphnodendron Barbatimao* Mart. (Cort. *adstringens*, der Hornbast in der Bastseicht unregelmässig vertheilt, ohne bestimmte Beziehung zu den Bastzellen), *Acacia*, *Hendelotia africana*, *Ferula Asa foetida*, die Stammpflanze des Copal, *Hedera Helix* u. a.

*) Ein vortreffliches Mittel, die Vertheilung der Bastzellen leicht und bestimmt wahrzunehmen.

und den Markstrahlen liegen isolirte Krystalldrüsen (V. 11. x.). Durch die angegebenen Verhältnisse besitzt die Bastschicht einen sehr deutlich strahligen, und indem sich Bast- und Markstrahlen leicht von einander ablösen, einen strahlig-blättrigen Bau (V. 8. 9.); jedoch verlaufen die Strahlen keineswegs geradlinig, sondern schlängelig, und weichen überdiess auch in ihrer Gesamt-richtung bei älteren Rinden stets von dem Radius abwechselnd nach der einen und nach der anderen Seite ab, dadurch parallele Zickzacklinien darstellend. Nach aussen lösen sich die Baststrahlen in die Parenchymschicht auf, der Hornbast bildet nur zerstreute Massen, die Bastzellen liegen nicht immer in denselben, sondern zwischen dem Parenchym zerstreut.

Was die Korkbildung betrifft, so sind zwei Formen zu unterscheiden: 1) das pergamentartige Periderma, von fester und dichter Beschaffenheit, hornartig zu schneiden, auf dem Schnitt dunkel und glänzend, mit undeutlichem Zellenbau, aus sehr flach gedrückten, tafelförmigen, dickwandigen Zellen, welche in der Richtung der Peripherie (VII. 3. A.) sehr lang, etwa dreimal so lang als in der Richtung der Höhe (B) gestreckt sind, und besonders auf dem radialen Längsschnitt einen wellenförmigen Lauf zeigen. Dieses Periderma bildet dicke peripherische Schichten in dem Umfang der Rinde, welche die Oberfläche eben machen und sich in langen zähen Bändern ablösen; dadurch, dass einzelne dieser Schichten sich unter einem Winkel von dem concentrischen Periderma abzweigen und sich durch die Rinde hindurch verzweigen, werden die äusseren Theile der letzteren als todte Borke von der lebendigen Rinde abgeschnitten. 2) Das häutige Periderma, als zarte weisse Linien erscheinend, aus dünnwandigen, genau hintereinander liegenden tafelförmigen Zellen bestehend, tritt mehr im Innern der Rinde und mehr unregelmässig auf, hier und da abgestorbene Gewebspartieen von der lebendigen Rinde trennend.

Innerhalb des so beschaffenen Stammes von *Prunus avium* findet nun die Bildung des Gummi, je nachdem das eine oder das andere Gewebe dabei theilhaftig ist, in sehr mannigfacher Weise statt. Es lassen sich in dieser Beziehung, soweit meine Beobachtungen reichen, folgende Formen der Gummi-Erzeugung unterscheiden:

1. Das Gummi entsteht unter gewissen Umständen durch Deorganisation der Gefässwandungen. In manchen Partieen des Holzes erscheinen auf dem Querschnitt alle oder ein grosser

Theil der Gefässe mit einer gelben homogenen Gummimasse erfüllt; bei manchen Gefässen bildet jedoch das Gummi nur eine mehr oder weniger dicke, gleichmässige, scharf begrenzte, hier und da von Porenkanälen durchbrochene Wand. Dass es hier die Membran der Gefässe selbst ist, durch deren Aufquellung und chemische Umwandlung das Gummi entsteht, wird dadurch bestätigt, dass jene die Gefässhöhle ganz oder zum Theil ausfüllende Gummimasse jene Eigenschaft der unveränderten Gefässwand, durch Salzsäure violett gefärbt zu werden, mehr oder weniger deutlich beibehält. Unzweifelhaft wird diese Ansicht durch die auf dem Längsschnitte wahrnehmbaren Uebergänge. Bald ist nämlich die noch mit ihrer eigenthümlichen Configuration (theils sind es Tüpfel, theils feine Ringe, theils beide Zeichnungen mit einander verbunden) vollständig versehene Gefässwand gelb gefärbt wie das Gummi, — bald zeigen sich auf dem die Gefässhöhle ausfüllenden Gummi-Cylinder nur noch stellenweise die Spuren der Tüpfel oder der Ringe, — bald und zwar am häufigsten ist die Zeichnung auf dem Gummi-Cylinder gänzlich verschwunden; und zwar lassen sich diese Fälle oft an einem und demselben Gefäss in allmählichen Uebergängen beobachten. Indem durch diese Umstände die etwaige Annahme, dass das Gummi aus den umgebenden Zellen ausgesondert und in die Gefässe ergossen sei, bestimmt ausgeschlossen wird, bleibt vielmehr als die einzig mögliche Erklärung eine Umwandlung der Gefässwand selbst in Gummi übrig.

2. Allen übrigen Formen, unter welchen Gummi innerhalb des Holzkörpers erzeugt wird, liegt eine gemeinsame Erscheinung, nämlich ein abnormes Auftreten von Holzparenchym an gewissen Stellen zu Grunde.

a. Zunächst finden sich mitunter im Holz Gummihöhlen, grösser als die vorigen, aber doch noch so klein, dass sie dem blossen Auge nur als braune glänzende Punkte erscheinen. Sie nehmen stets den Raum zwischen je zwei Markstrahlen ein, und zwar liegt zwischen je zwei Jahresgrenzen in der Regel eine solche Gummihöhle, bald mehr an der inneren Grenze der Jahresschicht, bald mehr in der Mitte derselben, bald mehr nach aussen; zuweilen liegen zwei, seltener drei derselben hinter einander, und da sich dieselbe Erscheinung in den benachbarten Holzstrahlen wiederholt, so bilden diese Gummibehälter in der betreffenden Jahresschicht je 1—3 concentrische, sich über einen mehr oder weniger grossen Theil des Umfangs erstreckende Reihen von Punkten. Es

ist eine abnorme Bildung, welche besonders in solchen Jahres-schichten, welche in Folge einer Zerstörung des Cambiums unvollständig sind, und zwar hier nur in einer gewissen Nähe der Ueberwallungsränder, d. h. so weit sich vor der Ueberwallung die entblösste Oberfläche des Holzkörpers oder der Einfluss der abgestorbenen Rinde und der Athmosphäre auf die Cambiumschicht erstreckte, auftritt (VII. 2.); wo ich diese Gummibildung bei ungestörtem Wachsthum in ringsumlaufenden Ringen beobachtete, da waren es ältere bereits im Absterben begriffene Bäume und hier stets nur in den äussersten Jahresringen. Die physiologische Bedeutung dieser Gummibehälter ist nun folgende. Während dem Holz der Süsskirsche das Holzparenchym in der Regel fehlt, tritt dasselbe mitunter als abnorme Bildung, nämlich unter den eben angegebenen Umständen in Gestalt von Strängen auf, welche an den oben bezeichneten Stellen das normale Holzgewebe, gleichsam durch eine Umwandlung des letzteren, ersetzen; dieselben nehmen die ganze Breite zwischen je zwei Markstrahlen ein, zeigen auf dem Querschnitt einen quadratischen oder rundlichen Umriss und durchsetzen den Holzkörper mehr oder weniger weit in der Länge. Die Zellen dieses Holzparenchyms (V. 7 p.) stimmen im Allgemeinen mit denen der Markstrahlen überein, sie sind wie diese derbwandig und porös, mit Amylum erfüllt, jedoch gerbstofffrei, und unterscheiden sich namentlich von den radial gestreckten Markstrahlzellen durch ihre kubische oder etwas tafelförmige Gestalt; von den Holzzellen (V. 7.), mit denen sie auf dem Querschnitt ähnlich sind, unterscheiden sie sich; abgesehen von der Fadenform der ersteren, durch weniger verdickte Wände, durch den Gehalt an Stärkmehl und namentlich durch ihre Anordnung, indem sie nicht wie jene unregelmässig, sondern in strahlenförmig nach dem Mittelpunkt der ganzen Gruppe gerichteten Reihen hintereinander stehen. Endlich zeichnen sie sich sowohl von den Markstrahlen, als von den Holzzellen durch eine viel intensivere violette Färbung bei der Behandlung mit Salzsäure aus. Der mittlere Raum je einer solchen Partie von Holzparenchym wird nun ausgefüllt durch eine mehr oder weniger flüssige Gummi-Masse (V. 7. g.), welche sich jedoch nicht der ganzen Länge nach durch den Strang erstreckt, sondern von Strecke zu Strecke durch Holzparenchym unterbrochen ist, so dass auf dem Längsschnitt (V. 6.) eine Reihe von rundlichen oder länglichen Gummihöhlen über einander liegen. Dass dieses Gummi nicht etwa durch Aussonderung aus den um-

gebenden Parenchymzellen, vielmehr durch Auflösung der letzteren selbst entstanden ist, wird durch die mancherlei Uebergangsbildungen, welche man theils an den peripherischen, theils an den hier und da isolirt in der Gummimasse eingeschlossenen Zellen des Holzparenchyms beobachten kann. ausser Zweifel gesetzt. Es zeigt sich diess theils durch eine von aussen nach innen fortschreitende Auflockerung und Auflösung der Zellenwand, theils an den Spuren der Schichtenbildung und den Poren, welche sich hier und da noch in der übrigens bereits fast ganz homogenen Gummimasse erkennen lassen. Auch deutet die intensiv violette Färbung der letzteren durch Salzsäure auf die Entstehung durch blosse Deorganisation der durch dieselbe Reaction ausgezeichneten Zellwände. Zugleich ist zu bemerken, dass an dieser Umwandlung in Gummi auch die in jenen Zellen enthaltenen Amylumkörner Theil nehmen.

b. Ausnahmsweise kommt es vor, dass in einem der Holzbündel einer Jahresschicht jene Bildung von Holzparenchym auf Kosten sämtlicher Holzzellen und Gefässe in der Art überhand nimmt, dass dasselbe nicht nur ausschliesslich aus solchem Gewebe besteht, sondern auch zugleich sich noch bedeutend verdickt und verlängert, so dass dieses parenchymatische Holzbündel, als ein breiter Keil sich aus der Holzschicht hervordrängend, mit abgerundetem Ende in die Rinde hineinragt, von derselben durch eine scharfe Cambiumlinie abgegrenzt (VI. 5. p'). In dieser grösseren Anhäufung hat das Holzparenchym ein mattes weisses Ansehen und ein steiniges Gefüge. Die Zellen haben dieselbe Bildung wie bei a), nur dass sie nicht so regelmässig reihenartig angeordnet sind, werden aber wie dort durch Salzsäure intensiv violett gefärbt. Inmitten dieses Gewebes sind wie in den benachbarten Holzbündeln zwei Gummidrusen, aber verhältnismässig grösser, und, indem eine derselben den äusseren verdickten Theil des steinigen Keils einnimmt, aus den beiden concentrischen Reihen der übrigen Gummidrusen heraustretend.

c. Ferner treten im Holzkörper des Kirschbaums zuweilen einzelne grössere, ganz unregelmässig gestellte Drusen von Gummi auf. Auch hier beruht die Erzeugung des letzteren nicht auf einer Absonderung aus gewissen Zellen, sondern auf einer Verflüssigung und chemischen Umwandlung von Zellgewebe und zwar desselben steinigen Holzparenchyms wie in den beiden vorigen Fällen. Hier hat jedoch dasselbe eine noch grössere Ausdehnung

erfahren, indem es nicht bloss auf ein einzelnes Holzbündel beschränkt ist, sondern, auch die Markstrahlen verdrängend, sich über einen grösseren Theil des Umfangs einer Holzschicht erstreckt; und zwar fassen wir zunächst den Fall ins Auge, wo die Holzschicht nicht ihrer ganzen Dicke nach, sondern in der Weise sich in Holzparenchym verwandelt hat, dass sowohl nach innen als nach aussen eine Lage normalen Holzgewebes stehen bleibt und sich in die übrige Holzschicht fortsetzt. So ist es z. B. bei einer innerhalb der äussersten Jahresschicht sich etwa 1" weit in der Richtung der Peripherie erstreckenden Gummidruse (VI. 1. p p' g", 13. g"). Auch hier hat die eingebettete Masse von Gummi, resp. Holzparenchym in radialer Richtung eine grössere Ausdehnung, als das durch sie verdrängte normale Holzgewebe; dadurch wird eine bedeutende Ausweitung der äusseren Grenze der Jahresschicht bewirkt. Schon diese Erscheinung allein genügt, die Erzeugung der eingeschlossenen Gummimasse in Folge einer nachträglichen Ausscheidung und Anhäufung innerhalb des Holzgewebes als unmöglich zu beweisen, indem die Ausbiegung der äussersten Holzlagen nicht etwa durch den Druck einer im Innern auftretenden Masse, sondern nur dadurch erklärlich wird, dass diese Masse bereits im Innern der Cambiumschicht entstanden ist, und dass sich aus dem ausserhalb jener Anschwellung befindlichen Cambium das normale Holzgewebe gebildet und während der Bildung den Verlauf angenommen hat, welcher ihr durch die von ihr bedeckte secundäre Massenbildung vorgezeichnet wurde. Im Einzelnen zeigt sich nun Folgendes. Die äusserste Jahresschicht (h) beginnt mit einer dünnen Lage von Holz mit Markstrahlen, zwischen denen je eine solche Gummihöhle, wie unter 2, a) beschrieben wurde, das Holzparenchym verdrängt; unmittelbar an diese Schicht grenzt fast ohne Uebergang eine Lage von vollkommen structurlosem braunem Gummi (VI. 1, g"; 13, g'), nach aussen geht dieses allmählich in das steinige Holzparenchym p', p über; der Uebergang des letzteren in die weiter nach aussen folgende normale Holzschicht geschieht in der Weise (VI. 2.), dass sich das Steinparenchym gleichsam in eine Reihe von Markstrahlen (rm) zertheilt, welche, nach aussen sich keilförmig vorschiebend, spitzbogenförmige Zwischenräume bilden, die durch die eigentlichen Holzplatten (h h) eingenommen werden. Das steinige Holzparenchym (p) besteht aus derbwandigen porösen Zellen, welche im Allgemeinen kubisch sind und in radialen Reihen hinter einander liegen, nur in der Nähe der Holz-

schicht sind die Zellen (2, 4, pe) unregelmässig polyedrisch und nicht strahlig geordnet. Eine scharfe Grenze bei x trennt dieses Gewebe in eine äussere farblose, aber durch Salzsäure intensiv violett gefärbte (pi) und in eine innere braune Schicht (p') ohne jene Reaction. Die Zellen dieses Gewebes sind reich an Gerbstoff, während die der Markstrahlen arm daran sind (also umgekehrt wie in dem Falle 2a); beide Gewebe enthalten reichlich Amylum, welches jedoch nach innen in der Schicht p' zum Theil verschwindet. Dass nun die Gummimasse g wirklich durch eine Umwandlung des Steinparenchyms entsteht, erkennt man an dem allmählichen Uebergang des letzteren in die erstere, welcher sich in dem Aufquellen und allmählichen Zerfliessen der einzelnen Zellenwände in die Substanz des Gummis, sowie in den bei letzterer an der Grenze wahrnehmbaren zarten Zellenumrissen, feinem Schichtenbau oder Andeutungen von Poren als Spuren eines ursprünglichen zelligen Baues ausspricht (VI. 4., g.). Aber nicht bloss in der Schicht p', sondern auch innerhalb der Schicht pi lösen sich hier und da Zellengruppen in Gummi auf. Wie die Zellenwände, so quellen auch die Stärkmehlkörner auf und erleiden zugleich mit dem Zellstoff die Umwandlung in Gummi.

d. Endlich kann dem Auftreten grösserer mit Gummi erfüllter Räume im Holz die Erscheinung zu Grunde liegen, dass die Cambiumschicht sich bei der Anlegung einer gewissen Holzschicht nicht nur in einer gewissen Ausdehnung in peripherischer Richtung, d. h. über mehrere Holzbündel, sondern auch ihrer ganzen Dicke nach in das gummierzeugende Gewebe verwandelt; alsdann ist natürlich das Dickenwachsthum des Holzkörpers an dieser Stelle auch für die Folge unterbrochen, die Wände der nachfolgenden Holzschichten verschliessen die Wunde nur unvollständig, man findet alsdann tief im Innern des Holzkörpers eine Gummimasse, welche (falls nicht etwa, was ich kein Mal wahrgenommen habe, später eine wirkliche Ueberwallung erfolgt) nach aussen durch einen Kanal, der mit abgestorbenen oder ebenfalls in Gummi verwandelten Rindentheilen ausgefüllt ist, gegen die Oberfläche des Stammes offen liegt.

3. Jenes Steinparenchym, welches, wie wir oben sahen, fast überall, wo im Holzkörper Gummi auftritt, für die Erzeugung des letzteren durch Verflüssigung der Zellenwände das Material liefert, erscheint aber auch hier und da in der Rinde, und spielt hier

dieselbe Rolle bei der Gummibildung wie im Holz. Es lassen sich, was die Beziehung dieses Gewebes zum Holzkörper betrifft, wieder folgende Formen des Auftretens unterscheiden.

a. In dem oben (Nr. 2 b) beschriebenen Falle (VI. 5.), wo eins der Holzbündel der äussersten Jahresschicht, in Holzparenchym (p') umgewandelt, sich keilförmig nach aussen hervordrängt, liegt diesem Keile innerhalb der Rinde eine Masse (p) desselben Gewebes unmittelbar an, von demselben jedoch durch eine scharfe Linie, der Fortsetzung der Holzgrenze, getrennt. Diese Masse löst sich nun, nicht wie das Holzparenchym, von innen nach aussen, und dadurch eine centrale Gummihöhle bildend, sondern an ihrer freien Oberfläche, d. h. seitlich und nach aussen, in Gummi auf, wie man dies an den einzelnen Zellen der Peripherie, deren Wände aufquellen und in die formlose Gummimasse zerfliessen, deutlich erkennt. In der letzteren bemerkt man noch hier und da die zarten kugeligen Umrisse der Zellen (VI. 7.), einzelne der in der Auflösung begriffenen Zellen liegen isolirt in dem formlosen Gummi eingebettet.

b. In anderen Fällen steht das Steinparenchym in einem continuirlichen Zusammenhange mit dem Holzkörper und zwar vermittelt eines der Markstrahlen (IV. grn) der äussersten Holzschicht, welcher sich schon in der Zone des Cambiums (c) nach aussen keilförmig verbreitert und in ein Gewebe aus strahlenförmig angeordneten Parenchymzellen p' übergeht; dieses erweitert sich nach aussen noch mehr, wobei die Zellen mehr rundlich und derbwandiger werden, auch ihre radiale Anordnung verlieren (p), dieselbe aber weiter nach aussen (p') wieder annehmen, und erscheint so als eine steinige, in die Rinde hineinragende Platte, welche an ihrer Oberfläche in die umgebende Gummimasse zerfliesst. Während in diesem Falle die Holzgrenze gleichmässig verläuft, kommt es auch vor, dass jene Steinparenchymmasse sich gleichsam von aussen in den Holzkörper hineindrängt, indem die äusserste Holzschicht beiderseits sich nach innen zieht, also umgekehrt wie bei der Erscheinung Nr. 2. b), wo der aus dem Holz hervordringende Keil die übrige Holzschicht eine Strecke weit mit sich nach aussen schiebt. Vor Allem unterscheiden sich die oben angeführten Fälle von jenem (Nr. 2. b) dadurch wesentlich, dass das Steinparenchym hier gleichsam eine Fortsetzung und Umbildung eines Markstrahls und von demselben nicht durch die Cambiallinie

getrennt ist, während dort das betreffende Gewebe in der Rinde mit einem Holzbündel correspondirt und demgemäss durch die Holzgrenze getrennt ist. — In Beziehung auf den betreffenden Theil des Cambiums, aus welchem das gummierzeugende Parenchym hervorgeht, haben wir bis jetzt folgende Fälle unterschieden: 1) vom Holzcambium eine innere Partie, so dass sich die äussere Partie als normales Holz ausbildet, 2) das Holzcambium seiner ganzen Dicke nach, 3) das ganze Rindencambium, 4) sowohl das Holz- als das Rindencambium. — Zwischen dem genannten Parenchym, insofern es dem Gebiete des Holzkörpers oder dem der Rinde angehört, ist bei aller sonstigen Uebereinstimmung noch folgender chemischer Unterschied bemerkenswerth. Das Parenchym, soweit es dem Holzkörper angehört, wird durch Salzsäure intensiv violett gefärbt, dagegen, soweit es der Rinde angehört, findet diese Reaction nicht oder nur an einzelnen Stellen in schwachem Grade statt, und zwar ist dieses verschiedene Verhalten durch eine ganz scharfe Grenze bezeichnet. Damit hängt wahrscheinlich auch der Umstand zusammen, dass das aus dem Holzparenchym entstehende Gummi stets mehr oder weniger braun gefärbt, das aus dem Rindensteinparenchym entstandene Gummi farblos ist.

c. Nahe am Fuss des Stammes beobachtete ich im inneren Theil der Bastschicht, aber stets in einiger Entfernung vom Cambium, zahlreiche einzelne kugelige steinige Körner von der Grösse eines Stecknadelknopfes oder kleiner eingelagert, und zwar sind dieselben, wie es scheint, als locale Auftreibungen und eigenthümliche Umwandlungen der Baststrahlen zu betrachten. Ausser einer dünnen peripherischen Schicht von parenchymatischem Bau (einer Art Rinde), welche mit dem Gewebe der Markstrahlen in Zusammenhang steht, besteht die Hauptmasse derselben aus tafelförmigen Zellen mit ziemlich weiter Höhle und derber poröser Wand, welche in radialen Reihen hinter einander und in peripherischen Reihen neben einander liegen, so dass der Kern der Flügel einen strahligen und zugleich concentrischen Bau hat; nach innen zu gehen diese tafelförmigen Zellen in die mehr kubische Form über und bilden dadurch ein ziemlich scharf begrenztes Mark. Die ersteren scheinen gleichbedeutend zu sein mit dem oben betrachteten Steinparenchym des Holzes und der Rinde. Durch Salzsäure werden die Wände derselben intensiv violett, weniger deutlich die des Marks, gar nicht die der rindenartigen Schicht. Hier und

da bilden sich in diesem Gewebe durch Auflösung der Zellen kleine Höhlen mit Gummi, welches durch Salzsäure noch intensiver gefärbt wird als die Zellen, woraus es entstanden ist. — Einzelne dieser Concretionen zeigen einen complicirten Bau. Es sind cylindrische Körper, etwa 1^{'''} dick, nach oben mit einer Andeutung von Verzweigung in Form von stumpfen, fiederartig gestellten Höckern; die Längserstreckung habe ich nach unten nicht verfolgen können. Auf dem Querschnitt (VII. 1.) unterscheidet sich davon eine scharf abgegrenzte Rinde (r) aus derbwandigen dünn-tafelförmigen, aber nicht radial geordneten Zellen, durchsetzt von sehr breiten Markstrahlen (rm); der Kern (h) besteht ebenfalls zum grossen Theil aus breiten Markstrahlen, dazwischen ein Holzgewebe aus Holzzellen und Gefässen, in mehreren Jahreschichten. Diese Holzbündel haben einen stark-bogenförmigen Verlauf und bilden dadurch auf dem tangentialen Längsschnitt ein Netz mit fast kreisrunden, von den Markstrahlen durchbrochenen Maschen. Stellenweise ist dieses Holzgewebe durch ein Parenchym von derselben Beschaffenheit wie das jener kugeligen Körner ersetzt, durch dessen Auflösung ebenfalls hier und da Gummidrusen entstehen. Ebenso grenzt sich in der Mitte ein längliches Mark aus mehr cubischen Zellen ab. Auch hier zeigt das Holzparenchym durch Salzsäure eine stark-, Holzzellen, Markstrahlen und Mark eine schwächer-violette Färbung, die Rinde bleibt farblos. — Beide Formen dieser Concretionen sind hiernach ohne Zweifel als secundäre Stengelbildungen innerhalb der Rinde und zwar durch eine partielle Metamorphose der Baststrahlen entstanden anzusehen; der Unterschied beider liegt, abgesehen von der äusseren Gestalt und Grösse, darin, dass in den kleinen Körnern der Holzkörper nur durch Holzparenchym vertreten ist, bei den zuletzt beschriebenen dagegen alle Systeme des Stengels, namentlich auch die Markstrahlen, Holzzellen und Gefässe, das Holzparenchym aber nur in untergeordneter Weise ausgebildet sind. Im weiteren Sinne reihen sich dieser Bildung auch die oben betrachteten Anhäufungen von Steinparenchym in der Rinde an; jedoch sind diese von den vorliegenden Gebilden, abgesehen von der unregelmässigen äusseren Gestalt, theils durch den Mangel an Differenzirung in verschiedene anatomische Systeme, theils dadurch, dass jene Massen stets unmittelbar an den Holzkörper angrenzen, unterschieden. Auch spricht sich bei den zuletzt betrachteten Concretionen durch das

Verhalten zur Salzsäure eine grössere Verwandtschaft mit dem Holzkörper aus, während das Steinparenchym der Rinde, wie gesagt, die violette Färbung so gut als nicht zeigt. *)

4. Ungleich häufiger als das Auftreten solcher abnormer Structurverhältnisse, welche das Material zur Erzeugung von Gummi liefern, sind es dagegen die Elemente des normalen Rindenbaues, durch deren Umwandlung das Kirschgummi in der Rinde zu entstehen pflegt; und unter diesen ist es vor Allem das oben als der überwiegende Bestandtheil der Baststrahlen beschriebene Hornprosenchym, welches sich durch eine Neigung, sich in eine homogene Gummimasse zu verflüssigen, auszeichnet. Die Gummidrusen innerhalb der lebendigen Rinde haben ihren Sitz niemals zwischen je zwei Baststrahlen, sondern sind in der Regel entstanden ausschliesslich durch Erweiterung und Umwandlung eines einzelnen Baststrahls, woher es auch kommt, dass dieselben stets die Richtung der Rindenstrahlen besitzen, welche, wie gesagt, in der Regel von dem mathematischen Radius des Stammes mehr oder weniger abweicht. Wo dieselben eine grössere Breite zeigen, da sind es mehrere benachbarte Baststrahlen, welche die Umwandlung erlitten haben, alsdann wird aber die Gummimasse meist von mehr oder weniger unveränderten Markstrahlen durchsetzt, indem die letzteren der Gummification länger widerstehen als die Baststrahlen. Die Entstehung des Gummis durch allmälige Deorganisation des Hornbastes lässt sich nun an man-

*) Wir finden also bei *Prunus Avium* eine analoge Erscheinung wie das Auftreten secundärer Holzkörper in der Rinde von *Chiococca racemosa* (Rad. Caineae), *Convolvulus Turpethum* etc. (cf. Flora 1856, p. 678.), jedoch mit dem Unterschiede, dass beim Kirschbaum nicht bloss, wie bei letzteren, secundäre Holzkörper, sondern zugleich eine rindenartige Schicht um jeden derselben ausgebildet ist. Ferner erinnert diese Bildung an das Vorkommen ähnlicher cylindrischer Stränge, welche ich bei starken Rinden von *Canella alba* inmitten der Bastschicht zum Theil in einer Längenerstreckung von $\frac{3}{4}$ beobachtet habe. Die letzteren bestehen indess nicht sowohl aus Holzgewebe, sondern aus den drei verschiedenen normalen Schichten der Rinde dieser Pflanze, welche in derselben Reihenfolge, wie sie in der Rinde als Schichten von aussen nach innen folgen, so hier sich concentrisch einschliessen, nämlich zu äusserst eine Schicht von Steinzellen, dann eine Schicht gewöhnlichen Rindenparenchyms und im Innern ein Strang von Bastgewebe (nämlich Hornbast). So hat also die Rinde die Fähigkeit, gleichsam durch Potenzirung einer Partie von Bastgewebe das eine Mal die ganze Rinde mit allen ihren Schichten, das andere Mal den ganzen Stengelbau, insbesondere den Holzkörper, im Kleinen zu wiederholen.

chen Stellen sehr bestimmt und direct verfolgen. Z. B. Bei der Taf. V. 17. dargestellten Partie aus der Rinde, in welcher durch eine nach innen bogenförmig vorspringende Peridermaschicht das äussere Gewebe von dem inneren lebendigen Bast als todte Borke abgeschnitten wird, sind in der letzteren die Markstrahlen zum Theil unverändert, das Gewebe der breiten Baststrahlen ist stellenweise, besonders nach links (Fig. 18., wo durch die Schattirung die Veränderung angedeutet ist), das schon an sich scheinbar fast structurlose Hornprosenchym durch Aufquellen der Zellwände zu einer noch mehr homogenen Masse verschmolzen.*) Zu gleicher Zeit findet an diesen Stellen eine chemische Veränderung des fast reinen Zellstoffes Statt, die Fähigkeit, durch Jod oder Jod und Schwefelsäure blau gefärbt zu werden, verschwindet, aber die Substanz ist zunächst noch unlöslich, in Wasser nur aufquellend, und in diesem Stadium zeigt sich auch bei genauer Betrachtung noch eine Andeutung der ursprünglichen Structur, weiterhin aber (bei g. Fig. 17. 18.) wird das Gummi vollkommen homogen mit glasigem Bruch, und gleichzeitig damit nimmt die Auflöslichkeit in Wasser zu, auch findet eine Volumenvergrösserung Statt, in Folge deren die Masse sich weiter ergiesst und zuweilen tropfenförmig nach aussen dringt; in diesem Stadium ist das Gummi als Arabin zu betrachten. So erklärt sich die Natur des Kirschgummis als eines Gemenges von Bassorin (Cerasin) und Arabin aus einer theils unvollständigen, theils vollständigen Deorganisation von Zellwänden. Den geschilderten Uebergang habe ich zwar nur beim Hornprosenchym direct beobachtet, indessen nehmen daran ohne Zweifel auch die anderen Elemente der Baststrahlen, die Bastzellen und das Bastparenchym Theil, indem sich diese Zellen in dem fertigen Gummi niemals eingelagert finden. — Von allen den verschiedenen Formen der Gummierzeugung im Kirschbaum ist die Umwandlung der Baststrahlen in Gummi bei weitem die vorherrschende, denn auch, wo jene auf dem steinigen Parenchym beruht, da ist dabei stets auch das Gewebe der Baststrahlen betheiligt, so dass in einer und derselben Druse das Gummi zweierlei Ursprung haben kanu.**)

*) In ähnlicher Weise stellt sich die Verwandlung der Baststrahlen in Gummi in Taf. VI, Fig. 5, g und Fig. 9, g' dar.

**) Trécul (L'institut 24. Octobre 1860) führt ein eigenthümliches dichtes Gewebe in der Rinde an, dessen Beschreibung einigermaassen mit unserem

5. In allen von mir untersuchten, auf die oben beschriebene Weise in der Rinde entstandenen Gummidrusen entspringen auf den angrenzenden Markstrahlen länglich-runde Zellen, welche, meist fadenförmig an einander gereiht, als perlschnurartige Fäden oder durch reichliche Verzweigung der letzteren als Büschel von dendritischer Form in die Gummimasse hineinragen oder losgelöst in Bruchstücken in der letzteren eingebettet liegen. Diese Zellen sind von denen des Steinparenchyms nicht erheblich verschieden, erweisen sich aber doch theils durch den unmittelbaren Ursprung, theils dem Inhalt nach (sie enthalten ausser dem Amylum auch Oel) mehr den Zellen der Markstrahlen als verwandt. Auch dieses Gewebe nimmt an der Gummibildung Theil, indem sich die äusseren, den ganzen Zellenfaden gemeinsam bekleidenden Zellstoffschichten ablösen und aufquellend allmählich in den Gummizustand übergehen, so dass das eben entstandene Gummi in der nächsten Umgebung eines Zellenfadens noch ein deutliches Schichtengefüge erkennen lässt (VI. 6.). Bemerkenswerth ist, dass hier zugleich nicht nur das in den Zellen enthaltene Amylum, sondern auch das Oel an der Gummibildung Antheil nehmen, indem beide Stoffe in der homogenen fertigen Gummimasse nicht mehr zu unterscheiden sind.

6. Die bisher angeführten Fälle von Gummibildung in der Kirschbaumrinde erfolgen bereits in dem lebenden Zustand der letzteren. Häufiger jedoch erscheinen die Gummidrusen, wenn gewisse Parteen der Rinde durch ein Periderma aus dem lebendigen Verband abgeschnitten sind (wie in dem oben beschriebenen Fall Taf. V. 17. 18.), sei es, dass sie ringsum oder nur nach innen durch Periderma begrenzt werden. Mit dem Auftreten des letzteren ist jederzeit eine Verwandlung des nach aussen gelegenen, resp. ringsum von der übrigen Rinde abgeschlossenen Gewebes in Borke, d. h. ein Austrocknen und die Verwandlung des Gerbstoffes in braunes Apothem, verbunden, und hiermit scheint die Neigung der Zellen zur Guminification zuzunehmen. Vielleicht beginnt das

Hornbast übereinstimmt, und von welchem er sagt, dass es dasselbe sei, welches die Anatomen mit Unrecht für mit Gummi erfüllte Intercellulargänge hielten. Nach der obigen Darstellung würde alsdann Tr. darin Recht haben, dass er es als ein Zellgewebe erkannt hat, die Anatomen dagegen würden Tr. gegenüber Recht haben, indem sie das Gewebe in directe Beziehung zum Gummi bringen, Unrecht aber in der Verkennung des Ursprungs des Gummis aus einem ursprünglichen Gewebe.

Absterben und die Gummibildung schon vor dem Auftreten des Peridermas, alsdann wird aber durch letzteres jener Umwandlung eine Grenze gesetzt; deshalb sind die Gummimassen meist scharf begrenzt (VI. 1. 8. 10 g.). Unter diesen Umständen, d. h. im Borkenzustand, sind aber nicht bloss die oben angeführten, sondern auch alle übrigen Gewebe fähig, sich in Gummi aufzulösen. Diesen Uebergang beobachtete ich direct am Parenchym und am Leder-Periderma durch eine an der einzelnen Zelle von aussen nach innen fortschreitende Auflockerung der Membran. Weil die Gummibildung in der Borke nicht an eine bestimmte Gewebsart gebunden ist, so folgt, dass die Drusen ihrer Richtung und Gestalt nach hier nicht, wie in der lebendigen Rinde, von dem Strahlenbau bestimmt werden. Wo eine Gummimasse nicht unmittelbar von Periderma, sondern von Borkenparenchym, und zwar alsdann in sehr unregelmässigem Umrisse begrenzt wird (VI. 1. 11' g.), da beruht letzteres nicht, wie es allenfalls scheinen könnte, auf einer gewaltsamen Zerreiſung des Gewebes, wodurch Lücken entstanden wären, in die sich Gummi ergossen hätte, sondern vielmehr darauf, dass die Umwandlung des Gewebes in Gummi das Parenchym unregelmässig fortschreitend ergreift; diess ist namentlich in solchen Fällen unzweifelhaft, wo innerhalb einer Gummimasse einzelne Gewebspartieen eingeschlossen sind, welche nicht als abgerissene und eingehüllte Bruchstücke zu betrachten sind, sondern durch die Richtung ihrer Schichten sowie durch den allmählichen Uebergang in das Gummi erweisen, dass sie noch an ihrer ursprünglichen Stelle liegen. Eingeschlossene Gummimassen (VI. 8. 10' g.) nehmen im Allgemeinen denselben Raum ein wie das ihnen zu Grunde liegende Gewebe und müssen deshalb da entstanden sein, wo sie sich befinden. Diess gilt selbst von denjenigen Gummimassen, welche auf der Oberfläche der Rinde frei hervorragen (V. 1. 11.), und welche man gewöhnlich als aus dem Innern der Rinde herausgequollen betrachtet. Diese Annahme würde gerechtfertigt sein, wenn bei der Umwandlung des Zellgewebes in Gummi eine so grosse Volumenvergrösserung stattfände, dass das letztere im Innern nicht Raum genug hätte; eine solche Aufquellung zeigt sich jedoch, wie man an der eingeschlossenen Gummimasse sieht, nicht, wenigstens nicht immer in dem Grade, dass dadurch eine Zerreiſung des benachbarten Parenchyms veranlasst würde. In der Regel sind jene Gummimassen auf der Oberfläche des Stammes an denselben Stellen entstanden,

wo sie sich befinden, d. h. sie sind ursprünglich eingeschlossen, von Parenchym oder Periderma bedeckt, werden aber nicht durch Ortsveränderung, sondern durch Zerstörung der genannten Gewebe frei gemacht, was damit zusammenhängt, dass das Gummi, wie es scheint, in höherem Grade der Verwitterung an der Luft widersteht als die organisirten Gewebe.*) Wenn man eine oberflächliche Gummimasse und die unterliegende Rinde in allen Höhen und der Länge nach durchschneidet, so findet man sehr selten eine Communication mit einer Gummidruse im Innern der Rinde; wo eine solche erscheint, da ist der Herd der Entstehung jener Masse nicht in dieser Druse zu suchen, weil die letztere kaum ein größeres Volumen an Gummi liefern kann, als sie selbst enthält. In der Regel sind aber die Gummimassen der Aussenfläche durch das Periderma unmittelbar nach innen abgegrenzt (VI. 1' g'; 8' g; 10, g.), können also bei der vollkommenen Undurchdringlichkeit des Peridermas selbst für Flüssigkeiten nur ausserhalb desselben entstanden sein. Wenn eine solche Masse in der Folge ihre ursprüngliche Form verliert und in halbflüssigem Zustand an der Oberfläche sich ausbreitet, herabfließt und dann wieder erhärtet, so geschieht diess erst durch die Einwirkung der Feuchtigkeit von aussen; ursprünglich ist jedes Gummi nicht flüssig, sondern fest.

In ähnlicher Weise wie durch die Borkenbildung wird in der Rinde eine erhöhte Disposition zur Entstehung von Gummi durch eine andere Ursache bedingt. Der Kirschbaum scheint nämlich eine grosse Neigung zu einem nicht durch äussere Ursachen veranlassten partiellen Absterben der Rinde zu besitzen. Es zeigt sich diess nicht bloss an der Rinde selbst sondern auch im Bau des Holzkörpers, dessen Schichten häufig unterbrochen sind und mit ihren wulstigen Rändern die blossgelegten Schichten zu überwallen streben. Z. B. an einem 2—3" dicken Ast (VII. 2.) zeigte sich Folgendes. Obgleich die Schicht von 1857 die durch Absterben der Rinde incl. des Cambiums entblösste Holzfläche wieder fast vollständig bedeckt hatte, erfolgte doch schon im folgenden Jahre von Neuem ein Absterben der Rinde nach dieser Seite hin in noch grösserer Ausdehnung, so dass das Cambium etwa im halben Umfang getödtet war. Im Jahre 1859 fand eine theil-

*) Ob auch ein von Periderma nicht mehr bedeckter abgestorbener Theil der Rinde unter dem Einfluss der Atmosphäre sich in Gummi verwandeln kann, vermag ich nicht zu entscheiden.

weise Ueberwallung Statt, welcher dann aber wieder nach einer Seite hin ein Absterben der Rinde folgte. Hierbei ist es auffallend, dass gerade und nur nach dieser kranken Seite mit dem mehrere Jahre hindurch gestörten Dickenwachsthum eine reichliche Gummibildung theils auf der Aussenfläche, theils in Rinde und Holz erscheint. Es hat diess seinen Grund offenbar in dem abgestorbenen Zustand der Rinde, und was dabei von besonderer Bedeutung zu sein scheint: die abgestorbene Rinde wird nicht wie bei den Rindenkrankheiten anderer Baumarten abgestossen und dadurch die Holzoberfläche dem Einfluss der Atmosphäre preisgegeben, sondern die für die Amygdaleen und besonders die Kirsche charakteristische lederartige Beschaffenheit und der concentrische Verlauf der Peridermaschichten bewirkt, dass die abgestorbene Rinde verharrt. Die Folge hiervon ist, dass die ihres Cambiums beraubte Oberfläche des Holzkörpers, nachdem sie überwält ist, weniger als sonst die Spuren der Verwitterung zeigt, — dass aber andererseits die mehrere Jahre hindurch fest eingeschlossen bleibende todte Rinde eine Zersetzung erleidet, welche sich in der Neigung zur Umwandlung in Gummi äussert. Deshalb finden sich in den Winkeln zwischen je zwei Ueberwallungsrändern und der bedeckenden Rinde meist Gummimassen angehäuft, welche eben durch Deorganisation eines Theils der abgestorbenen Rinde entstanden sind.

Es kommen demnach hier wie bei der normalen Borkenbildung verschiedene Factoren zusammen, wodurch in der Kirschbaumrinde die Umwandlung der Gewebe in Gummi mehr als bei anderen Gewächsen befördert wird, einerseits das Vorhandensein gewisser normaler und abnormaler Gewebe, welche zur Umsetzung in Gummi ganz besonders geneigt sind, wie der Hornbast und das steinige Parenchym, andererseits das Absterben der Rinde durch Borkenbildung oder Krankheit und endlich die bandförmige und zähe Beschaffenheit des Peridermas, wodurch die abgestorbenen Theile der Rinde verhältnismässig länger eingeschlossen und, worauf der saure Geruch einer an Gummibildung sehr reichen Rinde hindeutet, vielleicht einer Art Gährung ausgesetzt werden. Das Beschränktsein der Gummibildung auf bestimmte Pflanzenarten würde sich hiernach schon aus gewissen anatomischen Eigenthümlichkeiten erklären (z. B. Bäume mit schuppig sich ablösender oder rissiger Borke werden *ceteris paribus* weniger zu Gummibildung geneigt sein als der Kirschbaum u. dgl.), ohne dass man nöthig hat, für die Gummibildung jener Gewächse einen eigenthümlichen

chemischen Process im lebendigen Zelleninhalt vorauszusetzen. Auch wird es nach dieser Auffassung der Gummibildung als eines nicht sowohl chemisch-physiologischen als vielmehr gleichsam unorganischen Vorganges weniger auffallend erscheinen, wenn unter Umständen an einer Baumart, welche in der Regel niemals Gummi erzeugt, ausnahmsweise einmal solches auftritt, wie ich z. B. einmal an der Hainbuche eine dem Kirschgummi ähnliche Masse bemerkte.

7. Endlich ist noch zu erwähnen, dass auch das Cambialgewebe unter Umständen im Stande ist, Gummi zu erzeugen. An Stammabschnitten eines im März gefällten Kirschbaums, nachdem sie wochenlang in der warmen Stube gelegen hatten, quollen auf der Schnittfläche aus dem Cambiumring in dessen ganzem Umfange dicht neben einander Tropfen von farblosem Gummi hervor. Bei der Untersuchung ergab sich, dass in der cambialen Partie der Baststrahlen je eine Gruppe von Zellen verflüssigt worden ist und dadurch je eine mit Gummi erfüllte Höhle erzeugt hat. Da ich an denselben Stammabschnitten kurz nach dem Fällen nirgends eine derartige Veränderung im Cambium wahrgenommen habe, so muss ich annehmen, dass hier ein Absterben des Cambiums in Folge der Blosslegung die Veranlassung zu der Auflösung der Zellenwände gewesen ist.

Ueberblicken wir jetzt noch einmal die im Vorstehenden näher beschriebenen Formen, unter denen das Gummi im Stamme des Kirschbaums auftritt, so ergibt sich eine grosse Mannigfaltigkeit, welche sich durch fernere Untersuchung namentlich auch anderer Species und Gattungen vermuthlich noch grösser herausstellen wird. Die von mir beobachteten Fälle sind folgende:

1) Das Gummi erscheint als zerstreute Punkte im Holz ohne alle Ordnung vertheilt, nämlich durch Umwandlung der Gefässwände, wodurch die Höhlung derselben ganz oder theilweise ausgefüllt wird.

2) In etwas grösseren rundlichen Drusen, welche an manchen Stellen des Holzes, besonders da, wo das Wachsthum gehemmt oder gestört ist, innerhalb einer Jahresschicht concentrisch reihenartig, von den Markstrahlen von einander getrennt, in der Richtung der Höhe in verticalen Reihen angeordnet sind und auf einer Umwandlung von normalem Holzparenchym beruhen (V. 5. 6. 7.). Nur selten hat das letztere eine grössere Massenausdehnung als der von ihm verdrängte Theil des Holzgewebes (VI. 5. p').

3) Grössere Gummimassen, ebenfalls durch Umwandlung von anomalem Holzparenchym entstanden, von unregelmässiger Gestalt und ohne bestimmte Anordnung, vielmehr nur hier und da einzeln, treten im Holz auf, indem sie in peripherischer Richtung mehr als ein Holzbündel und die dazwischen liegenden Markstrahlen verdrängen, also einen grösseren Theil des Umfangs der Jahresschicht einnehmen und zwar:

- a) die letztere ihrer ganzen Dicke nach,
- b) mit Verschonung einer äusseren Lage derselben absorbiren (VI. 1, g''; 13, g').

Hierbei findet in der Regel eine Auftreibung Statt, welche aber ihren Grund in der Anlage des Holzparenchyms hat und bei der Verwandlung in Gummi nicht vergrössert wird.

4) Ein Ring von kleinen Gummihöhlen entsteht unter Umständen im Cambium, und zwar in der cambialen Region der Baststrahlen.

5) Grössere Gummidrusen innerhalb des lebendigen Theils der Rinde, in ihrer Richtung durch den Lauf der Baststrahlen bestimmt.

- a) Die Druse entsteht durch Umwandlung eines oder mehrerer Baststrahlen direct in Gummi (VI. g. 13); der strahlige Bau der Rinde wird hierbei nicht modificirt.
- b) Die Druse, zwar dem Laufe der Baststrahlen folgend, zeigt aber doch eine Anschwellung, wodurch die benachbarten Strahlen seitwärts ausgebogen werden. Auch hier beruht das grössere Volumen nicht auf der Entstehung des Gummis sondern auf einer anatomischen Anlage, indem hier das Gummi nicht unmittelbar aus dem Bastgewebe sondern aus einer reichlichen Masse von anomalem Steinparenchym hervorgeht; und zwar erscheint das letztere gleichsam als Umwandlung
 - α) eines Baststrahls (VI. 5, p.), oder
 - β) eines Markstrahls (VI. 9, pp').

Beide Verhältnisse a) und b) können gleichzeitig vorkommen und gemeinschaftlich die Bildung des Gummis einer und derselben Druse bedingen (VI. 9.).

6) Grössere Gummidrusen in der Borke. Die Gummibildung ist hier nicht an bestimmte Gewebe gebunden, wenngleich auch hier der Hornbast vorzugsweise zur Umwandlung geeignet ist; da-

her wird die Gestalt und Richtung dieser Drusen nicht von dem Strahlenbau der Rinde bestimmt.

- a) Entweder bildet das Periderma innerhalb der lebendigen Rinde rings umschlossene Borkenmassen, welche in Gummi umgewandelt, als scharf begrenzte Gummidrusen erscheinen (VI. 8, g.; 10, g.; 1, g');;
- b) oder das Gummi entsteht frei innerhalb der Borke durch allmählich weiter um sich greifende Umwandlung des Borkengewebes, weshalb die Gummimassen von Anfang an nicht unmittelbar durch Periderma begrenzt werden (V. 17. 18; VI. 1. 11. 12. g.).

Anfangs eingeschlossen, von Borke oder wenigstens von Periderma bedeckt, treten diese Gummimassen in der Folge durch Zerstörung der bedeckenden Theile an die Oberfläche.

7) Wo die Rinde ihrer ganzen Dicke nach nicht als Borke sondern durch Krankheit, namentlich durch Zerstörung des Cambiums abstirbt, tritt das Gummi besonders reichlich und zwar ohne bestimmte Beziehung zu dem Periderma und zu den übrigen Structurverhältnissen auf (VII. 2.).

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, dass die Erzeugung des Gummis bei *Prunus Avium* an den verschiedenartigsten Stellen des Stammes und unter verschiedenen Umständen stattfindet, dass dieselbe aber in allen beobachteten Fällen auf einer Verflüssigung von Zellenwänden (resp. Stärkekörnern) beruht. Und zwar sind es theils solche Zellen, welche der normalen Structur angehören, nämlich die Gefässe, das Rindencambium, das Gewebe der Baststrahlen, Parenchym und Lederperiderma, — theils gewisse Gewebe, welche als abnorme Erscheinung hier und da an der Stelle einiger der normalen Gewebe auftreten, nämlich das steinige Parenchym, welches sowohl im Holzkörper, und zwar entweder an der Stelle des Holzgewebes (Holzzellen und Gefässe, V. 7.), oder als Umbildung von Markstrahlen (VI. 1. 2.), als auch in der Rinde auftritt, und zwar auch hier entweder als Umwandlung eines Baststrahles (VI. 5.) oder eines Markstrahles (VI. 9.) erscheint. Ferner bemerken wir, dass die Disposition jener Gewebe zur Gummibildung im Zustande des Absterbens entschieden grösser ist als bei den lebenden Geweben, und dass unter den letzteren vorzugsweise oder ausschliesslich solche sich in Gummi verwandeln, in welchen bei der bedeutenden Verdickung ihrer Zellenwände wahrscheinlich an sich keine besonders lebendige Zellenthätigkeit mehr vorhanden ist, wo-

gegen diejenigen Gewebe, welche den eigentlichen Herd des Stoffwechsels darstellen, die Markstrahlen und das Rindenparenchym im lebenden Zustand, mit ihren dünnwandigen Zellen nicht leicht von der Gummibildung ergriffen werden. — Nirgends aber begegnen wir einer Erscheinung, welche Veranlassung geben könnte zur Annahme, dass das Gummi aus dem Inhalt gewisser Zellen ausgeschieden würde, und eben so wenig, dass es in eigenen Kanälen oder in den gewöhnlichen Intercellulargängen sich anhäufte; vielmehr beruht diese bisher herrschende Ansicht lediglich auf dem Mangel an Beobachtung. Die Einzigen, welche, so viel mir bekannt ist, Beobachtungen über die Entstehung des Kirschgummis angestellt haben, sind Karsten, welcher die Umwandlung der Zellenwand (und des Stärkmehls) in Gummi im Holz des Kirschbaums behauptet,*) ohne jedoch über die Art der Zellen und über die näheren Umstände des Processes seine Beobachtungen mitzutheilen, und Trécul**). Letzterer bestreitet zwar ebenfalls die gewöhnliche Vorstellung von Gummikanälen in der Rinde, im Uebrigen weichen dessen Ansichten jedoch wesentlich von meinen Ergebnissen ab, vor Allem durch die Behauptung, dass der Sitz der Gummibildung niemals in der Rinde, sondern stets im Holz sei, und dass die sich zwischen den Markstrahlen der Innenrinde findenden Gummimassen nicht daselbst entstanden, sondern aus dem Holzkörper durchgebrochen und in der Rinde angehäuft seien. Im Holze soll nach Trécul die Gummibildung auf zweierlei Weise stattfinden, einerseits dadurch, dass in dem inneren Theil des Cambiums oder auch in dem ausgebildeten Splint durch Verflüssigung und Resorption von Zellengruppen ringförmig angeordnete Lücken entstehen; die Erzeugung von Gummi soll aber nicht mit dieser Verflüssigung von Zellen zusammenhängen, sondern erst nachher, gewöhnlich ziemlich lange nach der Entstehung der Lücken in der Weise stattfinden, dass zunächst in der Umgebung der Lücken das Gummi in Gestalt von farblosen, oft warzigen gelatinösen Bildungen auftrete, welche dann nach und nach die Lücke ausfüllen.***) Andererseits sollen sich solche Gummilücken auch im äl-

*) Bot. Zeitung 1857, p. 319.

**) Sur la maladie de la gomme chez le Cerisier, le Prunier, l'Amandier et l'Abricotier (L'institut 24. Oct. 1860; Comptes rendus 1860, p. 621.)

***) Ohne Zweifel sind diess dieselben Lücken, welche ich oben (2. a) beschrieben habe, aber Trécul irrt darin, dass er die Entstehung derselben ge-

teren Holz dadurch bilden, dass das Gummi in der Umgebung gewisser Holzzellen, wie es scheine, durch Ausscheidung aus denselben, resp. durch Umwandlung ihrer Wände und des Inhaltes entstehe.*)

Der Gummifluss als pathologische Erscheinung. Die gewöhnliche Ansicht, dass der Gummifluss auf einer abnormen Ausscheidung eines Theiles des Nahrungssaftes beruhe, und dass, indem dem Baum auf diese Weise wesentliche Stoffe entzogen werden, dadurch das Leben desselben beeinträchtigt werde, ist nach dem Obigen unzweifelhaft unrichtig; denn was bei der Gummibildung dem Baum entzogen wird, sind nicht Säfte, sondern feste Zellenwände. Auch die Auffassung, wonach der Gummifluss in einer abnormen Steigerung einer normalen Gummibildung beruhen soll, hat durchaus keinen Sinn, weil bei fast allen dem Gummifluss ausgesetzten Pflanzenarten eine Erzeugung von Gummi, welche gesteigert werden könnte, im normalen Zustand gar nicht existirt. Denn das Gummi des normalen Pflanzenlebens ist das Dextrin, welches vom Arabin wesentlich verschieden ist und ohnehin nur als Zelleninhalt vorkommt, während das im Gummifluss auftretende Gummi seinen Ursprung in der Zellenwand hat. Da nun, wie wir gesehen haben, die Gummibildung, d. h. die Auflösung der Zellenwände, in den meisten Fällen bedingt oder doch wesentlich befördert wird durch solche Ursachen, welche dem Leben besonders der Rinde im Ganzen oder stellenweise ein Ziel setzen, wie eine übermässige Ausdehnung der Borkenbildung durch Auftreten von secundärem Periderma mit tief nach innen reichenden Einbiegungen (z. B. VI. 1. 12.), Altersschwäche**), partielles Absterben der Rinde etc., so dürfen wir die Gummibildung nicht sowohl als die Krankheit selbst, sondern nur als eines der Sym-

rade in Folge der Gummibildung verkennt. Ohnehin sagt er nicht, woher die gelatinösen Bildungen im Umfang der Lücke rühren, und giebt also im Grunde für die Entstehung des Gummis gar keine Erklärung.

*) Dieser Vorgang erinnert an die von mir beobachtete Umwandlung der Gefässe in Gummi. Eine ähnliche Umwandlung der Holzzellen habe ich nirgends bemerkt, will dieselbe jedoch nicht geradezu bestreiten. Die ganze Darstellung der obigen Erscheinungen bei Trécul ist übrigens keineswegs klar.

**) Hierher gehört auch wohl der von Meyen (Pflanzenpathologie p. 235.) erwähnte Fall eines alten Stockes von *Encephalartos Friderici Guilielmi*, welcher durchaus keine Wurzeln treiben wollte und daher wohl, wenigstens nach unten hin, als abgestorben anzusehen ist, und in dessen unterem Ende sich mehrere grosse Höhlen, mehrere Cubikzoll gross, mit Gummi erfüllt fanden.

ptome einer Krankheit auffassen. Dahin sprechen sich auch Meyen*) und Trécul**) aus, allein sie fehlen beide darin, dass sie die Krankheit selbst in einer übermässigen Anhäufung von Nahrungssaft, namentlich in einer Stauchung des herabsteigenden Saftes, suchen, wovon dann die weitere Ursache bald in einer zu üppigen Ernährung durch zu fetten Boden, bald in zu grosser Feuchtigkeit, bald in Verletzungen der Rinde oder in Krankheiten der Wurzeln liegen soll. Von einer Vollsichtigkeit oder Stauchung des Saftes ist jedoch gerade in denjenigen Geweben, in denen das Gummi entsteht, am wenigsten etwas zu bemerken, im Gegentheil sind es die saftärmsten, und namentlich sind die näheren Ursachen der Gummibildung, wie jene partielle Absterbung und Vertrocknung der Gewebe, von der Art, dass sie am allerwenigsten aus einer Ueberfüllung mit Nahrungssaft abgeleitet werden könnten. Ueberhaupt kommt bei der Erzeugung des Gummis der Nahrungssaft durchaus nicht in Betracht, sondern ausschliesslich die organisirten Theile der Zelle: Membran und Amylum; der erste Anstoss zur Auflösung der Zellenwand d. h. zur Gummibildung setzt bereits das Krank- oder Todtsein derselben voraus. — Wenn es aber auch feststeht, dass der Gummifluss mehr die Folge als die Ursache eines Krankheitszustandes ist, so lässt sich doch denken, dass derselbe andererseits selbst nachtheilig auf das Leben des Baumes einwirkt, etwa dadurch, dass gewisse Partieen von Zellgewebe durch die Deorganisation dem Organismus vollständig entzogen, oder andere durch Ergiessung des Gummis zerrissen werden, oder dadurch dass mit der Gummibildung eine chemische Zersetzung verbunden ist, welche um sich greifen und auch für die vorher gesunden Theile der Rinde verderblich werden könnte. Da jedoch unter jener Deorganisation in der lebendigen Rinde gerade die den eigentlichen Sitz des Lebens darstellenden Parenchymzellen am wenigsten oder gar nicht leiden, eine Zerreissung aber wohl nur in der bereits abgestorbenen Borke vorkommt, und endlich dem Weitergreifen der bei der Gummibildung etwa stattfindenden Gährung etc. durch das in der Regel sie begleitende Auftreten von Periderma eine Grenze gesetzt wird, so scheint es sehr zweifelhaft, ob der Gummifluss überhaupt auf das Leben des Baumes irgend einen erheblich nachtheiligen Einfluss übt, und es dürften alle

*) Pflanzenpathologie p. 229.

**) a. a. O.

Erfahrungen, welche einen solchen zu bestätigen scheinen, nur auf einer Verwechselung von Ursache und Wirkung beruhen. —

Bei gewissen Amygdaleen wird ein ähnliches Gummi wie im Stamme auch in der Frucht erzeugt und zeigt sich bald auf der Oberfläche, bald zwischen der steinigen und fleischigen Schicht. Das an der Oberfläche von Zwetschen auftretende Gummi hat bereits Kützing (Philos. Bot. I. p. 206.) untersucht und auf Grund dieser Untersuchung die Entstehung der Gummisubstanzen überhaupt aus Zellstoff („Gelin“) ausgesprochen. Obgleich dieses Ergebniss mit dem meinigen übereinstimmt, so muss ich doch die Richtigkeit der Nachweisung selbst bestreiten.*) Ich selbst habe die im Innern von Pflaumen und Zwetschen zwischen Stein und Fruchtfleisch häufig vorkommenden Gummimassen**) untersucht. Dieses Gummi ist sowohl mit dem Gewebe des Mesocarpiums als mit dem des Endocarpiums in Continuität. Dasselbe erscheint niemals ganz homogen, sondern zeigt eine mehr oder weniger deutliche Structur entweder in Form von feinen Strichelchen oder an anderen Stellen (besonders deutlich nach dem Kochen mit Wasser) als ein Aggregat von kleinen rundlichen oder ovalen Bläschen (VII. 4. 5.), an denen sich aber Wand und Inhalt nicht unterscheiden, sondern nur die zarten Umrisse erkennen lassen; zuweilen zeigen sich dazwischen grössere und schärfer begrenzte Blasen oder noch grössere längliche Schläuche, welche mit den erst genannten kleinen Bläschen erfüllt sind. Diese Schläuche gleichen vollkommen den länglichen Zellen des die Gummimasse begrenzenden Fruchtfleisches, innerhalb deren gleichfalls solche kleinen Bläschen eingeschlossen sind. An manchen Stellen bemerkt man einen deutlichen Uebergang des normalen Fruchtfleisches in die fast ganz homogene

*) Die von Kützing in Taf. III. Fig. 1., d. dargestellte Structur des Gummis stimmt fast mit meinen Beobachtungen überein; dagegen scheint mir die Beziehung dieser Structur zu dem Zellgewebe des Fruchtfleisches nicht richtig aufgefasst zu sein. Die Auflockerung der Zellenwände bei a und die weitere Auflösung derselben in die Form b zugegeben, so möchten die bei b gezeichneten Linien nicht sowohl als Fasern, sondern eher als Häute zu betrachten sein; jedenfalls ist die Auflösung dieser Fasern in punktförmige Molecule (c) kaum und noch weniger die Entwicklung dieser Molecule zu den Zellen (d) zu glauben.

**) Sie unterscheiden sich durch ihre gallertartige und zugleich zerbrechliche, keineswegs zähe oder klebrige Beschaffenheit, sowie dadurch, dass sie sich auch beim Kochen in Wasser nicht auflösen, von dem gewöhnlichen Pflaumen-Gummi.

Gummisubstanz, indem einzelne Fleischzellen an ihrer einen Hälfte noch durch ihre Wand scharf begrenzt sind, mit ihrer anderen Hälfte sich in die Gummimasse verlieren. Ich halte hiernach folgende Deutung für gerechtfertigt. Das Gummi entsteht auch hier durch eine Deorganisation von Zellenwänden, verdankt jedoch hier nicht, wie das in der Stammrinde erzeugte Kirschgummi, seine Massenbildung der secundären Verdickung der Zellenwände, welche hier bekanntlich äusserst zart sind, sondern vorzugsweise der Menge der im Inhalt der Fleischzellen auftretenden kleinen Bläschen, welche durch Aufquellen ihrer Membran und nach der Auflösung der Mutterzellen zu der Gummimasse von der oben angegebenen Structur zusammenfliessen. Jedenfalls ist von einer Absonderung des Gummi aus gewissen Zellen auch hier nicht die Rede. —

Wir gehen über zu den durch fast vollständige Löslichkeit in Wasser sich von den bisher betrachteten unterscheidenden, d. h. nur oder fast nur aus Arabin bestehenden Gummiarten, welche besonders als tropfenförmige Ausscheidungen aus dem Stamm verschiedener Acacia-Arten vorkommen, z. B. das Gummi arabicum, G. Senegal etc. Sie sind vollkommen homogen, so dass uns auch für sie die Structur über die Entstehungsweise gänzlich im Ungewissen lässt. Aus dem Nachstehenden wird sich jedoch ergeben, dass auch dieses Gummi im engeren Sinne denselben Ursprung hat wie das Bassorin.

Zur directen Nachweisung dieses Ursprungs eignen sich solche Stücke von Senegalgummi, welche im Zusammenhange mit Theilen der Rinde mitunter in der Naturell-Sorte dieses Gummis vorkommen. Diese Rindenstücke, der Bastschicht angehörend, lassen folgenden Bau erkennen. Der Bast erscheint auf dem Querschnitt (VII. 7) *) als eine Anzahl von peripherischen Schichten (l, l), welche durch die schmalen Markstrahlen in kleine, in der Richtung der Peripherie gestreckte, mit den betreffenden Theilen der übrigen Schichten zugleich in radialen Reihen hinter einander liegende Bündel zerfallen. Mit diesen peripherischen Bastschichten wechseln bald dickere bald dünnere Lagen (h, h) eines theils braunen theils farblosen, fast ganz homogen erscheinenden Hornprosenchyms. An manchen Stellen des letzteren liegen darin, besonders in den dickeren Schichten, grössere, mit rothbraunem

*) Fig. 8, Längsschnitt durch die äussere Hälfte desselben Rindenstücks.

Farbstoff erfüllte Zellen, welche von einander entweder durch einfache derbe Wände oder durch breite Streifen des engzelligen Horngewebes getrennt werden, welche übrigens von den engen Zellen des letzteren nur relativ verschieden sind. Dieses Gewebe unterscheidet sich, abgesehen von den weiteren darin eingebetteten Zellen, von dem Hornbast von *Prunus Avium* durch die Vertheilungsweise, indem es geschlossene mit den ebenfalls geschlossenen Bastschichten abwechselnde Schichten bildet. Wie dort, so bildet auch hier dieses Gewebe die Quelle für die Bildung des Gummis. Denn nicht nur, dass die in solchen Rindenstücken häufig eingelagerten Gummimassen schichtenartig mit den Bastschichten abwechselnd jenes dichte Gewebe ersetzen, an manchen Stellen, z. B. in der äussersten aus Gummi bestehenden Schicht (g) des VII. 7. dargestellten Rindenstückes, ebenso nach der Seite hin, kann man auch einen ganz allmählichen Uebergang des Horngewebes in die vollkommen structurlose Gummimasse beobachten, so dass kein Zweifel besteht, die letztere ist entstanden aus den aufgelockerten und durch Verschwinden der Zellenhöhlen zu einer homogenen Masse zusammengeflossenen Zellenwänden, womit gleichzeitig eine chemische Veränderung der Cellulose in den auflöselichen Zustand des Arabins stattfand. — In dem fertigen Gummi, wie es namentlich in grösseren Massen nach aussen hervorquillt, zeigt sich, wie gesagt, keine Structur mehr, nur hier und da liegen vereinzelte dünnwandige Zellen, welche wahrscheinlich die innere, nicht gummi-ficirte Schicht der oben genannten grösseren Zellen des dichten Gewebes darstellen; auch finden sich darin zuweilen Gruppen von kleinen dickwandigen Zellen eingelagert, welche den Bastbündeln entsprechen. Einmal fand ich auch eine Gummimasse eingeschlossen in einem Fragment von Holz, vielleicht zum Zeichen, dass auch das Holzgewebe die Gummimetamorphose erleiden kann.

Die Abstammung des Gummi arabicum von anderen Arten derselben Gattung *Acacia* berechtigt uns, die oben nachgewiesene Bedeutung des Senegalgummi ohne Bedenken auch für jenes anzunehmen. Bedürfte es noch weiterer Gründe, so könnten wir als einen solchen noch anführen, dass sich in einer mir unter der Bezeichnung „Gummi australe“ vorliegenden Form des Arabins Amylumkörner eingelagert finden.

Es müssen aber hier namentlich gewisse Erscheinungen hervorgehoben werden, welche geeignet sind, einen genetischen Zusammenhang zwischen dem Arabin und Bassorin zu beweisen.

Es sind diejenigen Gummarten, in welchen diese beiden Bestandtheile mit einander verbunden vorkommen. Hierher gehört vor Allem das Kirschgummi, und wir hatten bei der Beobachtung der Entstehung aus Zellenwänden zugleich Gelegenheit, direct wahrzunehmen, dass der Zellstoff sich zunächst in Bassorin und dieses in Arabin umwandelt. Auch das Senegalgummi enthält, wie aus dessen im Vergleich zum Gummi arabicum geringerer Löslichkeit und aus der etwas gallertartigen Beschaffenheit seiner Lösung hervorgeht, neben dem Arabin eine geringe Beimengung von Bassorin, während andererseits im Traganth neben dem vorwaltenden Bassorin eine Spur von Arabin vorhanden ist. Da nun sowohl das Bassorin als das Arabin als Umwandlungsproduct der Cellulose nachgewiesen worden ist, so müssen wir wohl die Ursache jener Vermischung beider Stoffe darin finden, dass sowohl im Senegalgummi als im Traganth die Umwandlung der Cellulose in Arabin unvollständig, und zwar im ersteren in höherem, im Traganth in geringerem Grade stattgefunden habe. Ausser Zweifel wird diese Ansicht gestellt durch folgenden Versuch. Benetzt man die Schnittfläche des Traganth mit Alkohol, so entsteht eine milchige Trübung, offenbar weil das im Traganth vertheilte Arabin durch den Alkohol gefällt wird. Unter dem Mikroskop äussert sich diess an einem dünnen Schnitt dadurch, dass weder innerhalb noch ausserhalb der Traganthzellen eine Trübung des Alkohols stattfindet, sondern die aufgequollenen, an sich vollkommen homogenen und durchsichtigen Zellenwände trübe werden, woraus folgt, dass das Arabin im Traganth weder neben und zwischen den Bassorinzellen, noch als Inhalt derselben seinen Sitz hat, sondern die Substanz der Zellenwände gleichmässig durchdringt, d. h. dass einzelne Molecule des aus dem Zellstoff hervorgegangenen Bassorins sich noch weiter in Arabin verwandelt haben.

Dieselbe Entstehungsweise wie die der Gummate lässt sich auch für die in ähnlicher Weise in der Form von erhärtenden Milchsäften aus den Pflanzen ausgeschiedenen Gummiharze, welche aus Harz, Arabin, Bassorin, ätherischem Oel in wechselnden Verhältnissen bestehen, nachweisen. Das Bdellium kommt meist nicht in „Mandeln“ von homogener Beschaffenheit sondern als Naturellsorte in Stücken vor, welche von Rindentheilen durchsetzt sind oder richtiger als Rindenstücke, in denen Gummiharz eingelagert ist. Das braune Rindengewebe (VII. 9., h.) sowohl als die Gummiharzmasse (g) sind mannichfach durchsetzt von hel-

len Peridermhäuten (pd). Das erstere besteht zum grössten Theil aus einer braunen, fast homogenen Substanz, welche sich als schmalere und breitere Stränge verzweigt, netzförmig unregelmässige, grosse und kleine, mit braunem Parenchym ausgefüllte Zwischenräume bildend, und welche bei genauer Betrachtung ein dichtes Gewebe aus verdickten, innig verschmolzenen Zellen, ähnlich dem Gummi erzeugenden Horngewebe der Kirschbaumrinde, darstellt. Wie dort löst sich auch hier dieses Gewebe, wie man sich durch deutliche Uebergänge überzeugen kann, in Bassorin und weiterhin zum Theil in Arabin auf, das Harz auch jetzt noch wie vorher einschliessend. *) So verwandeln sich grössere oder kleinere Partien des Rindengewebes in gleichförmige Gummimassen.

Ähnliches lässt sich an manchen Stücken der Myrrhe beobachten. Selbst von solchen Stücken „schlechter Myrrhe“, welche matt und trübe, aber doch gleichförmig aus Gummiharz zu bestehen scheinen, bleibt, wenn man Harz und Gummi durch Kochen mit Alkohol und darauf mit Wasser ausgesogen hat, eine reichliche zusammenhängende holzige Masse zurück, welche unter dem Mikroskop die verschiedenen Gewebe der Rinde zeigt.

Auch bei dem ostindischen Weihrauch finden sich häufig Stücke mit anhängender Rinde, sowie solche, wo sich die Gummiharzmasse und das Rindengewebe unregelmässig durchdringen und bieten Gelegenheit, Uebergänge von einem Gewebe aus dickwandigen Zellen, welche in ihren Höhlen Harzkörner enthalten, in die homogene Masse zu beobachten.

Unter denjenigen Gummiharzen, welche in der Form weisslicher Milchsäfte aus verwundeten Stellen des Stengels oder der Wurzel mancher Umbelliferen ausfliessen, habe ich den obigen Ursprung bei *Asa foetida*, *Ammoniacum* und *Opopanax* beobachtet. Es finden sich hier zuweilen Theile des Stengels, namentlich des Holzrings, in der Gummimasse eingebettet, oder selbst die vollständige Rinde mit dem Holzcyylinder als mehr oder weniger geschlossene Platten, deren Inneres anstatt des Markes mit homogener Gummimasse ausgefüllt ist. Bei der *Asa foetida* liess sich ein allmählicher Uebergang der Rinde, namentlich eines dichtzelligen Gewebes aus engen, auf dem Querschnitt länglichen und schlänglig gekrümmten Zellen (Hornbast), in die Gummimasse wahrnehmen; besonders

*) Das Bdellium besteht nach Pelletier aus 59,0 % Harz, 36,6 % Bassorin, 9,2 % Arabin, 1,2 % ätherischem Oel.

scheint aber bei diesen Gewächsen das Mark der Sitz des Ursprungs für das Gummiharz zu sein. Das allmälliche Verschwinden der Zellstoffwände in das dem Gewebe angrenzende Gummiharz lässt sich besonders durch Anwendung von Chlorzinkjod sehr deutlich verfolgen; so fand ich bei dem *Ammoniacum* an der Grenze des Gewebes Zellen, deren Wand zur Hälfte noch reiner Zellstoff, zur anderen Hälfte bereits chemisch verändert war, und bei dem *Opopanax* füllen sich die Zellen des Markparenchyms mit Harz, die Wände lösen sich auf, und in der scheinbar homogenen Gummiharzmasse lassen sich stellenweise durch Chlorzinkjod noch die Zellenmembranen nachweisen. Der matte Bruch und die leichte Beschaffenheit des *Panaxgummi* beruht eben auf der reichlichen Vermengung mit parenchymatischem Gewebe, d. h. auf der verhältnissmässig unvollständigen Umwandlung desselben in Gummiharz.

Ueberhaupt hat bei den Gummiharzen der Unterschied zwischen besserer und geringerer Qualität hauptsächlich seinen Grund in dem Grade von Vollständigkeit, wie die Zellenwände sich in Gummi umgewandelt haben. Diejenigen Stücke, wo dies vollständig stattgefunden hat, bezeichnet man als „Mandeln“. Dass auch für diese sowie für solche Gummiharze, welche nicht geeignet sind, den Ursprung direct beobachten zu lassen, z. B. *Gummi Gutti*, dieselbe physiologische Bedeutung gilt, wird, abgesehen von der Analogie, durch die eigenthümliche Vertheilungsweise der beiden wesentlichen Bestandtheile, Gummi und Harz, mehr als wahrscheinlich. Von den drei überhaupt denkbaren Weisen, wie diese beiden Stoffe mit einander gemischt sein können: 1) beide Stoffe in grösseren oder kleineren Theilchen gemengt, d. h. neben einander gelagert, weder der eine noch der andere einschliessend oder eingeschlossen; 2) die Gummitheile in einer zusammenhängenden Harzmasse eingeschlossen; 3) die Harztheile in einer zusammenhängenden Gummimasse eingeschlossen, — finden wir stets den letzten Fall; denn die Gummiharze mit Wasser liefern eine Emulsion, indem das Gummi aufgelöst und die Harz- und Oeltheilchen frei werden; dagegen mit Alkohol behandelt, behält das Gummiharz seinen Zusammenhang, dünne Schnitte unter dem Mikroskop zeigen sich als zusammenhängende Masse, welche durch die durch Auflösung des Harzes entstandenen Höhlen corrodiert oder porös erscheint. Dieser innere Bau würde sich weder durch die Annahme, dass Harz und Gummi sich nach ihrem Ausscheiden aus

Zellen, noch durch die Annahme, dass sie sich innerhalb der Zellen mit einander gemischt hätten, sondern allein durch die Annahme, dass der Gummibestandtheil des Gummiharzes durch Deorganisation der das Harz einschliessenden Zellenwände entstanden ist, wobei trotz des flüssigen Zustandes die ursprüngliche Lagerung sich ziemlich erhalten hat, erklären lassen. Abweichend von dem eigentlichen Gummiharz verhalten sich die mit Unrecht denselben beigezählten ächten d. h. in gewissen Bastzellen enthaltenen Milchsäfte wie das Euphorbium.

Endlich findet eine Verwandlung der Zellenwände in Bassorin nach Kützing's Ansicht*) statt im Holz bei der Weissfäule, bei der Fäulniss und Gährung von Früchten und Wurzeln, sowie bei der Kartoffelkrankheit.

Während in den bisher betrachteten Fällen das Gummi als Product eines abnormen Auflösungsprocesses entsteht und demgemäss mehr zufällig in den Pflanzen auftritt, finden wir diese Substanzen, namentlich das Bassorin, auch häufig als Erzeugniss des normalen Pflanzenlebens in regelmässiger Weise auftretend. Aber auch hier beruht die Entstehung wahrscheinlich immer auf einer Umbildung der Zellenwand, jedenfalls aber nicht auf einer Absonderung aus den Zellen.

Hierher gehören zunächst diejenigen Fälle, wo die ganze Zellenwand wahrscheinlich von Anfang an nicht aus Cellulose sondern aus Bassorin besteht, und wo sich daher das ganze Pflanzengewebe oder gewisse Theile desselben in kaltem oder kochendem Wasser in Schleim auflöst, nämlich bei vielen Algen, z. B. *Sphaerococcus crispus*, die Markschicht des Thallus von *Cetraria islandica* und anderen Flechten, die Parenchymzellen der Wurzel von *Symphytum officinale*, die Albumenzellen von *Avena sativa* (Hafererschleim) und anderen Samen.***) Die Auflösung ist hier so vollständig, dass der Schleim ganz homogen erscheint.

Bei anderen Pflanzen hat das Bassorin seinen Sitz innerhalb gewisser von den übrigen ausgezeichneten Zellen (Gummizellen). Hierher gehören die grossen, mit homogenem farblosem Schleim erfüllten Zellen, welche im Gewebe der Orchisknollen (*Salep*) von

*) Philos. Botanik I. p. 207

**) Ob auch die Zellenwände der Orchisknollen aus Bassorin bestehen, ist mir zweifelhaft, indem ich dieselben beim anhaltenden Kochen mit Wasser bald in Schleim verwandelt, bald unverändert fand.

den übrigen, stärke-mehlhaltigen kleineren Zellen umgeben sind und als durchsichtige Punkte in der trüben mehligten oder hornartigen Substanz erscheinen, deren Inhalt beim Kochen durch Auflockerung der Zellenwände frei werdend den Salepschleim darstellt. Dieser homogene Inhalt färbt sich durch Jod violett (nach Schleiden variiert diese Färbung zu verschiedenen Vegetationszeiten zwischen röthlich-gelb, weinroth, violett bis blau). Diess deutet darauf hin, dass diese Form von Bassorin in einem näheren Verhältniss zum Zellstoff steht und vielleicht durch Auflösung bereits im Anfang vorhandener Verdickungsschichten der Zellenwand entstanden ist. Auch bei den Cacteen und in der Althaeawurzel findet sich ein homogener farbloser Schleim als ausschliesslicher Inhalt einzelner von den übrigen durch etwas grösseren Durchmesser unterschiedener Parenchymzellen. In beiden Fällen (z. B. bei *Opuntia elatior*, VII. 6.) finde ich in der Regel in der Mitte dieser Zellen mehr oder weniger deutliche Spuren einer undentlich begrenzten Höhle, von welcher zum Theil Strahlen (ähnlich den Porenkanälen verdickter Wände) ausgehend, den Schleiminhalt durchsetzen. Cramer giebt sogar an, bei den Cacteen regelmässige concentrische Schichten in dem Inhalt der Schleimzellen beobachtet zu haben. Hiernach ist es wohl mehr als wahrscheinlich, dass wir es auch hier mit mehr oder weniger vollständig deorganisirten Verdickungsschichten der Zellenwand zu thun haben. Gleiches gilt vielleicht auch für die nach Karsten (Abh. der Berliner Akademie 1847, p. 205) bei manchen Baumfarnen vorkommenden grossen gummihaltigen Zellen, sowie für die Gummizellen in dem aus der Familie der Mimosen stammenden *Cortex adstringens bras.* und in der Bast-schicht gewisser Zimmetrinden. Ganz unzweifelhaft ist dieser Ursprung des Pflanzenschleims innerhalb der Oberhautzellen verschiedener Samen, z. B. *Cydonia vulgaris*, *Linum usitatissimum*, *Plantago Psyllium* u. s. w., oder der Pericarprien bei den Compositen und Labiaten, sowie bei den Haaren mancher Samen, wo derselbe in Form von secundären, die Zellenhöhle fast ganz ausfüllenden Verdickungsschichten, besonders der Aussenwand, auftritt und beim Aufweichen, die primäre Membran sprengend, an die Oberfläche tritt und erst beim weiteren Aufquellen die Schichtenstructur verliert.*)

*) Mohl, Bot. Zeitung 1844, p. 323. — A. Braun, Verjüngung, p. 207. — Unger, Anatomie der Pflanze, p. 78. — Cramer in Nägeli und

Damit wird nicht in Abrede gestellt, dass es nicht auch Gummizellen geben könne, wo das Gummi von Anfang an als unorganisirt, d. h. als wirklicher Inhalt auftritt.

Wo die Gummistoffe auch als Inhalt eigener Gänge zwischen dem Gewebe, z. B. bei den Cycadeen, vorkommen, glaube ich mich überzeugt zu haben, dass diese Gänge durch Auflösung gewisser Zellenpartieen entstehen, und dass das Gummi theils bereits als Inhalt dieser Zellen vorhanden war, theils aus der Verflüssigung der Zellenwände hervorgeht. Eigentliche Gummigefässe, durch Verflüssigung der horizontalen Scheidewände über einander stehender Zellen, fand Karsten (a. a. O.) bei den Marattiaceen. Dessen Angabe, dass hier auch die umgebenden Zellen an der Absonderung von Gummi Theil nehmen, bedürfte erst der Begründung.

Nirgend ist auch im normalen Pflanzenleben eine Erscheinung bekannt, welche Veranlassung zur Annahme einer Ausscheidung von Gummi aus Zellen giebt. Obnehin gehören alle zuletzt betrachteten Gummistoffe in die Kategorie des Bassorins, d. h. sind nicht wirklich auflöslich und daher für die Exosmose nicht geeignet.

Endlich müssen wir vielleicht in dieses Gebiet von Erscheinungen auch folgende rechnen. Bekanntlich lassen sich manche Pflanzengewebe, z. B. das der Kartoffel, schon durch Kochen mit Wasser in ihre einzelnen Zellen trennen, indem sich die benachbarten im status nascendi gleichsam zu einer einzigen verschmelzenden primären Zellenwände in ihre beiden Hälften spalten. Da die Zellenwände selbst hierbei keine Veränderung erleiden, so muss offenbar ein dieselben verbindender Stoff zwischen denselben vorhanden sein, welcher sich durch die Eigenschaft, in kochendem Wasser aufgelöst oder aufgelockert zu werden, sowie durch die Fähigkeit zu kleben, von dem fertigen Zellstoff der sich trennenden Zellenwände unterscheidet und daher wohl in die Reihe der Gummisubstanzen zu rechnen ist. Damit ist jedoch nicht gesagt,

Cramer: Pflanzenphysiolog. Untersuchungen, Heft 3., p. 1. — Karsten, Bot. Zeitung 1857, 318. — Hofmeister in den Berichten über die Verhandlungen der sächs. Gesellschaft zu Leipzig, Bd. VI. 1858. p. 18.

Der Schleim aus den Quittensamen ist nicht zu verwechseln mit dem, welchen das Fruchtfleisch liefert. Letzterer, das Pectin, bildet sich erst durch das Kochen und geht aus einem dünnflüssigen Zustand in den gallertartigen über.

dass dieser Stoff eine von den Zellenwänden unabhängige Existenz haben müsste; wir können uns das Dasein dieses hypothetischen Stoffes recht gut erklären, wenn wir annehmen, dass die benachbarten Zellmembranen in einem Stadium verwachsen sind, wo sie noch ganz aus Bassorin bestanden, und dass bei der weiteren Umbildung zu Cellulose nur die äusserste Oberfläche derselben die ursprüngliche Gummibeschaffenheit beibehalten hat. Erfolgt die Trennung der Zellen wie in den meisten Geweben erst mit Hilfe stärkerer Auflösungsmittel, so ist diess nur ein Zeichen, dass hier die Zellenwand an der Oberfläche sich der Natur des Zellstoffs mehr genähert hat. Auch die Verwachsung, z. B. des Propfrees, des Auges etc. mit dem Subject, nämlich die Verwachsung von Cambium mit Cambium, hat wohl ebenfalls ihren Grund in einer jugendlichen, mehr dem Bassorin als der reifen Cellulose entsprechenden Natur der Cambialzellenwände, — wogegen die Verwachsung zweier ausgebildeten Pflanzentheile eine nachträgliche Verflüssigung der in Berührung kommenden Zellenwände an ihrer Oberfläche voraussetzt, falls man nicht seine Zuflucht zur Annahme einer Ausscheidung einer verkittenden Substanz nehmen will. —

Die vorstehenden Nachweisungen über die Gummisubstanzen führen uns zu folgenden allgemeinen Ansichten.

a. Alle bekannten Fälle von Erzeugung gummiartiger Stoffe im Pflanzenreich zerfallen in zwei Klassen: in solche, wo dieselben als Erscheinungen des normalen Pflanzenlebens in bestimmter und gesetzmässiger Weise auftreten, nämlich wo die ganze Zellenwand (z. B. bei vielen höheren Algen, Wurzel von *Symphytum officinale*) oder die Verdickungsschichten derselben (Epidermis vieler Samen), oder wo der Inhalt gewisser Zellen (Althäuwurzel, Orchisknolle, Cacteen, Baumfarn) aus Bassorin besteht, — und in solche, wo die genannten Stoffe in abnormer und unregelmässiger Weise bei manchen Pflanzen als ungleichmässige Massen unter gewissen Umständen und ganz local innerhalb der Gewebe sich anhäufen oder auch nach aussen hervortreten (arabisches Gummi, Bassoragummi, Traganth, Kirschgummi).

b. Was die Entstehungsweise betrifft, so liegt der Erzeugung der letztgenannten Gummiarten nicht etwa, wie man anzunehmen pflegt, ein normaler Process zu Grunde, welcher, durch gewisse Ursachen krankhaft gesteigert, die Anhäufung oder Ausscheidung grösserer Gummimassen zur Folge hätte, vielmehr tritt in diesen Fällen die Gummibildung unter gewissen Umständen als eine neue

Errscheinung auf, und zwar dadurch, dass die aus Zellstoff bestehenden Zellenwände ganzer Gewebspartieen, sowie zum Theil auch die eingeschlossenen Stärkekörner chemisch umgebildet und mehr oder weniger vollständig deorganisirt werden. Von den in allen Lehrbüchern der Physiologie angenommenen „Gummigängen“ oder „Gummibehältern“, sei es, dass man darunter Kanäle mit einer eigenen Wand oder Intercellulargänge, in welchen sich das aus den angrenzenden Zellen oder anderwärts ausgesonderte Gummi ansammle, versteht, findet sich wenigstens bei denjenigen Pflanzen (*Acacia*, *Astragalus*, *Prunus*), für welche man sich durch die besonders reichliche Gummierzeugung zu jener Annahme vorzugsweise veranlasst sah, in Wirklichkeit auch nicht eine Andeutung. Wirkliche Gummigänge, wo solche vorkommen (z. B. *Cycadeae*), sind sehr wahrscheinlich durch Auflösung der Zellenwände gewisser Gewebsstränge entstanden. Das Gummi als Ausfüllung eigener Zellen ist entweder wirklicher Zelleninhalt, oder beruht, wie für die meisten Fälle als wahrscheinlicher nachgewiesen ist, auf einer Aufquellung der Verdickungsschichten der Wand. Dagegen fehlt es für die Annahme einer Aussonderung gummiiger Substanzen aus dem Inneren gewisser Zellen nach aussen schlechterdings an irgend einer Thatsache sowohl im abnormen als im normalen Pflanzenleben. Eine solche Ausscheidung würde überhaupt nur denkbar sein für die wirklich auflöslichen Formen des Gummi (*Dextrin* und *Arabin*)*); — für das *Bassorin*, und diesem gehören fast alle jene in Frage kommenden Gummisubstanzen an, ist, weil es nicht wirkliche Lösungen bildet, daher für eine Exosmose unfähig ist, eine Ausscheidung durch Zellenmembrane von vornherein unmöglich. Dass aber eine lösliche Gummiart erst ausserhalb der Zelle in *Bassorin* übergegangen sei, wird Niemand annehmen wollen. Obnehin hätte die so nahe liegende Entstehung der Gallerte aus *Carrageen* und isländischem Moos durch blosse Aufquellung der Zellenwände eher auf den Gedanken, die Gummistoffe überhaupt auf diese Weise zu erklären, als auf die jeder Basis entbehrende Fiction von Gummisecretion führen sollen.

c. Dass die sogenannten Kohlenhydrate nicht nur ihrer che-

*) Nach Hofmeister's Versuchen (Berichte über die Verhandlungen der sächs. Gesellschaft, IX. 1857. p. 157.) lässt die vegetabilische Membran eine Lösung von Gummi arabicum gar nicht und selbst bei erhöhtem Druck nur in geringem Grade durch.

mischen Zusammensetzung sondern auch ihrer physiologischen Bedeutung nach unter einander nahe verwandt sind, ist bekannt, namentlich hat man Gründe, einen unmittelbaren Uebergang zwischen Zucker, Dextrin und Amylum, sowie zwischen Zucker, Dextrin und Zellstoff im Lebensprocess der Pflanze anzunehmen. Durch die mitgetheilten Beobachtungen lernen wir nun einen solchen physiologischen Zusammenhang auch zwischen dem Zellstoff, Bassorin und Arabin kennen. Wir haben gesehen, dass diese Stoffe direct in einander übergehen und zwar stets in der angegebenen Reihenfolge, indem das Arabin, soweit bekannt ist, nicht anders in der Pflanze vorkommt als in Folge einer Metamorphose des Zellstoffs, und zwar nicht direct, sondern nach Durchlaufung des Bassorins als regelmässiger Durchgangsform. Hierbei bemerken wir, dass zwischen diesen drei Stoffen ein Fortschritt einerseits in Beziehung auf die Löslichkeit (Zellstoff im Wasser unlöslich und nicht gallertartig aufquellend, Bassorin unlöslich aber aufquellend, Arabin löslich), andererseits parallel damit eine fortschreitende Abnahme der plastischen Beschaffenheit (der Zellstoff stets in bestimmter Form als scharf begrenzte Zellenmembran, das Bassorin theils in Form von Zellenwänden oder deren Verdickungsschichten, theils formlos, das Arabin stets vollkommen amorph und structurlos) stattfindet. In letzterer Beziehung repräsentiren die drei Substanzen: Zellstoff, Bassorin, Arabin, drei verschiedene Stufen eines Entbildungsprocesses.

Indem ich sage: drei verschiedene Stufen, halte ich vorläufig die gewöhnliche Ansicht fest, wonach diese drei Stoffe zwar als nahe verwandt, aber gleichwohl als drei durch bestimmte Merkmale gegeneinander charakterisirte, deshalb mit besonderen Namen bezeichnete Verbindungen betrachtet werden. Diese Merkmale sind theils die oben angeführten, den Grad der Löslichkeit und plastischen Fähigkeit betreffenden, theils kommt dazu noch das verschiedene Verhalten gegen Jod*), indem nach der gewöhnlichen Annahme die blaue oder röthliche Färbung durch Jod als charakteristisch für Cellulose zum Unterschied von Bassorin (und Arabin) gilt. Diese Unterscheidung wird aber durch die im Vorhergehenden mitgetheilten, sowie durch andere Thatsachen wesentlich modificirt. Denn es ergibt sich daraus, dass die Grenzlinien, je nachdem man die Löslichkeit oder das Verhalten gegen Jod als

*) Jod oder Jod und Schwefelsäure oder Chlorzinkjod ist hier gleichgiltig.

Kriterium wählt, keineswegs zusammenfallen, indem wir Bildungen finden, welche nach dem einen Kriterium als Zellstoff, nach dem anderen Kriterium als Bassorin bestimmt werden müssen, wie z. B. die Zellenwände der Fucoideen nach ihrer gallertartigen Beschaffenheit zum Bassorin, wegen ihrer Reaction gegen Jod grossentheils zur Cellulose gehören u. s. w. Zwar ist der Zellstoff durch die vollständige Unlöslichkeit von dem vollständig löslichen Arabin scharf genug unterschieden, dazwischen aber liegt das Bassorin in allen möglichen Graden der Fähigkeit aufzuquellen, worin es sich einerseits dem Zellstoff, andererseits dem Arabin annähert; und so werden auch in Beziehung auf die Form die beiden äussersten Gegensätze der Reihe, von denen der Zellstoff nie ohne, das Arabin nie mit Structur auftritt, durch das Bassorin vermittelt; denn wir finden denselben Stoff bald als Membran vegetirender Zellen (Algen, Wurzel von Symphytum), bald als eine dichte Gummimasse, in welcher wie beim Traganth nur die mehr oder weniger deutlichen Spuren eines untergegangenen Zellenbaues zu erkennen sind, bald als vollkommen homogenen Schleim wie in Orchisknollen und bei den Cacteen von Natur, oder beim Carrageen etc. in Folge der künstlichen Aufquellung, an welche Form sich das absolut structurlose Arabin unmittelbar anreicht. Ebenso äussert sich die blaue Färbung durch Jod schon bei verschiedenen Formen des Zellstoffs in sehr verschiedenem Grade, sie zeigt sich namentlich auch bei dem Bassorin, und zwar sowohl da, wo diese Substanz als Membran unversehrter Zellen auftritt, wie bei den höheren Algen, in der Epidermis vieler Samen etc., als auch da, wo dieselbe, im Begriff sich aufzulösen, noch die Umrisse der zerfließenden Zellenwände zeigt (wie beim Traganth); und selbst da, wo das Bassorin vollkommen structurlos erscheint, erfolgt häufig noch die blaue Färbung wie beim Schleim der Quittensamen, des Salep, der Symphytumwurzel; während alle diese Zustände des Bassorins in anderen Fällen die Färbung nicht erleiden. So kommt es, dass unter der gemeinschaftlichen Bezeichnung Bassorin Substanzen zusammenbegriffen werden, welche — wie die erst durch Kochen zu erweichende, durch Jod augenblicklich blau werdende Membran des normalen Fucusgewebes und andererseits der an sich flüssige schleimige, durch Jod nicht gebläute Inhalt vieler Zellen — ungleich verschiedenartiger sind als gewisse Formen von Bassorin im Vergleich zur Cellulose, wie denn in der That der Membran-

stoff der höheren Algen oder von *Cetraria islandica* mit gleichem Recht als Cellulose wie als Bassorin zu bezeichnen ist. Kurz es ist in allen drei Beziehungen: Consistenz, Form (Structur) und Verhalten gegen Jod, geradezu unmöglich, den Begriff von Cellulose und Bassorin festzustellen.*)

Bestimmter lässt sich der Unterschied zwischen dem Bassorin und Arabin auffassen, indem für die Auflöslichkeit des letzteren gegenüber der bloss mechanischen Vertheilbarkeit des ersteren die Fähigkeit, geschlossene Membranen endosmotisch zu durchdringen, allerdings wenigstens dem Begriff nach ein scharfes Kriterium darbietet. In der Wirklichkeit möchte sich aber auch dieses schwerlich bewähren, wenn wir bedenken, dass bei der oben beschriebenen Entstehung des Arabins ein ganz stetiger Uebergang nicht nur vom Zellstoff in das Bassorin, sondern auch von diesem zu dem Arabin beobachtet wurde, so dass es unmöglich war, eine

*) Anders ist das Verhältniss zwischen Cellulose und Amylum. Zwar ist die früher übliche Unterscheidung, wonach Amylum durch Jod unmittelbar, Zellstoff erst durch Jod und Schwefelsäure blau gefärbt wird, weggefallen, seitdem man weiss, dass die Mitwirkung der Schwefelsäure nicht wesentlich ist, dass vielmehr auch Zellstoff häufig unmittelbar durch Jod gebläut wird, dass diess also nur eine relative Verschiedenheit ist. In chemischer Hinsicht bleibt nur der, vielleicht auch nicht absolute, Unterschied bestehen, dass beide Stoffe mit Salpetersäure Zersetzungsproducte von verschiedener Constitution liefern. Vor Allem zeigt sich eine durchgreifende Verschiedenheit beider Stoffe in ihrem morphologischen und physiologischen Verhalten, indem der Zellstoff nur in der Form von Zellenmembranen, das Stärkmehl nur in Form von Körnern als Zelleninhalt auftritt. Hiergegen würde freilich die Moosstärke als Substanz der Zellenwände bei den Flechten im Wege stehen, wenn es nicht ohnehin an der Zeit wäre, diesen Begriff, welcher lediglich auf die veraltete Ansicht, dass Blaufärbung durch Jod ein specifisches Merkmal für Stärkmehl sei, gegründet ist, mit letzterer Ansicht zugleich fallen zu lassen und die Substanz jener Zellenwände nach dem richtigeren Kriterium der Gestalt dem Begriff Cellulose, oder wenn man die Fähigkeit, durch Kochen zu einer homogenen Gallerte zu zerfliessen, in Betracht zieht, noch besser dem Bassorin unterzuordnen. — Ich stimme hierin Mohl bei, wogegen Nägeli (Stärkekörner, p. 209) den auf die Reaction durch Jod gegründeten Unterschied zwischen Cellulose und Amylum („Granulose“) festhält und die verschiedenen Grade der Blaufärbung durch Jod bei den organisirten Kohlenhydraten hauptsächlich aus dem ungleichen Mischungsverhältniss der beiden genannten Stoffe erklären will und diese Verschiedenheiten selbst mit drei Namen bezeichnet. Auch das verschiedene Verhalten der Cellulose und des Bassorins gegen Quellungs- und Lösungsmittel betrachtet er als relativ und bezeichnet in dieser Beziehung die erstere als „Medullin“, das andere als „Gelin“.

bestimmte Grenze zwischen diesen verschiedenen Zuständen anzugeben. *)

Es ergeben sich hiernach die oben als drei verschiedene Stufen des Entbildungsprocesses der Zellenwand aufgefassten Substanzen: Cellulose, Bassorin, Arabin, vielmehr bloss als drei zeitlich aufeinanderfolgende Formen oder Aggregatzustände eines und desselben in einer Metamorphose begriffenen chemisch bestimmten Stoffes, vorausgesetzt nämlich, dass diese drei Substanzen nach der früheren Ansicht der Chemiker in ihrer Constitution wirklich übereinstimmen. Nun hat aber bekanntlich Neubauer nachgewiesen, dass das Arabin eine Säure ist („Arabin-säure“), welche im Gummi arabicum mit Kalk etc., zu einem Salz verbunden vorkommt. Nach Frémy**) wird diese Säure („Gummi-säure“) durch concentrirte Schwefelsäure oder durch Erhitzen bis 150° in eine isomere Verbindung: „Metagummi-säure“ (bezw. metagummisauren Kalk) umgewandelt, welche unlöslich sein und mit dem Bassorin im Bassoragummi im Wesentlichen übereinstimmen soll, und aus welcher man durch Basen sowie durch Kochen mit Wasser den löslichen gummisauren Kalk (Gummi arabicum) wieder herstellen könne. Ebenso soll das Bassoragummi, sowie der unlösliche Bestandtheil des Kirschgummis, das Cerasin (nach Frémy: „Metagummi-säure“), nachdem man es durch verdünnte Säure vom Kalk getrennt hat, durch Kalk in Arabin verwandelt werden.

Durch diese künstlichen Transformationen, wenn sie sich bewähren sollten, würde einerseits unsere im Obigen durch Beobachtung gewonnene Ansicht von einem genetischen Zusammenhang der genannten Stoffe eine Bestätigung auf experimentellem Wege finden, — andrerseits würde sich aber auch der Charakter jener Metamorphose bestimmter herausstellen und zwar nicht bloss als eine Veränderung des Aggregatzustandes, sondern zugleich als eine chemische Veränderung, indem jene Umbildungsproducte des Zellstoffs, der doch als ganz neutral betrachtet wird, den Charakter von Säuren annehmen, und zwar so fortschreitend, dass die Sättigungscapazität derselben in dem Maass zunimmt, wie die Organisation verschwindet.

d. Die vorstehende Betrachtung knüpfte sich zunächst an ge-

*) Vergl. auch die Anm. p. 152.

**) Comptes rendus 1860 p. 124.

wisse Fälle einer abnormen oder zufälligen Entbildung der Zellmembran an. Wir werden dadurch an eine Reihe von ungleich wichtigeren Erscheinungen im normalen Pflanzenleben erinnert, wo die Membranen gewisser Gewebe durch die Vegetation selbst aufgelöst und resorbiert werden, z. B. der Eikern während der Entwicklung des Embryo, das Albumen beim Keimen, die Erzeugung von Luftlücken im Gewebe, namentlich die Auflösung des Markes (insofern hier nicht etwa nach der gewöhnlichen, mir übrigens nicht wahrscheinlichen Annahme eine bloss mechanische Zerreissung zu Grunde liegt), das Verschwinden der Mutterzellen u. s. w. *) Eins der Endproducte dieses Auflösungsprocesses des Zellstoffs beim Keimen ist bekanntlich das Dextrin, in seinen physikalischen Eigenschaften dem Arabin zunächst verwandt. Die Vergleichung mit dem oben betrachteten abnormen Deorganisationsprocess macht es nun wahrscheinlich, dass beide Processe analog sind, dass insbesondere, wie beide gleiche Ausgangspunkte und ähnliche Endpunkte haben, auch das Bassorin bei der normalen Entbildung ebenso wie bei abnormen als mittleres Stadium durchlaufen wird. Dafür scheinen auch manche Thatsachen, z. B. die Bildung der Gallerthülle bei den niederen Algen durch Auflockerung der Membranen der vorhergegangenen Zellengenerationen, zu sprechen; auch das oben erwähnte Auftreten von Bassorin als Inhalt vieler Zellen durch Auflockerung von Verdickungsschichten der Wand gehört vielleicht hierher.

e. Gegenüber diesem Entbildungsprocess, sowohl dem abnormen als dem normalen, findet in noch normalerer Weise, nämlich in allen lebendigen Zellen, ein Bildungsprocess statt, welcher mit dem Dextrin beginnt und mit dem Zellstoff (resp. Amylum) endigt, und welcher insofern als dem ersteren entgegengesetzt aber analog betrachtet werden muss, als das Product desselben mit dem Ausgangsglied von jenen übereinstimmt, und als andererseits das Dextrin als Ausgangsglied des letzteren mit dem Arabin als dem Endpunkt des ersteren wenigstens so nahe verwandt ist, dass man beide früher für identisch hielt. Der rückschreitenden Metamor-

*) Bei der trocknen Fäule des Holzes, deren Product jene meist weisse, markartig weiche, im Dunklen leuchtende Holzmasse ist, findet eine Auflösung der Verdickungsschichten der Holzzellen statt, so dass nur die dünnen primären Wände übrig bleiben. Andere hierher gehörige Fälle beschreibt A. Braun, Verjüngung, p. 202.

phose bei der Gummibildung aus dem Zellstoff entspricht also eine fortschreitende Metamorphose innerhalb der Zelle; von der letzteren kennen wir bis jetzt nur Anfang (Dextrin) und Ende (Cellulose, Amylum), aber die angegebene Analogie des Entbildungsprocesses macht es wahrscheinlich, dass, wie nachweislich dort, so auch hier das Bassorin eine wesentliche Rolle spielt, nämlich eine Durchgangsstufe zwischen dem Dextrin und Zellstoff (Amylum), gewissermaassen den unfertigen Zustand des Zellstoffs darstellt. Wesentlich unterstützt wird diese Hypothese, abgesehen von der isomeren Zusammensetzung und dem oben nachgewiesenen Mangel eines scharfen Unterschiedes zwischen Zellstoff und Bassorin, durch die Thatsache, dass das Bassorin in gewissen Fällen als Membran vegetirender Zellen auftritt.

f. Die eben aufgestellte Analogie zwischen dem abnormen Entbildungsprocess bei der Erzeugung der sich massenhaft im Gewebe anhäufenden Gummisubstanzen und dem normalen Bildungsprocess, dessen Product der Zellstoff (bezw. Amylum) ist, erleidet jedoch eine erhebliche Beschränkung, wenn wir bedenken, dass die als entsprechende Glieder angenommenen beiden Stoffe Arabin und Dextrin obwohl in ihren physikalischen Eigenschaften und in der elementaren Zusammensetzung einander sehr ähnlich, doch in anderer Beziehung sehr bestimmt unterschieden sind. Bekanntlich lenkt das Dextrin die Polarisationsebene nach rechts^{*)}, das Arabin nach links, — Dextrin verwandelt sich unmittelbar in Traubenzucker, Arabin thut diess erst mittelbar mit Durchlaufung eines Zwischenproductes (des „Gummidextrins“), — Dextrin ist eine neutrale Verbindung, Arabin verhält sich wie eine Säure und tritt, wie es scheint, stets in Verbindung mit Basen als Salz auf. Da nun auch in gewissen Fällen der Entbildung, z. B. bei der Auflösung des Albumens keimender Samen, nicht Arabin, sondern Dextrin erzeugt wird, so erscheint es naturgemässer, nicht sowohl einen Entbildungsprocess (rückschreitende Metamorphose) des Zellstoffs dem Bildungsprocess (fortschreitende Metamorphose), sondern vielmehr diejenige Stoffreihe, deren Endpunkt das Arabin ist, derjenigen Stoffreihe, in welcher das Dextrin, sei es als Anfangs- oder als Endglied, auftritt, gegenüber zu stellen, und wir wollen im Fol-

^{*)} Nach Béchamp (Comptes rendus, LI, p. 255) lenkt das aus Stärke dargestellte Dextrin die Polarisationsebene nach rechts, dagegen das aus Holzfaser gewonnene Dextrin nach links.

genden die erstere kurzweg als die Arabin-Metamorphose, die zweite als Dextrin-Metamorphose bezeichnen.

Zu der Arabin-Metamorphose gehört die Erzeugung von Bassoragummi, Traganth, Kirschgummi, arabischem Gummi und dessen Verwandten und von dem Gummi in den Gummiharzen.

Zu der Dextrin-Metamorphose gehört: 1) der normale Assimilationsprocess innerhalb lebender Zellen, nämlich die Umwandlung des Dextrins in Zellstoff (bezw. Amylum*), 2) die Bildung des Bassorins da wo es die ganze Membran lebender Zellen darstellt, z. B. bei vielen Algen, in den Orchisknollen, Wurzel von *Symphlytum officinale*, Marksicht von *Cetraria islandica* etc., Sporenschläuche der meisten Flechten, — 3) wahrscheinlich alle diejenigen Fälle, wo das Bassorin als Zelleninhalt auftritt, sei es als homogener Schleim (*Salep* etc.), oder als secundäre Verdickungsschichten (*Epidermis* der schleimgebenden Samen), — 4) diejenigen Fälle, wo im normalen Pflanzenleben die Zellenwand sowie das Amylum in Dextrin aufgelöst wird (Auflösung des Albumens beim Keimen, des Eikerns bei dem Reifen des Samens etc.). Für viele Fälle normaler Entbildung von Zellenwänden, z. B. der Mutterzellen, Bildung der Gallerthülle vieler niederen Algen, Auflösung ganzer Gewebspartieen im Innern der Pflanze etc., ist der Charakter der Metamorphose zweifelhaft, weil das Auflösungsproduct noch nicht bestimmt ist.

Insbesondere bedürfen die verschiedenen Formen des Bassorins einer genaueren chemischen Untersuchung. Es ist mir nämlich sehr wahrscheinlich, dass die mancherlei Bassorinformen nicht, wie man bisher annahm, chemisch identisch sind (denn die von manchen Chemikern aufgestellte Unterscheidung zwischen „Pflanzenschleim“ und „eigentlichem Bassorin“ beruht auf keinem wirklichen oder höchstens auf einem bloss relativen Unterschiede, und selbst die bedeutenden Abweichungen, welche bei dem Bassorin in Beziehung auf die Structur, auf die Consistenz und auf das Verhalten gegen Jod stattfinden, lassen, wie wir gesehen haben, durchaus keine scharfe Abgrenzung zu), sondern dass sich dieselben auf zwei chemisch verschiedene Stoffe zurückführen lassen werden,

*) Da Zellstoff und Amylum chemisch nicht wesentlich verschieden sind, und da beide aus dem Dextrin hervorgehen und in Dextrin zurückgeführt werden können, so dürfen wir die Erzeugung beider Stoffe vorläufig, namentlich gegenüber der Arabinmetamorphose, als gleichbedeutende Processe betrachten.

deren Unterschied, wenn auch nicht so bedeutend wie der zwischen Dextrin und Arabin, jedoch dem letzteren analog sein würde, indem die eine Art, aus dem Dextrin hervor- oder in dasselbe übergehend, sich als neutrales Kohlenhydrat, die andere Art dagegen als eine schwache Säure, welche in Verbindung mit Basen vorkommt, verhalten wird, wie diess letztere wirklich bereits von gewissen Bassorinformen bekannt ist. Auch wäre zu ermitteln, ob sich beide zum polarisirten Licht nicht entgegengesetzt verhalten. Dieser Unterschied zweier Modificationen des Bassorins muss natürlich auch durch zwei verschiedene Bezeichnungen ausgedrückt werden, deren Aufstellung jedoch sowie die zuvor erforderliche schärfere Begründung des Unterschiedes selbst den Chemikern zukommt.

Vor Allem macht sich der Gegensatz zwischen den beiden Arten der Gummimetamorphose in physiologischer Beziehung geltend. Die Dextrin-Metamorphose gehört nämlich, soweit bekannt ist, nur dem normalen Pflanzenleben an, sie hat ihren Sitz entweder im Inhalt der Zelle, oder, wo sie sich als rückschreitende Metamorphose, als Entbildung der Zellenwand äussert, da scheint sie stets von den innersten Schichten der letzteren zu beginnen und nach aussen fortzuschreiten. Im ersteren Falle sind die Stoffe dieser Reihe, namentlich das Dextrin, ein wesentlicher Factor des Zellenlebens, der Assimilation selbst, im anderen Falle scheint die Rückbildung und Auflösung der Zellenwand wesentlich von der Lebensthätigkeit im Innern der Zelle angeregt zu werden oder vielmehr die Auflösung selbst eine Form des Zellenlebens zu sein. In wie fern hierher auch gewisse Fälle normaler Entbildung ausserhalb der Zelle, namentlich die Auflösung der Mutterzellenwände, gehören, muss erst noch ermittelt werden. — Die Arabin-Metamorphose dagegen scheint stets als eine abnorme und unregelmässige Erscheinung im Leben der Pflanze aufzutreten; die hierher gehörige Entbildung der Zellenwand beginnt, wie oben nachgewiesen wurde, von aussen und schreitet nach innen fort, sie hat, wie es scheint, ihren ersten Grund in einem gewissen Zustand der betreffenden Zellenmembran und wird in ihrem weiteren Verlauf vielleicht sogar durch äussere (atmosphärische) Einflüsse bedingt; von der Lebensthätigkeit im Innern der Zelle dagegen ist sie nicht nur unabhängig, sondern es geht im Gegentheil aus den Thatsachen, wie namentlich für den Gummifluss beim Kirschbaum oben nachgewiesen wurde, mit grosser Wahrscheinlichkeit hervor, dass diese

Art der Deorganisation erst Folge eines beginnenden oder vollendeten Absterbens der betreffenden Partieen des Zellgewebes ist.

Während wir die Dextrin-Metamorphose als einen wesentlichen Vorgang im Lebensprocess selbst zu betrachten haben, erscheint daher die Arabin-Metamorphose gleichsam als ein mechanischer Process, als eine Art Zersetzung und Zerstörung, durch welche ganze Massen von Zellen untergehen, wogegen durch die Dextrin-Metamorphose in den meisten Fällen das Zellenleben erhalten wird, indem entweder der Inhalt zum Wachsthum der Wand oder die Substanz der Wand zur Speisung des Inhaltes verwandt wird. Bei der Dextrin-Metamorphose sind die Glieder derselben vom Dextrin bis zum Zellstoff und wieder zurück zum Dextrin activ, bei der Arabin-Metamorphose dagegen sind die Glieder derselben passiv, und nicht nur diese sondern auch alle übrigen Bestandtheile der Zelle werden von dem Auflösungsprocess ergriffen und dem Product der deorganisirten Zellenwand beigemengt. Daraus erklären sich denn auch gewisse Eigenschaften der hierher gehörigen Gummistoffe. So rührt die gelbe, braune oder rothe Farbe der meisten unter denselben theils von dem braunen Inhalt der Zellen, theils von einem auch die Zellenwände gelb oder braun färbenden Stoffe her, welcher anfangs farblos und durch Salzsäure violett gefärbt wird und weiterhin, wie ich anderwärts zeigen werde, aus einer Umwandlung des Gerbstoffs hervorgegangen ist; hiermit stimmt der Umstand überein, dass bei *Prunus Avium* dasjenige Gummi, welches aus den durch Salzsäure sich violett färbenden Wänden der Gefässe und des Holzparenchyms, sowie aus dem ursprünglich gerbstoffhaltigen Parenchym der Borke entspringt, stets rothbraun gefärbt, dagegen dasjenige Gummi, welches durch Umwandlung der die violette Färbung durch Salzsäure nicht erleidenden Gewebe der Rinde (Steinparenchym, Hornbast und Periderma) entstanden ist, anfangs wenigstens farblos ist; ferner gehört hierher die Erscheinung, dass die braune Farbe besonders bei denjenigen Gummiarten vorkommt, welche aus der sehr gerbstoffreichen Gattung *Acacia* abstammen, während der Traganth, dessen Stammpflanzen arm oder frei von Gerbstoff sind, nicht merklich gefärbt erscheint. So erklärt sich ferner auch der regelmässige Aschengehalt der mit dem Arabin verwandten Gummiarten, welcher beim Gummi arabicum circa 3 pCt. beträgt und auch bei dem Bassoragummi etc. nicht fehlt, nunmehr einfach aus den in den Zellen, durch deren gänzliche

Auflösung das Gummi entstanden ist, enthaltenen mineralischen Bestandtheilen, während das Dextrin als activer Stoff sich in seiner chemischen Reinheit behauptet. Selbst der saure Charakter dieser Gummiarten hängt wahrscheinlich mit der ihre Entstehung begleitenden Zersetzung zusammen, und es ist die Frage, ob nicht bereits die Cellulose selbst, schon ehe sie der Deorganisation unterliegt, sich als eine schwache Säure verhält und mit den in derselben vorhandenen mineralischen Basen chemisch verbunden ist. *) Zwar reagirt wenigstens bei *Prunus*, wie oben bemerkt wurde, das gummierzeugende Gewebe auf Cellulose, gleichwohl ist es wahrscheinlich, dass Zellenwände, welche im Begriff sind, sich in Arabin aufzulösen (gleichsam passiver Zellstoff), chemisch nicht ganz identisch sein werden mit denjenigen Zellenwänden oder Membranschichten, welche sich eben erst aus Dextrin gebildet haben oder fähig sind, in diesen letzteren Stoff zurückverwandelt zu werden (activer Zellstoff), dass also die Dextrin- und Arabin-Metamorphose auch in ihren plastischen Formen einen wenn auch weniger scharf ausgeprägten chemischen Gegensatz bilden.

Ganz besonders spricht sich ein Gegensatz zwischen beiden verwandten Stoffreihen darin aus, dass die des Dextrins in doppelter Richtung, als vor- und rückschreitende, die des Arabins dagegen nur als rückschreitende Metamorphose auftritt, d. h. dass das Dextrin nicht nur durch Entbildung aus dem Zellstoff erzeugt wird, sondern auch und zwar noch regelmässiger in Zellstoff umgewandelt wird, während das Arabin, freilich schon deswegen, weil es nicht als Inhalt der Zelle auftritt, nicht fähig, aufsteigend wieder in Bassorin und Zellstoff überzugehen, d. h. nicht assimilirbar ist. Mit anderen Worten, die Stoffe der Dextrin-Metamorphose bleiben als Material für den Organismus erhalten, durch die Arabin-Metamorphose wird die Substanz der Zellen, selbst wenn die letzteren nicht schon vorher abgestorben waren, dem Gesamtorganismus für immer entzogen und erleiden insofern eine Secretion. —

Mit den gummiartigen Substanzen sind die sogenannten Pectinstoffe verwandt, welche im Fleisch saftiger Früchte und Wurzeln vorkommen und den ausgezogenen Säften derselben, mit Zucker

*) Dass die Kieselerde, wo sie in der Zellenwand vorkommt, mit der Cellulose eine chemische Verbindung bildet, stellt Schnizlein als wahrscheinlich dar (Wissensch. Mittheilungen der phys.-mathem. Soc. zu Erlangen, I. Bd. 2. Hft. 1859, p. 74).

oder mit Alkalien gekocht, eine gallertartige Beschaffenheit verleihen, von den Kohlenhydraten aber durch einen grösseren Gehalt an Sauerstoff verschieden sind. Bedenkt man, dass diese Stoffe eine Reihe isomerer Verbindungen bilden, welche mit einer unlöslichen, der Pectose, beginnt, die im unreifen Zustand in den Früchten enthalten ist, — dass dieselbe beim Reifen in das lösliche Pectin übergeht, welches dann gelatinirend zugleich den Charakter einer Säure (Pectinsäure) annimmt, und dass die weiteren Glieder der Reihe an Sättigungscapazität zunehmen in dem Maass, wie sie sich vom Pectin entfernen, so fällt uns ein gewisser Parallelismus mit den Gliedern der Gummireihe auf*), und es liegt die Vermuthung nahe, dass die Pectose durch eine analoge Metamorphose wie das Bassorin aus der Zellenmembran, und daraus das Pectin, ähnlich wie aus dem Bassorin das Arabin oder besser, in Anbetracht, dass die Pectinbildung als eine normale Erscheinung und wahrscheinlich auf der inneren Wand der Zellenmembran stattfindet, das Dextrin hervorgebe.**)

Der Zucker ist in der Pflanze vorzugsweise im Zelleninhalt gelöst, wird ausserdem in vielen Fällen aus den Zellen ausgesondert; ich halte es aber für nicht unwahrscheinlich, dass auch aus dem Auflösungsprocess von Zellenwänden Zucker hervorgehen kann, z. B. die Manna. Was für diese Vermuthung zu sprechen

*) Es ist jedoch nicht zu übersehen, dass die Pectose nicht wie das Bassorin eine Structur erkennen lässt, und dass die Gallertbeschaffenheit der Pectinstoffe einen ganz anderen Grund hat als die des Bassorins; während nämlich die letztere auf der unvollständigen Deorganisation der Zellenmembranen beruht, also einen Zwischenzustand zwischen dem Festen und Flüssigen darstellt, so tritt der Gallertzustand der Pectinstoffe in einer vollkommen klaren Flüssigkeit auf und besitzt daher durchaus keine Structur.

**) Diese Vermuthung steht im Einklang mit der Erscheinung, dass während des Reifens der Früchte der Gehalt an Cellulose abnimmt, nämlich nach Frémy (Comptes rendus XLVIII, p. 203) vom 16. Juni bis 28. August bei der Winterbirne von 17,7% bis auf 3,4%, bei der Sommerbirne von 13,4% bis auf 3,5%. Und zwar würde, wenn die Ansicht von Frémy, dass bei den Früchten die äussere Membran der Zellen wesentlich aus Cellulose, die innere Schicht aus einer Pectinsubstanz bestehe, begründet ist, jene Metamorphose der Zellenmembran von innen nach aussen erfolgen, also umgekehrt wie die Umwandlung der Membran in Bassorin, z. B. beim Traganth. Auch Mulder (Physiol. Chemie) nimmt an, dass das Pectin einen Bestandtheil der Zellenwand bilde, jedoch nicht als innere Schicht sondern als incrustirende Substanz (?) die Membran durchdringend und verdickend, bei der Reife entstehend, wobei die vorher undurchsichtigen und festen Zellenwände lose und durchscheinend werden sollen.

scheint, ist der Umstand, dass bei derjenigen Entbildung der Zellenwand und des Stärkmehls, welche innerhalb der Zelle beim Keimen stattfindet, ebenfalls der Zucker neben dem Dextrin das Hauptproduct ist, sowie der Zucker auch künstlich, gleich dem Dextrin, aus der Cellulose durch Behandlung mit Säuren etc. dargestellt werden kann, — ferner das Vorkommen von Amylum in der Manna, sowie die tropfenartige, denjenigen Gummiarten, deren Entstehung durch Deorganisation von Gewebsmassen nachgewiesen ist, ähnliche Form der Manna.*)

B. Harz und verwandte Stoffe.

Das Harz kommt in der Pflanze vor entweder innerhalb der Zellen z. B. in den Holzzellen der Nadelhölzer, von *Gnajakum officinale* etc., und ist hier vielleicht aus ätherischem Oel entstanden; — oder als Balsam d. h. Gemisch von Harz mit ätherischem Oel, in den sogenannten Harzgängen und Harzdrüsen zwischen dem Gewebe; nach der gewöhnlichen Ansicht**) soll es sich hier aus den den Kanal bekleidenden Zellen ergiessen, was aber, wie Karsten mit Recht bemerkt, von vornherein nicht wohl zu begreifen ist. Derselbe weist vielmehr nach***), dass das Harz hier durch Umwandlung und Verflüssigung der Membranen der jene Kanäle etc. ursprünglich ausfüllenden Gewebezellen entsteht, wobei zugleich das innerhalb dieser Zellen in kleinen Zellen eingeschlossene ätherische Oel durch Verflüssigung der letzteren frei werden und sich mit dem Harz mischen soll. Auf dieselbe Weise scheinen sich nach meiner Beobachtung die „Striemen“ in dem Pericarpium der Umbelliferen und der diese Intercellularräume erfüllende Balsam zu bilden. Hiernach sind die Balsame nicht als unvollständig in Harz verwandelte Oele, sondern als Gemische zweier Stoffe von verschiedenem Ursprung: von Harz als Umwandlungsproduct der Zellenwände und Oel als ursprünglichem Inhalt der aufgelösten

*) Auch Karsten (Bot. Zeit. 1857, p. 320) vermuthet diese Entstehungsweise des Zuckers in manchen Fällen, z. B. im Zuckerrohr, in den Nectarien der Blumen, wenn mir auch gerade für diese Fälle die Ansicht desselben nicht einleuchtend ist.

**) z. B. Schleiden, Grundz. Ed. II. T. I. p. 235.

***), Abh. d. Berliner Akademie 1847, p. 111. Bot. Zeitung 1857, p. 315 ff. Poggenдорfs Ann. 1860, No. 4, p. 640.

Zellen zu betrachten. Die sogenannte Verharzung der Balsame beruht wohl eher auf einer Verdunstung des ätherischen Oels in der Luft mit Zurücklassung des Harzes als auf einer Verwandlung des Oeles in Harz; und falls überhaupt eine solche in der Natur durch Oxydation, Wasseraufnahme u. s. w. stattfindet, so werden die auf solche Weise aus ätherischen Oelen hervorgegangenen Harze gewiss auch chemisch von den durch Umwandlung der Zellenwände entstandenen Harzen verschieden sein. Die meisten Harze bilden sich jedenfalls auf diese Weise und ohne Gegenwart und Bethheiligung ätherischer Oele. Nach Karsten wird die Masse des Harzes und Balsams noch erhöht durch eine jener Umbildung der Membranen in Harz vorhergehende Neubildung von Zellen in den alten. Endlich findet sich das Harz oder der Balsam in grösseren unregelmässigen Anhäufungen mitten im Gewebe, sei es in bis ins Unbestimmte erweiterten Harzgängen oder an beliebigen anderen Stellen, meistens aus der Oberfläche hervordringend und an der Luft erhärtend. Das Harz entsteht auch hier durch Deorganisation und Umwandlung ganzer Gewebsmassen in Harz. Karsten beschreibt diese Umwandlung in der äussersten Rinde einer *Caesalpinia* und bei der Entstehung des Harzes im Holz der Fichte. Das Harz, welches an den Wunden angehafter Stämme von *Abies pectinata* in reichlichen Massen gleichsam hervorquillt, bildet sich nach meiner Beobachtung in folgender Weise. Zunächst erscheint das Gewebe des Holzes und der Rinde mit Balsam getränkt, innerhalb desselben finden sich gangförmige oder drusenartige Harzmassen eingeschlossen, welche, wie man schon bei unmittelbarer Betrachtung aus dem Mangel an scharfer Abgrenzung gegen das benachbarte Gewebe sowie aus dem Umstande, dass das letztere nicht zerrissen sondern in der Richtung der Schichten unverändert ist, erkennt, nicht anderwärts entstanden und hier etwa zwischen das Gewebe ergossen sein können, sondern offenbar an Ort und Stelle selbst durch Umwandlung gewisser Gewebsmassen entstanden sind. Bestimmter ergiebt sich diess aus der mikroskopischen Beobachtung des Uebergangs vom Holzgewebe in die Harzmasse. Innerhalb einer jeden Zelle jenes mit Balsam getränkten Holzes zeigt sich eine Portion Balsam oder Harz als Wandbekleidung oder zum Theil tropfenartig zusammengeflossen, nach und nach ist die ganze Zellenhöhle damit erfüllt. In demselben Maasse nimmt die ursprüngliche Dicke der Zellenwände ab, welche zuletzt als zarte Umrisse sich allmählich in der

structurlosen Harzmasse verlieren. Bei diesem Uebergang zeigt das Harz anfangs noch Spuren des Zellenbaues und namentlich dadurch, dass die länger unverändert bleibenden Markstrahlen sich in die übrigens homogene Harzmasse fortsetzen, Andeutungen des strahligen Gefüges, ja selbst wo alle Structur verschwunden zu sein scheint und die Masse bereits fast ganz durch Alkohol auflöslich ist, erfolgt in derselben durch Chlorzinkjod noch stellenweise eine blaue Färbung zum Beweis, dass der Zellstoff noch nicht vollständig in Harz verwandelt ist. Aehnlich zeigt es sich in der Rinde, wo sowohl das Parenchym als der Hornbast und die Steinzellen an der Harzbildung Theil nehmen. — Auch im Innern des Holzes von *Pinus Strobus* sieht man das Harz in der Weise auftreten, dass die Wände einzelner Holzzellen oder ganzer Gruppen sich gelb färben und aufquellen und weiterhin zu einer gelben Harzmasse zusammenfliessen, in welcher Anfangs die Zellenumrisse noch undeutlich, zuletzt gar nicht mehr zu erkennen sind. — Denselben Ursprung ist mir für gewisse im Handel vorkommende Harze nachzuweisen gelungen.

Eine unter dem Namen Copalschlacke vorkommende Sorte Copal besteht grösstentheils aus Rindenstücken, welche mehr oder weniger reichlich von Harz durchdrungen sind und Gelegenheit geben, die Entstehung des letzteren zu beobachten. Die Rinde ist mit einer (VII. 13, a. 14) weissen Korkschicht mit verdickten Zellwänden bedeckt; die Parenchymschicht (VII. 13, b, d.) aus tangential gestreckten derbwandigen Zellen wird durchsetzt von einer weisslichen Schicht (VII. 13, c. 15) von innig zusammenhängenden Steinzellen; die Bastschicht (VII. 13, e. 16) besteht aus sehr genäherten Baststrahlen und diese aus einem dichten, scheinbar homogenen Gewebe (Hornprosenchym, h), welches sich unregelmässig verzweigt, im Ganzen aber peripherische Schichten bildet und in seinen Zwischenräumen unregelmässige Gruppen enger Bastzellen einschliesst. In dieser Rinde tritt das Harz an beliebigen Stellen in grossen und kleinen unregelmässigen Massen auf, von Rindengewebe umschlossen, oder dasselbe überwiegt über das letztere so, dass in der reichlichen Harzmasse grössere oder kleinere Partien von Zellgewebe eingeschlossen liegen (VII. 17. 18). An dünnen Schnitten erkennt man unter dem Mikroskop an manchen Stellen einen deutlichen Uebergang des Gewebes in das amorphe Harz, indem sogar das bereits als solches fertige Harz noch bestimmte Spuren des zelligen Baues zeigt. Es ist kein

Zweifel, dass das Harz durch Umwandlung und Verflüssigung ganzer Portionen von Rindensubstanz entstanden ist, und zwar, wie es scheint, ohne eine besondere Beziehung zu bestimmten Gewebsarten der Rinde.

Das in südlichen Gegenden aus den Epheustämmen ausgeschiedene Harz kommt bekanntlich im Handel in Stücken vor, welche neben dem Harz aus einer meist überwiegenden Menge von Pflanzensubstanz bestehen. Letzteres beruht aber keineswegs auf einer mechanischen Vermengung, wie die Pharmakognosten angeben*), sondern auf einer unvollständigen Umwandlung der Rinde in Harz. Diess kann man schon aus der Art und Weise erkennen, wie sich Harz und Zellgewebe durchdringen. Noch deutlicher wird diess bei der mikroskopischen Betrachtung durch den allmählichen Uebergang des Rindengewebes in die Harzmasse. Auch hier nehmen verschiedene Gewebsarten an der Metamorphose Theil. Ich beobachtete diess bei der aus Zellen, die auf ihrer inneren Wand sehr stark, auf der äusseren fast gar nicht verdickt, daher eine kleine excentrische Höhle besitzen, bestehenden Korkschicht (VII. 10), — welche in die homogene, die Oberfläche bedeckende Harzmasse (r) allmählich übergeht, — ferner bei dem dichten, fast homogenen, nur mit linienförmig gekrümmten Höhlen gezeichneten Gewebe (Hornbast, VII. 12), welches die Bastbündel umfließt, und welches stellenweise durch Harzmassen vertreten wird, die, zum Theil noch mit derselben Structur wie jenes versehen, allmählich in dasselbe übergehen. Endlich zeigte sich diess bei einem aus polyedrischen, stark und excentrisch verdickten Zellen bestehenden Gewebe (VII. 11); die Membran dieser Zellen, hier noch farblos und durch Chlorzinkjodlösung als Cellulose erkennbar, erscheint dort bereits gelb gefärbt; weiterhin werden die Umrisse weniger scharf, die Höhle verengt sich bis zum Verschwinden, und zuletzt ist die gelbe homogene Harzmasse (r) fertig. — Das Vorkommen einer gewissen Menge von Gummi als Bestandtheil des Epheuharzes deutet darauf hin, dass die Zellenwände an manchen Stellen eine Metamorphose nach einer andern Richtung in Gummi erfahren mögen.

Einen besonders lehrreichen Fall liefert das als „Resina Xantorrhoeae rubra“ oder „Gummi Nut“ in den Handel kommende rubinrothe Harz von *Xantorrhoea arborea* und *australis*. Die

*) „Conglomerat von Harz, Gummi und Rindenstücken“, Schleiden, Pharmakognosie, p. 456.

Stücke werden zum Theil von einem weisslichen, zerreiblichen Rindenparenchym bedeckt und nach innen zu von einem körnigen Gewebe unregelmässig-schichtenartig durchsetzt. Verfolgt man unter dem Mikroskop den Uebergang zwischen diesem Gewebe in die angrenzende Harzmasse, so kann man folgende Stufen einer allmählichen Umwandlung unterscheiden: 1) Zellen mit stark verdickten, porösen, fast farblosen Wänden, ohne Inhalt, 2) die Zellenwand gelb, nach innen mit einer braunen, die Höhle nicht ausfüllenden Harzmasse ganz oder stellenweis ausgekleidet, 3) die Zellenwand verdickt, braun, die Höhle mit Harz ausgefüllt, 4) eine homogene, aber auf dem Bruch nicht glasige Harzmasse, die sich aber durch Alkohol maceriren lässt, so dass nach der Auflösung des Harzes ein parenchymatisches Gewebe von dünnwandigen Zellen übrig bleibt, 5) eine homogene Harzmasse von glasigem Bruch, durch Weingeist ohne Rückstand löslich. Es geht hieraus hervor, dass das Harz sich nicht als ausgeschiedene Masse zwischen dem Zellgewebe ablagert, sondern dass es an derselben Stelle, wo es sich findet, auch entstanden ist, — dass die Erzeugung desselben innerhalb der Zellen beginnt, aber nicht sowohl aus dem Inhalt als auf Kosten der Zellenwände, deren Dicke von innen nach aussen allmählich in demselben Maasse abnimmt und zuletzt verschwindet, wie die Harzausfüllung der Höhle zunimmt. Auch wird bereits durch die von innen nach aussen die Zellenwand durchdringende gelbe und dann braunrothe Färbung eine allmähliche Umwandlung derselben in Harz angedeutet. — Dieselbe Ansicht gewährt das an den Schuppen derselben Bäume entstehende Harz.

Wie bei den oben beschriebenen so verhält es sich ohne Zweifel mit dem Ursprung aller übrigen Harze, welche sich in kleineren oder grösseren Massen in dem Pflanzengewebe scheinbar abgelagert finden oder aus der Oberfläche herausfliessen und in Tropfenform erhärten. Nur bei dem durch die Lackschildlaus hervorgerufenen Stocklack, welcher sich nicht sowohl als ausgeschiedene Harzmasse denn vielmehr als die durch abnormen Harzreichthum zu einer dicken, nach aussen warzig hervortretenden Kruste angeschwollene Rinde selbst zeigt, scheint mir diese innere Harzanhäufung nicht auf einer Umwandlung von Zellenwänden, wenigstens nicht in der oben beschriebenen Weise, noch weniger aber in einer Absonderung des Harzes aus den Zellen, sondern darin ihren Grund zu haben, dass gewisse auch in der nor-

malen Rinde ausserhalb des Bastes befindliche grössere rundliche mit Harz erfüllte Zellen in Folge des Insectenstiches sich in grösserer Masse ausbilden.

Aus den mitgetheilten Beobachtungen ergibt sich, dass die Erzeugung der Harze im Pflanzenkörper vorzugsweise auf einer mit Verflüssigung und Deorganisation verbundenen chemischen Umwandlung der Zellenmembran beruht. Und zwar beginnt in den genauer untersuchten Fällen diese Umwandlung, abweichend von der Arabin-Metamorphose, auf der inneren Wand der Zelle, nach aussen fortschreitend, was darauf hindeuten scheint, dass der Process nicht sowohl durch eine Ursache von aussen als durch den Einfluss der Zellenthätigkeit selbst hervorgerufen wird, womit jedoch nicht im Widerspruch steht, dass derselbe im Wesentlichen eine Zersetzung in Folge des erlöschenden Lebens ist. In vielen Fällen wenigstens, namentlich wo die Harzbildung in abnormer Weise als Harzfluss in der Rinde oder als Kienkrankheit im Holz auftritt, scheinen die betreffenden Zellen bereits abgestorben zu sein, indem Stöcke und Wurzeln von alten gefällten Kiefern, nachdem sie viele (zuweilen einige hundert) Jahre in der Erde verborgen waren, am häufigsten und reichlichsten Kienholz liefern*), — während die normale Harzbildung in den eine bestimmte Anordnung zeigenden Harzgängen auf einen gewissen Einfluss des Pflanzenlebens schliessen lässt.

Ob ausserdem nach der gewöhnlichen Ansicht auch Harzbildung in der Pflanze durch Oxydation etc. ätherischer Oele stattfindet (wobin vielleicht das Vorkommen von Harz als Inhalt mancher Zellen sowie ein Theil des Harzgehaltes der Balsame gehören würden), bedarf genauerer Nachweisung. Jedenfalls ist zu vermuthen, dass wenn beide Arten der Harzerzeugung durch Umwandlung der Cellulose und der ätherischen Oele stattfinden, zwischen Harzen von so physiologisch-verschiedener Bedeutung sich auch bestimmte chemische Unterschiede ergeben werden, sobald die Harze einer genaueren chemischen Untersuchung als bisher unterworfen werden.

Worauf es uns vor Allem ankommt, ist die Feststellung der Thatsache, dass, soweit die Untersuchungen über die Entstehung der Harze reichen, keine einzige Erscheinung vorliegt, welche zur Annahme einer Absonderung von Harz aus geschlossenen Zellen

*) Meyen, Pflanzenpathologie p. 240.

bestimmte Veranlassung gäbe. Wo sich Harzmassen zwischen dem Zellgewebe finden, sind dieselben nachweislich aus untergegangenen Zellen entstanden; eine Ausschwitzung von Harz durch die Zellenwand ist überhaupt undenkbar, weil diess einen Zustand der Auflösung des Harzes voraussetzen würde, welcher innerhalb der Pflanze nicht stattfindet; höchstens liesse sich denken, dass ätherische Oele als solche aus der Zelle abgeschieden und erst ausserhalb in Harz verwandelt werden.

Das Wachs kommt theils im Inhalt der Zellen (wo es wahrscheinlich aus Stärkmehl gebildet wird), theils als abwischbarer „Reif“ mancher Früchte und Blätter, theils als homogener Ueberzug auf der Oberfläche der Gewächse vor. Die Entstehungsweise der den „Reif“ bildenden Wachskörnchen ist noch nicht erklärt, dass aber jener homogene Ueberzug, welcher die Unnetzbarkeit der Oberfläche der Pflanze bedingt, nicht wie Schleiden*) annimmt, aus den Epidermiszellen „ausgeschwitzt“ wird, sondern wahrscheinlich auf einer theilweisen Umwandlung der Cuticula in Harz oder Wachs beruht, habe ich bereits früher nachgewiesen**). Noch evidentere geht die Umwandlung des Zellstoffes in Wachs aus den Beobachtungen Karsten's an einer Palme, Klopstockia, bei welcher die ganze Epidermis in heissem Alkohol löslich ist***), und an den Früchten der Myrica caracasana, deren Cuticula sich ganz in Wachs verwandelt†), hervor. Dasselbe gilt ohne Zweifel auch für die reichliche Wachsbildung an der äusseren Rinde der Wachspalme. Die Umwandlung der Zellenwand schreitet hier zum Unterschied von der Harzbildung von aussen nach innen fort. Das Wachs dieser Palmen enthält übrigens nach Boussingault und Karsten zugleich Harz, und zwar wird nach Karsten††) zuerst das letztere gebildet und erst durch den Einfluss der Atmosphäre in Wachs verwandelt.

Auch ist hier zu erwähnen, dass Frémy †††) als Grundlage der durch Maceration isolirten Cuticula einen eignen Stoff, „Cutine“, nachgewiesen hat, welcher sich sowohl durch seine Zusammen-

*) Grundzüge d. wissensch. Bot. Ed. II. B. I. p. 186.

**) Bot. Zeitung 1850, p. 426.

**) Abhandl. der Berl. Acad. 1847, p. 111.

†) Bot. Zeitung 1857, p. 314.

††) Poggendorf's Ann. 1860, No. 4.

†††) Ann. des sc. nat. 1859, p. 336.

setzung als durch sein Verhalten gegen Salpetersäure (Bildung von Korksäure) und gegen Alkalien (Verseifung) den Fettsubstanzen anzuschliessen scheint.

Dass auch das Viscin in den Beeren der Mistel durch Auflösung der Zellenwände entsteht, ist unzweifelhaft. Auf dieselbe Weise erklärt Schleiden*) die Viscinbildung im Fruchtboden von *Atractylis gummifera*, sowie die Proscolle bei den Orchideen und den Stoff, durch welchen bei den Orchideen, *Onagrariceen* etc. der Pollen zusammengehalten wird. Der klebrige Stoff am Stengel von *Lychnis Viscaria* unterhalb eines jeden Knotens scheint dagegen ein Absonderungsproduct aus gewissen über die Epidermis etwas hervortretenden kugeligen Drüsenzellen zu sein, falls nicht etwa auch hier eine chemische Umwandlung der Membran dieser Zellen von aussen her stattfindet.

C. Intercellularsubstanz und Cuticula.

Von diesen beiden Structurverhältnissen der Pflanze, zu deren Erklärung man früher fast allgemein die Secretion einer nachher erhärtenden Substanz aus der Zelle annahm, glaube ich nachgewiesen zu haben*), dass sie lediglich auf einer chemischen und anatomischen Modification der Zellenwände selbst oder der Mutterzellenwände beruhen, und dass für die Annahme einer Secretionsfähigkeit der Zelle von dieser Seite her durchaus keine Veranlassung vorliegt. Es gereicht mir zur Befriedigung, dass diese vielfach angefochtene Ansicht allmählich immer mehr Eingang findet. Insbesondere sind seit meinen letzten Mittheilungen über diesen Gegenstand**) zwei gewichtige Gegner im Wesentlichen auf meine Seite getreten. H. v. Mohl, welcher zwar schon vor mir in einigen Punkten die richtige Auffassung vertreten, gleichwohl auch nach meiner ersten Untersuchung die Ansicht von einer die Zwischenräume zwischen den Zellen in manchen Fällen (Fucoideen, Nostochinen, Corticalschicht vieler Flechten, im Albumen mancher Leguminosen, zwischen den Holzzellen und in der Rinde) ausfüllenden, von den Zellen auf ihrer äusseren Fläche ausgeschiedenen

*) Grundz. der Bot. 2. Aufl. I. p. 194. II. 294.

**) Intercellularsubstanz und Cuticula. 1850.

***) Bot. Untersuchungen 1854, p. 67.

Intercellularsubstanz festgehalten hatte*), hat sich in der Folge**) für die Entstehung dieser Substanz durch Verwandlung der äusseren Zellschichten in eine mehr oder weniger structurlose Gallerte, unter anderen bei den genannten Algen und dem Albumen der Leguminosen, ausgesprochen und scheint dabei wohl auch die übrigen nicht genannten aber ganz analogen Fälle, z. B. das Holz etc., im Sinn zu haben.

Auch in Beziehung auf die Cuticula hat Mohl, nachdem er im Jahre 1849***) vermuthungsweise, später†) jedoch ganz bestimmt die Ansicht von einer von der Zellenwand und den durch letztere gebildeten „Cuticularschichten“ unabhängigen, auf der äusseren Seite derselben abgesonderten, bald dünnen, bald sehr dicken „eigentlichen Cuticula“ aufgestellt hatte, neuerdings diese Ansicht insofern aufgegeben, als er für die eigentliche Cuticula dasselbe Verhalten gegen das polarisirte Licht wie für die Cuticularschichten und demgemäss ein gleiches Verhältniss beider zur reinen Cellulose nachweist††), und indem überdiess die beigegefügte Abbildung der Epidermis von *Aloe obliqua* die äusserste (früher als „eigentliche Cuticula“ bezeichnete) Schicht als die primäre Membran der Epidermiszellen erkennen lässt.

Ebenso gab Schacht, in seiner „Pflanzenzelle“ (1852) der eifrigste Bekämpfer meiner Ansichten und Vertheidiger der Absonderungsnatur für Intercellularsubstanz und Cuticula, in Folge neuer durch meine Entgegnung veranlasster Untersuchungen diese Ansicht wenigstens für die erstere auf, indem er sich von der ursprünglichen Cellulosenatur der Intercellularsubstanz überzeugte und deren Ursprung aus einer Deorganisation („Zersetzung“) früherer Zellenmembranen ableitete.†††) Dass er hierfür nicht wie ich die äusseren Schichten der Wände von den Zellen selbst sondern die Membranen der untergegangenen Mutterzellen annimmt, ist für die vorliegende Frage gleichgiltig. Auch die Exine des Pollenkorns erklärt Schacht nicht mehr durch Secretion sondern durch Umwandlung von Schichten der Zellenmembran*†), wogegen von ihm für die Cuticula im

*) Grundz. der Anat. und Physiologie, 1851, p. 37.

**) Bot. Zeitung 1857, p. 42.

***) Bot. Zeitung 1849, p. 596.

†) Grundz. der Anat. und Physiologie, p. 40.

††) Bot. Zeitung 1858, p. 11. Tab. I. Fig. 7.

†††) Lehrb. der Anat. und Physiologie, I. p. 108 ff.

*†) Diese Jahrbücher, II. p. 135. — Schacht, Lehrbuch II. p. 358.

Allgemeinen die Erklärung durch Secretion mit unbegreiflicher Inconsequenz und trotz des Mangels an Beweisen festgehalten wird.*)

Unter diesen Umständen scheint es mir ausser Zweifel zu sein, dass auch die Bildung der Cuticula und der Intercellularsubstanz nicht auf einer Secretion sondern der Anlage nach auf der reinen Zellenmembran und weiterhin auf einer eigenthümlichen Modification derselben beruht. Was zunächst die Erscheinung der genannten Structurverhältnisse hervorruft, ist in den meisten Fällen eine auf gewisse einzelne Stellen sich beschränkende oder dasselbst vorherrschende secundäre Verdickung der Zellenwände, — nächst dem aber eine in Folge einer annähernd vollständigen Verschmelzung der secundären Schichten mehr oder weniger vollkommene Homogenität dieser partiellen Verdickungsmassen. Nur insofern nachgewiesen würde, dass dieser Mangel der bei verdickten Membranen sonst gewöhnlichen Structur erst auf einer nachträglichen Verschmelzung beruhe, könnte diese Erscheinung als eine theilweise Verflüssigung und Deorganisation der Zellenwand mit den übrigen im Obigen betrachteten Erscheinungen dieser Art zusammengestellt werden. Hierzu kommt eine weitere Metamorphose, wodurch die wahre Bedeutung der Intercellularsubstanz und der Cuticula als blosse Formen der Zellenwand in der Regel noch mehr verhüllt wird. Diese „Cuticularmetamorphose“, welche im Wesentlichen mit dem Verholungsprocess gleichbedeutend zu sein scheint, besteht nun einerseits in einer Modification der Zellenwand in ihrer physikalischen Beschaffenheit (nämlich in grösserem Widerstand gegen die auflösende Wirkung der Säuren und gegen die Blaufärbung durch Jod und Schwefelsäure**), andererseits in einer Infiltration mit einer fremden Substanz, in Folge deren die Zellenwand durch Jod oder Salpetersäure braun gefärbt wird. Beide Factoren dieser Metamorphose sind von einander unabhängig und nicht immer mit einander verbunden, der eine Factor, die physikalische Modification, geht der zeitlichen Entwicklung nach im Allgemeinen der chemischen Veränderung voran. Die erstere wird zunächst wahrscheinlich nur durch das von innen nach aussen zunehmende Alter der Schichten der einzelnen Zellenwand be-

*) „Der Baum“, 2. Aufl. p. 22.

**) Hofmeister ist es gelungen, in der äussersten von den „Cuticularschichten“ durch Maceration ablösbaren „Cuticula im engsten Sinne“ durch fort-

dingt, während die andere in einer aus dem Zelleninhalt ausgeschiedenen, die Wand durchdringenden Flüssigkeit begründet ist, falls nicht etwa der die Cuticula durchdringende, von der Cellulose verschiedene Stoff auf einer chemischen Metamorphose der letzteren selbst beruht (vergl. oben p. 169). Für beide Factoren, obgleich sie zunächst in dem Leben der einzelnen Zelle beruhen, macht sich, wenigstens bei der Cuticula, in zweiter Linie wahrscheinlich noch ein Einfluss von aussen geltend, welcher hier durch die Lage der nur mit der Aussenwand der Athmosphäre ausgesetzten Epidermiszellen bestimmt wird.*)

D. Allgemeine Ergebnisse.

Zum Schluss fassen wir die Hauptresultate der vorstehenden Untersuchung in folgenden Sätzen zusammen.

1. Während im Pflanzenkörper gewisse Gewebe, nachdem ihre Lebensthätigkeit erloschen und ihr flüssiger Inhalt verschwunden ist, mit ihren unveränderten Zellenwänden als in Ruhestand versetzte Bestandtheile während des ganzen Daseins des Pflanzenindividuums verharren, ist es andererseits eine weit verbreitete Erscheinung, dass gewisse andere Zellengruppen vollständig untergehen und als solche verschwinden, dadurch dass ihre Zellenwände (in gewissen Fällen auch die eingeschlossenen Amylum-Körner) verflüssigt und mit Aufgeben ihrer Form als Membran in eine structurlose Masse verwandelt werden, welche entweder als solche innerhalb des Gewebes abgelagert wird oder nach aussen ausfließt, oder vollständig aufgelöst und von den lebenden Zellen resorbiert wird.

2. Mit dieser Formveränderung oder Deorganisation der Zellenmembran ist aber stets eine chemische Umwandlung verbunden, oder vielmehr die letztere bedingt die erstere, so dass niemals eine Deorganisation ohne chemische Veränderung, wohl aber häufig die letztere bei unveränderter Form stattfindet. Diese chemische Umwandlung ist jedoch nicht in allen Fällen gemeinsame,

gesetzte Maceration Cellulose nachzuweisen. Berichte über die Verh. der k. sächs. Ges. 1858. X. p. 21.

*) Ausführlicher findet sich das Wesen der Cuticularmetamorphose, namentlich die Beziehungen der verschiedenen Factoren derselben zu einander, dargestellt in meiner Schrift: „Intercellularsubstanz und Cuticula“ p. 100.

sondern sie erfolgt nach verschiedenen Richtungen und liefert demnach ungleiche Producte.

Die bis jetzt bekannten Arten der Veränderung, welche die Zellenwand in der Natur ihres Stoffes erleiden kann, sind:

- a) die Dextrin-Metamorphose,
- b) die Arabin-Metamorphose,
- c) die Harz-Metamorphose,
- d) die Wachs-Metamorphose,
- e) die Viscin-Metamorphose,
- f) die Cuticular-Metamorphose, wohin vielleicht auch die Verholzung und Verkorkung der Cellulose gehört.

Noch nicht bestimmt nachgewiesen ist:

- g) die Pectin-Metamorphose,
- h) die Zucker-Metamorphose,
- i) die Oel-Metamorphose*)

und endlich diejenigen Fälle von Auflösung der Zellenwand, deren chemischer Charakter noch nicht bestimmt ermittelt ist, z. B. die Auflösung der Mutterzellenwände, die Vermoderung und die Fäulnis.

3. Physiologisch am wichtigsten erscheint die Dextrin-Metamorphose, weil auf ihr nicht nur eine Entbildung sondern auch die Bildung der Zellenwand beruht, und weil sie als eine durchaus normale, in keiner Zelle fehlende Lebensäusserung erscheint, während die übrigen nur den Entbildungsprocess vermitteln und normal nur in gewissen Zellen oder zufällig nur unter gewissen Umständen auftreten. Ueber den Antheil, welchen das Zellenleben an diesen letzteren chemischen Veränderungen hat, lässt sich bis jetzt weder etwas Allgemeines noch etwas Bestimmtes sagen. Die Viscin- und Pectinbildung gehört jedenfalls dem normalen Pflanzenleben an, eben so sicher steht die Vermoderung und Fäulnis ausserhalb der organischen Thätigkeit, die Arabin-, Harz- und Wachs-Metamorphose werden wahrscheinlich durch ein Erlöschen der Zellenthätigkeit bedingt. Gleichwohl muss die letztere wenigstens insofern einen Einfluss üben, als der Charakter, gleichsam

*) Die einzige Andeutung, dass die Zellenwand sich auch in fettes Oel umwandeln könne, rührt von Seiten der Chemie her, indem Blondeau de Carrolles glaubt, dass die Fettbildung in den Oliven auf einer Zersetzung der Holzfaser und der Gerbsäure beruhe. *L'institut* 1849, p. 194.

die Richtung der Metamorphose (ob Harz oder Gummi) dadurch bestimmt wird. Namentlich gilt diess für die Harzerzeugung, bei welcher, wie es scheint, die Umwandlung der Zellenwand immer von innen beginnend nach aussen fortschreitet, und wo zugleich die chemische Veränderung bedeutender ist als bei der Gummi-Metamorphose, in welcher der Zellstoff in der Elementarzusammensetzung nicht geändert wird, und welche, soviel bis jetzt bekannt ist, die Zellenwand von aussen her durchdringt.

Von besonderem physiologischen Interesse ist die Frage, in wie fern bestimmte Gewebe ausschliesslich oder vorzugsweise jener Umwandlung unterworfen sind? Nach den bis jetzt vorliegenden Beobachtungen giebt es zwar gewisse Gewebsarten, welche bei den betreffenden Pflanzen sich vor den übrigen durch die Neigung zur Deorganisation auszeichnen wie die Markstrahlen und das Mark bei Astragalus, das steinige Holzparenchym bei Prunus, namentlich das Hornbastgewebe bei Prunus und vielen anderen Pflanzen, bei den Umbelliferen zugleich das Mark, bei den Coniferen das Holz. Andererseits giebt es jedoch keine Gewebsart, welche regelmässig jene Veränderung erlitte, und eben so wenig eine, welche ein für allemal und bei allen Pflanzen von derselben unberührt bliebe, im Gegentheil haben wir sowohl bei der Gummi- als bei der Harzbildung gesehen, dass oft die verschiedenartigsten Structur-Elemente einer Pflanze gleichzeitig an der Metamorphose Theil nehmen. Es ist diess ein weiterer Beweis für die Ansicht, dass die Deorganisation ein Schicksal ist, welchem die Zellenmembran an und für sich unter gewissen Umständen unterworfen ist, und dass dabei das Leben der Zelle nur in sehr untergeordneter Weise in Betracht kommt.

Die Metamorphose selbst kann man sich aber auf zweierlei Weise vorstellen, entweder als eine reale chemische Umwandlung der Cellulose in Harz etc., oder so dass in der in einem beständigen Stoffwechsel begriffenen Zellenwand die Zellstoff-Molecule nach und nach verschwinden und durch die im Inhalt erzeugten Harz-Molecule ersetzt werden. Nach der ersteren Ansicht erleidet der Stoff selbst, nach der anderen der Process der Stoffbildung eine Metamorphose. Die erstere setzt mehr einen passiven Zustand der Zellenwand, die zweite dagegen eine fortdauernde, nur nach einer anderen Richtung abgelenkte Thätigkeit und Beweglichkeit des Inhaltes sowohl als der Membran der Zelle voraus, und hat die grössere Wahrscheinlichkeit besonders in denjenigen Fällen für sich,

in welchen wie bei der Harzbildung das Product der Metamorphose sich chemisch sehr heterogen gegenüber der Cellulose verhält, während die Annahme einer substanziellen Umwandlung da näher liegt, wo es wie z. B. das Arabin sich vom Zellstoff fast nur relativ, gewissermaassen nur durch den Aggregatzustand unterscheidet. Die eigentliche Beantwortung dieser Frage setzt namentlich eine genauere Erforschung der in Betracht kommenden Stoffe durch die Chemie voraus.*)

4. Schliesslich ergibt sich aus dem Mitgetheilten eine schärfere und richtigere Begrenzung für den in der Pflanzenphysiologie gangbaren Begriff: *Secretion*. Im weiteren Sinne kann man diesen Begriff allerdings, wie diess besonders von den älteren Pflanzenphysiologen zu geschehen pflegte, auf alle diejenigen Erscheinungen ausdehnen, wo gewisse Theile des Pflanzenkörpers aus dem Lebensverbande des gesamten Organismus ausgeschieden werden. Als dann muss man hierher nicht nur die aus der freien Oberfläche gewisser Zellen ausgesonderten Stoffe rechnen, sondern auch die Auflösungsproducte ganzer Zellen, ja sogar solche Zellen oder Gewebe, welche durch Erlöschen ihrer Thätigkeit und Verschwinden

*) Karsten's (Bot. Zeitung 1857, p. 321) Einwurf gegen die Substitutionshypothese, dass die Substanzen, welche den Zellstoff ersetzen, nicht in der das Pflanzengewebe tränkenden Flüssigkeit aufgelöst seien, ist nicht entscheidend, indem ja auch bei der gewöhnlichen Assimilation der Zellstoff selbst eben so wenig in dem Zellsaft aufgelöst ist, sondern erst in dem Moment sich bildet, in welchem er in der Wand abgelagert wird. Dagegen macht sich dieser Einwurf gerade gegenüber Karsten's Auffassungsweise geltend. Nach demselben „ist die Bildung des Wachses in der Zellenmembran allein durch das der letzteren innewohnende Vermögen zu erklären, aus dem Nahrungssafte, mit dem sie getränkt ist, dasjenige zu assimiliren, mit demjenigen Theile desselben sich chemisch zu verbinden, der geeignet ist, mit ihrer Substanz ein ihrer Natur und ihrer Bedeutung für den Pflanzenkörper entsprechendes Product hervorzubringen“ (Abh. der Berliner Akad. 1847, p. 111). Ebenso schreibt Karsten die Entstehung des Harzes, Gummis etc. der assimilirenden Thätigkeit der Zellenmembran zu. „Es ist derselbe Process, wie der der Assimilation der unorganischen Stoffe im Allgemeinen, in Folge dessen die Zellenmembran verhärtet oder verflüssigt wird, während in das Innere der Zelle der ausgeschiedene Antheil der neuen Verbindung eindringt und hier zur Entstehung neuer organisirter Formen Veranlassung giebt, deren oft rasch beendete Entfaltung ohne Zweifel die fernere Umbildung des organisch gewordenen Stoffes bezweckt und ihn zur Entstehung hoher organisirter Formen befähigt.“ Bot. Zeitung 1857, p. 321. Ich gestehe, dass ich mir nach diesen Darlegungen keine klare Vorstellung von der Ansicht Karsten's zu bilden vermag.

ihres flüssigen Inhaltes, übrigens unversehrt, gleichsam in Ruhestand versetzt werden (Kork, Borke, Mark etc.). Von einem anderen Gesichtspunkt hat man (namentlich Schleiden) auch sämtliche selbst in lebendigen Zellen enthaltenen Stoffe, welche nicht unmittelbar dem Assimilationsprocess dienen oder zu dienen scheinen (Harze, Farbstoffe, Gerbstoff, Alkaloide, Krystalle etc.), als Secretionsproducte bezeichnet. Verstehen wir aber unter Secretion eine Ausscheidung aus dem Organismus, so müssen wir gemäss unserer gegenwärtigen Auffassung des letzteren, wonach die ganze Pflanze ihrer physiologischen Bedeutung nach nichts ist als die Summe ihrer Zellen und die einzelne Zelle den Organismus selbst darstellt, den Begriff Secretion auf diejenigen Processe beschränken, wodurch gewisse Stoffe aus den Zellen durch die geschlossene Membran nach aussen abgeschieden werden. Selbst in der Thier-Physiologie, aus welcher man den Begriff Secretion ursprünglich für die Pflanze entlehnt hat, zeigt sich das Bestreben, denselben immer mehr auf eine Ausscheidung wirklicher Flüssigkeiten durch geschlossene Membranen mittelst der Diffusion (Schweiss, Harn, Absonderung) zu beschränken, während die Erzeugung des Eiters, der Milch, der Galle, des Schleims diesen Namen in Zukunft nicht mehr führen werden, — wie vielmehr in der Pflanze, wo die Zelle der einzige Sitz der Lebensthätigkeit ist?

Fassen wir nun die Secretion in diesem strengen Sinne auf, so findet, wie wir gesehen haben, für die meisten derjenigen Stoffe, deren Entstehung man bisher auf diese Weise erklärte, nämlich für das Arabin, Bassorin, Pectin, Harz, Balsam, Gummiharze, Viscin, Cuticula, Intercellularsubstanz sowie nach Mirbel, Reisseck und Schacht für die eigentlichen Milchsäfte, eine Secretion nicht statt. Vielmehr werden diese Stoffe entweder durch Umwandlung der Zellenwand oder innerhalb dieser Zellen erzeugt und bleiben in diesem Falle entweder innerhalb der Zellenhöhle eingeschlossen oder werden erst durch Auflösung der Wand frei. *)

Ogleich diese Ansicht sich nur auf die Nachweisung ein-

*) Die Bedeutung als Auswurfstoffe in jenem weiteren Sinn der Secretion erhalten diese Stoffe, falls nicht die betreffenden Zellen schon vorher abgestorben waren, durch die Umwandlung der Membran nur insofern, als mit der letzteren zugleich eine Formveränderung, eine Verflüssigung verbunden ist und somit die Integrität der Zellen aufgehoben wird. Die Bildung des Bassorins gestattet noch eine Fortdauer des Zellenlebens, so lange dieser Stoff eine geschlossene Zellenwand bildet, wie wir an den normalen Bassorinzellen sehen.

zelner Fälle gründet, so können wir uns doch allgemein dahin aussprechen, dass überhaupt eine Secretion in unserem Sinne nur für solche Stoffe denkbar ist, welche geeignet sind, die Zellenwand auf dem Weg der Diffusion zu durchdringen, also für gasförmige, flüssige oder in Wasser vollkommen auflösliche.

Wenn hiernach das Gebiet der Secretionserscheinungen wesentlich beschränkt ist, so soll damit zwar keineswegs die Erscheinung im Allgemeinen geleugnet werden, aber in zweifelhaften Fällen hat die Frage: ob ein gewisser Stoff durch Secretion entstanden sei? jetzt einen wesentlich anderen Stand als früher. Während nämlich bisher die Secretion in der Pflanzenphysiologie ein solches Ansehen genoss, dass es gestattet war, irgend eine Substanz, welche ausserhalb der lebendigen Zellen zu liegen schien, für ein Secretionsproduct zu erklären, ohne sich im Geringsten gedrungen zu fühlen, den Beweis auch nur zu versuchen**), so wird es in Zukunft (und es ist ein Hauptzweck der vorstehenden Blätter, diese Forderung geltend zu machen) nicht nur unerlässlich sein, die behauptete Absonderungs-Natur eines Stoffes zu begründen, sondern der Umstand, dass sich alle diejenigen bisher dafür gehaltenen Stoffe, welche genauer untersucht worden sind, darunter namentlich auch das auflösliche Gummi, als nicht secernirt herausgestellt haben, macht es, so lange ein bestimmter Nachweis nicht geliefert worden ist, wenigstens für alle nicht gasförmigen oder wässrig-flüssigen Stoffe, durch Analogie von vornherein wahrscheinlich, dass auch für sie eine Secretion nicht anzunehmen sei.

Im April 1861.

Erst die vollendete Deorganisation macht dem Leben der Zelle nothwendig ein Ende.

**) Der Begriff Secretion war bisher in der Pflanzenphysiologie eins jener Schlagwörter, wie sie auch in anderen Wissenschaften zu gewissen Zeiten geläufig waren, zum Theil noch sind, wie in der Morphologie der „Abortus“ und die „Verwachsung“, auf dem Gebiete der mikroskopischen Organismen „die Infusionsthierchen“, in der Physiologie „die Lebenskraft“, in der materialistischen Psychologie „die Molecularkräfte“ u. s. w., — Erklärungsweisen, welche gegenüber aller sonstigen Naturforschung das auffallende Privilegium genossen, dass man sich die Nachweisung ihrer Giltigkeit ersparen darf, — oder wenigstens bequeme Auskunftsmittel, um Naturerscheinungen, die sich in die bisher erkannten Gesetze nicht unmittelbar fügen wollen, vorläufig unterzubringen und zu erklären, was aber dadurch bedenklich wird, dass man sich einbildet, eine wirkliche Erklärung gegeben zu haben, und dadurch der Forschung die Frage entzieht.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. V.

1. Durchschnitt durch den Blättertraganth.
2. Durchschnitt durch den syrischen Traganth.
3. Durchschnitt durch das Gummi Kutura.
4. Durchschnitt durch das Gummi Bassora.

5—18. *Prunus avium*.

5. Querschnitt aus dem Holz, ein Stück einer Jahresschicht, von Markstrahlen durchsetzt, zwischen je zwei Markstrahlen ein Gummibehälter g.

6 Dasselbe auf dem radialen Längsschnitt; die dunkeln Längslinien die Gefässe.

7. Querschnitt eines Gummibehälters aus Fig. 5. mit dem umgebenden Gewebe vergrößert. rm, die benachbarten Theile der den Holzstrahl begrenzenden Markstrahlen Von dem normalen Holzgewebe aus Holzzellen und Gefässen eingeschlossen die Gruppe von derbwandigen amylnhaltigen Parenchymzellen p, deren mittlerer Theil sich allmählich in die homogene Gummimasse g auflöst.

8. Querschnitt durch eine Zweigrinde, mit Periderma, Parenchymschicht und schlingelig-strahliger Bastschicht

9. Querschnitt durch eine Stammrinde. Mehrere Periderma-Schichten; die Baststrahlen mit zickzackartigem Verlauf; die Bastbündel in denselben (durch die dunkleren Punkte dargestellt) liegen im Allgemeinen in concentrischen Strängen.

10. Ein Querschnitt aus Fig. 8. vergrößert, aus der äusseren Partie der Bastschicht, da wo die Markstrahlen in die Parenchymschicht übergehen; Bastzellen vereinzelt von Hornprosenchym umgeben.

11. Ein Stück eines Baststrahles mit angrenzenden Markstrahlen rm aus dem inneren Theil der Stammrinde Fig. 9., b gewöhnliche Bastzellen; b' grössere isolirte, zum Theil horizontal verlaufende Bastzellen; p Parenchymzellen innerhalb des reichlichen Hornbastes h; x eine Krystalldruse.

12. Zellen aus der cambialen Region des Baststrahles.

13. 14. 15. Die weitere Umbildung der Cambiumzellen in das Hornprosenchym darstellend.

16. Eine etwas andere Form des Hornprosenchyms mit eingeschlossenen Bastzellen.

17. Ein Stück aus der Stammrinde mit an der Oberfläche auftretender Gummimasse g. Von dem Periderma pd aus geht eine secundäre Peridermaschicht in einem Bogen nach innen, wodurch nach aussen ein Theil des Rindengewebes (Bastschicht) als braune leblose Borke von dem lebendigen Bast abgeschnitten wird und allmählich in die Gummimasse übergeht, die Baststrahlen breit, die Markstrahlen schmal.

18. Ein Stück aus dem vorigen vergrößert, den allmählichen Uebergang des Hornbastes in die homogene, durch Schattirung bezeichnete Gummisubstanz darstellend; γ Bassorin; g das fertige structurlose Gummi.

Taf. VI.**Prunus avium.**

1. a Borke von mehreren Peridermaschichten durchzogen; g eine durch partielle Umwandlung der Borke incl. des Peridermas entstandene Masse von Gummi; g' eine andere eingeschlossene Gummihöhle von länglicher Gestalt, rings von Periderma begrenzt. Das innerste Periderma dringt bis auf den Holzkörper. In der äussersten Holzschicht h eine Druse von steinigem Holzparenchym p (farblos, durch Salzsäure violett) und p' (braun, durch Salzsäure nicht violett), letztere Schicht nach innen sich in eine Gummimasse g'' auflösend.

2. Ein Theil des vorigen vergrößert; h 3 Bündel der äussersten Holzschicht; rm 2 Markstrahlen; pe steiniges Holzparenchym, ohne strahlige Anordnung der Zellen; pi dasselbe mit strahliger Anordnung, beide farblos, durch Salzsäure violett, dadurch sowie durch die scharfe Grenze x von p unterschieden; letzteres Gewebe geht in das homogene Gummi g über.

3. Ein Gefäss nebst Holzzellen aus h Fig. 2.

4. Einige Zellen aus der Schicht pe und p' von Fig. 4. vergrößert.

5. Eine Gummidruse aus der inneren Rinde zwischen 2 benachbarten auseinanderweichenden Markstrahlen, gebildet theils durch Auflösung des Baststrahls, theils des Steinparenchyms p und der verzweigten Zellenfäden; g' Gummidruse im Innern der keilförmigen Holzparenchymmasse p'.

6. Ein Stück eines Zellenfadens im Innern der Gummidruse g, Fig. 5, vergrößert, die Ablösung der äusseren Membranschichten und Verwandlung in Gummi darstellend.

7. Zellen aus p Fig. 5. in der Gummification begriffen.

8. Eine Gummidruse, deren äusserer Theil g braun, rings von Periderma eingeschlossen, der innere g' farblos.

9. Der innere Theil des vorigen vergrößert, die Bildung des Gummis darstellend. pp Steinparenchym von strahligem, p von nicht strahligem Bau als Fortsetzung der Markstrahlen rm; l Baststrahlen, überwiegend aus Hornbast; rm Markstrahlen; c Cambium; g'' Gummidrusen in der äussersten Holzschicht.

10. Ein Stück Rinde mit einer von Periderma eingeschlossenen Masse g, welche nach innen aus Gummi, nach aussen aus Borkengewebe besteht.

11. Ein Stück Rinde mit einer scheinbar nach aussen herausbrechenden Gummimasse g; b lebendige Rinde (Bast); bo Borke.

12. Ein Stück Rinde mit unregelmässig verlaufendem Periderma: in der dadurch abgegrenzten Borke hier und da Gummi.

13. Ein Stück Rinde, mit Gummidrusen g in der lebendigen Bastschicht und in der äussersten Holzschicht g' und g''.

Taf. VII.

1. Secundäre Axenbildung in der Rinde von *Prunus avium*. r Rinde; mr Markstrahlen; h Holzkörper; m, Mark.

2. Querschnitt eines Astes von *Prunus avium* mit vielfach gestörtem Dickenwachsthum und reichlicher Gummibildung an der Oberfläche und als

zonenartig angeordnete Gummibehälter an manchen Stellen der Holzringe. c $\frac{3}{4}$ des natürlichen Durchmessers.

3. Lederartiges Periderma; A, Querschnitt; B, radialer Längsschnitt.

4 und 5. Structur des Gummis im Fruchtfleisch von *Prunus insititia*

6. Parenchymzellen von *Opuntia elatior* mit 2 Gummizellen (gg).

7. Querschnitt durch die das Senegalgummi liefernde Rinde. l, l Bast-schichten; h, h damit abwechselnde Schichten von Hornprosenchym, dessen Zellen zum Theil beträchtlich gross; gg homogenes Gummi nach aussen und seitlich aus dem umgewandelten Gewebe hervorgehend.

8. Längsschnitt durch den äusseren Theil des vorigen; Bedeutung der Buchstaben wie bei 7.

9. Durchschnitt durch ein Stück *Bdellium*, bestehend aus normalem Rindengewebe (Hornbast) h, in die homogene Gummimasse g übergehend, letzteres von verschiedenen Peridermaschichten durchsetzt.

10—12 aus der Stammrinde von *Hedera Helix* mit Uebergängen in die Harzmassen r; — 10, Korkgewebe; 11, polyedrische, excentrisch verdickte Zellen; 12, Hornbast.

13—18. Entstehung des Copals.

13. Querschnitt der normalen Rinde der Stammpflanze. a Korkschicht; b Collenchym; c Steinzellenschicht; d derbwandiges Parenchym; e Bast-schicht.

14. Zellen aus der Korkschicht vergrössert, bis zum Verschwinden der Höhle verdickt.

15. Steinzellenschicht mit einigen derbwandigen Parenchymzellen, nach innen in die Parenchymschicht übergehend.

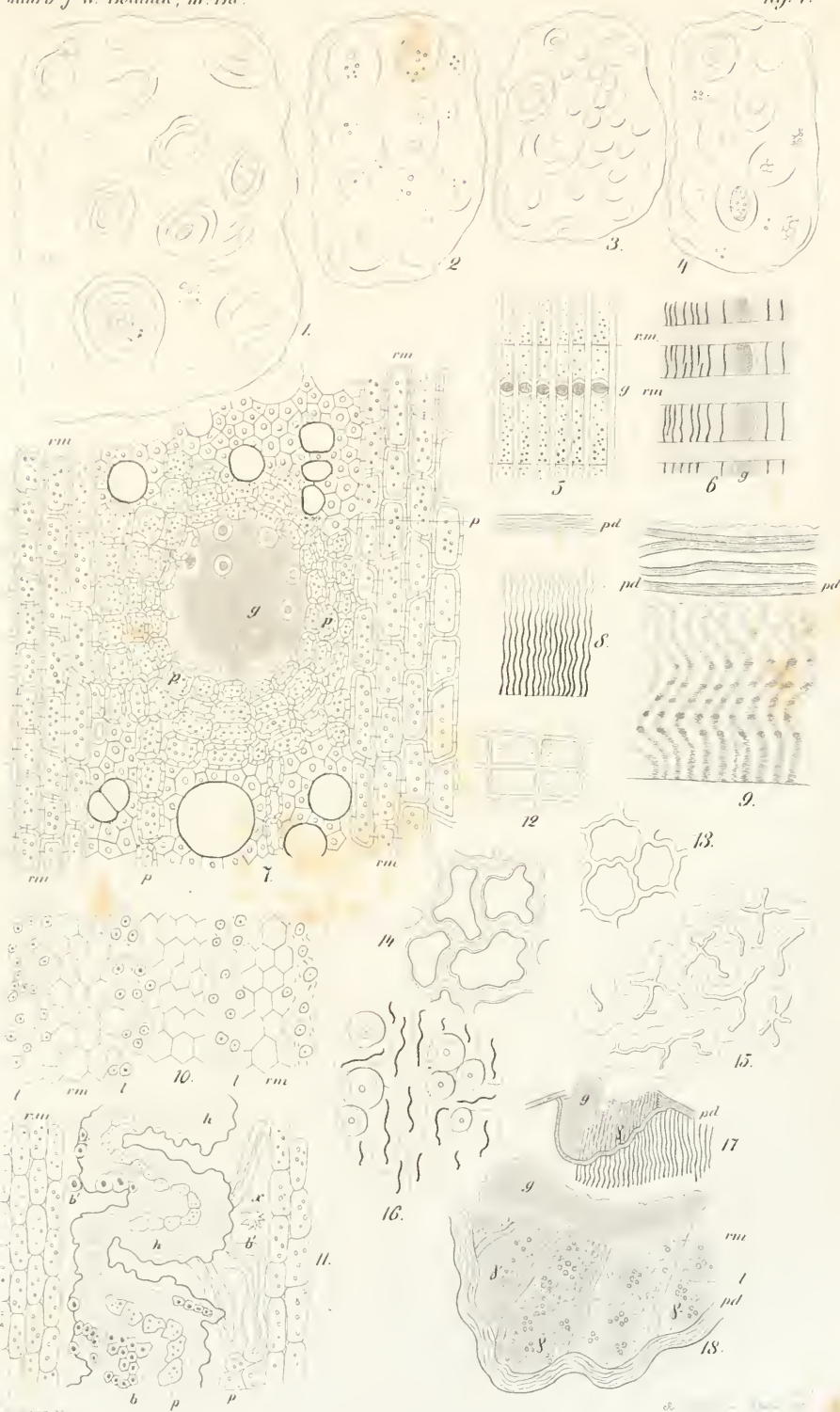
16. Ein Stück der Bast-schicht vergrössert, Bastbündel b von eigenthümlicher Form, in dem Hornbastgewebe h eingelagert.

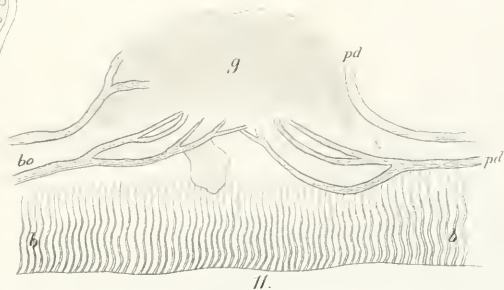
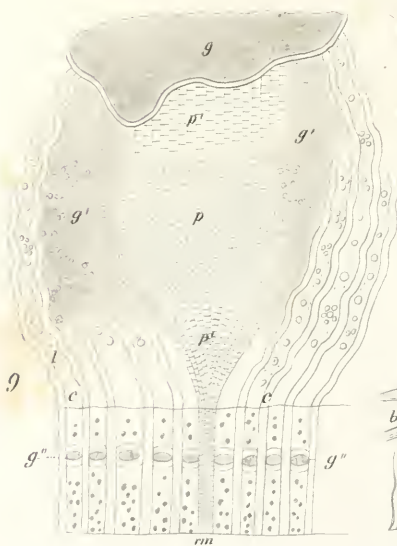
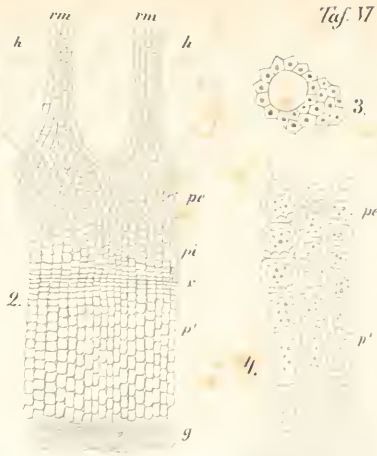
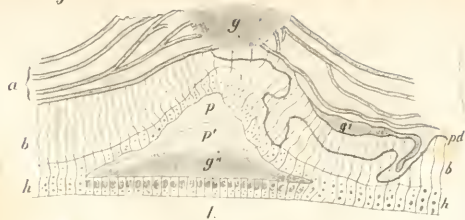
17 und 18, zwei Stücke Copal, verschiedene unregelmässige Parthieen vom Rindengewebe c in der Harzmasse r einschliessend.

I n h a l t.

	Seite
A. Wigand , Zur Morphologie und Systematik der Gattungen <i>Trichia</i> und <i>Arcyria</i>	1
A. Der Bau der Sporenfrucht	2
1. Das Peridium	2
2. Der Inhalt des Peridium	5
B. Zur Systematik von <i>Trichia</i> und <i>Arcyria</i>	20
<i>Trichia</i>	23
<i>Arcyria</i>	40
Erklärung der Abbildungen	45
Anhang: Ueber die Stellung der Myxomyceten zu dem Thier- und Pflanzenreich	48
F. Hildebrand , Anatomische Untersuchungen über die Farben der Blüten	59
Die Form der färbenden Stoffe	60
Vertheilung der färbenden Stoffe in dem Zellgewebe	66
Erklärung der Abbildungen	75
W. Hofmeister , Ueber die durch die Schwerkraft bestimmten Richtungen von Pflanzentheilen	77
Differenzen der Spannung der Gewebe	80
Verlängerung der sich beugenden Theile während der Krümmung	83
Mechanik der Aufwärtskrümmung	86
Kraft und Selbstständigkeit der Aufwärtskrümmung; Unselbstständigkeit der Abwärtskrümmung	93
Abwesenheit von Spannungsdifferenzen der Gewebe in dem der Abwärtskrümmung fähigen Theile der Wurzel	100
Mechanik der geocentrischen Wurzelkrümmung	102
Abweichungen des Wachsthums von Stängeln von der Richtung aufwärts	106
Rotationsversuche	111

	Seite
A. Wigand, Ueber die Deorganisation der Pflanzenzelle; insbesondere über die physiologische Bedeutung von Gummi und Harz	115
A. Gummi und verwandte Stoffe	115
B. Harz und verwandte Stoffe	164
C. Intercellularsubstanz und Cuticula	170
D. Allgemeine Ergebnisse	173
Erklärung der Abbildungen	179







ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik](#)

Jahr/Year: 1863

Band/Volume: [3](#)

Autor(en)/Author(s): Wigand Albert Julius Wilhelm

Artikel/Article: [Ueber die Deorganisation der Pflanzenzelle, insbesondere über die physiologische Bedeutung von Gummi und Harz 115-182](#)