

Über die gegenseitige Beeinflussung der Symbionten heteroplastischer Transplantationen, mit besonderer Berücksichtigung der Wanderung der Alkaloide durch die Pfropfstellen.

Von Arthur Meyer und Ernst Schmidt.

(Mit 3 Abbildungen im Text.)

Inhaltsübersicht.

I. Einleitung.

- A. Die Wanderung der Alkaloide in einem Individuum. Von Arthur Meyer.
- B. Die gegenseitige Beeinflussung heteroplastischer Transplantationen, mit besonderer Berücksichtigung der Frage nach dem Wanderungsvermögen der Alkaloide. Von Arthur Meyer.
- a) Über die Pfropfhybriden.
 - b) Die Herstellung der Verbindung zwischen den verschiedenen Zellarten der Symbionten.
 - c) Die Stoffwanderung vom Reis zur Unterlage und umgekehrt.
 - α) Kohlehydrate.
 - β) Die Wanderung des Virus der infektiösen Panachüre.
 - γ) Die Wanderung der Blausäure liefernden und anderer Glykoside.
 - δ) Die Wanderung der Farbstoffe.
 - ε) Die Wanderung der Alkaloide.
- II. Neue Untersuchungen über die Wanderung der Alkaloide durch die Pfropfstellen heteroplastischer Transplantationen.
- A. Das Material für die Untersuchungen. Von Arthur Meyer.
- B. Die quantitative und qualitative Untersuchung des Materials. Von Arthur Meyer und Ernst Schmidt.
- a) Propfungen $\frac{\text{Datura Stramonium}}{\text{Solanum tuberosum}}$.
 - b) Die makrochemische Untersuchung von Propfungen $\frac{\text{Nicotiana Tabacum}}{\text{Nicotiana affinis}}$ und $\frac{\text{Nicotiana Tabacum}}{\text{Solanum tuberosum}}$.
 - α) Untersuchungsmethode.
 - β) Propfungen $\frac{\text{Nicotiana Tabacum}}{\text{Nicotiana affinis}}$.
 - γ) Propfungen $\frac{\text{Nicotiana Tabacum}}{\text{Solanum tuberosum}}$ 1908.
 - δ) Propfungen $\frac{\text{Nicotiana Tabacum}}{\text{Solanum tuberosum}}$ 1909.
- C. Mikrochemische Untersuchung des Materials. Von Arthur Meyer.
- D. Schluß. Von Arthur Meyer.

I. Einleitung.

In den Berichten der Deutschen Botanischen Gesellschaft haben wir 1907 (Bd. XXV, pag. 131) eine kleine Abhandlung über die Wanderung der Alkaloide veröffentlicht, in welcher wir auch versprochen, die Arbeit fortzusetzen. Was wir hier mitteilen, ist das Resultat solcher neuen Untersuchungen. Wie früher, ist die makrochemische Prüfung der Objekte, welche sich bei den kleinen Mengen der zu bestimmenden Alkaloide nicht einfach gestaltete, allein von Ernst Schmidt durchgeführt worden, während die botanischen und mikrochemischen Arbeiten von Arthur Meyer ausgeführt wurden. Dabei ist nun besonders hervorzuheben, daß die ganze mikrochemische Untersuchung mitsamt den daraus gezogenen Schlüssen vor dem Beginn der makrochemischen Untersuchung (im September 1908) fertiggestellt worden ist, so daß sie von den makrochemischen Resultaten völlig unbeeinflußt war, was bei der schwierigen Methode der Mikrochemie, welche bei der Entscheidung quantitativer Fragen nur auf Schätzung angewiesen ist, hervorgehoben zu werden verdient.

Die makrochemische Untersuchung der Pflanzenteile ist von Ernst Schmidt vorgenommen worden, ohne daß ihm etwas näheres über die speziellen Aufgaben bekannt war; er kannte nichts als die Nummern des betreffenden Materials. Die ausnahmslos gleichsinnige Aussage der Resultate war uns sehr erfreulich.

A. Die Wanderung der Alkaloide.

Unsere Kenntnisse über die Entstehung und Wanderung der chemischen Verbindungen in den Angiospermen sind noch relativ mangelhaft. Für die am besten untersuchten Kohlehydrate wissen wir wenigstens, daß ihre primäre Produktionsstätte in den Autoplasten, vielleicht in den Grana dieser Organe des Protoplasten zu suchen ist (A. Meyer 1895, pag. 169), und es spricht bis jetzt nichts dagegen, daß sie dort direkt, ohne Bildung eines Zwischenproduktes, aus Kohlensäure und Wasser entstehen. Aber schon über die Leitungsorgane, in welchen die Kohlehydrate sich aus den Blättern in die Achsen bewegen, wissen wir, wie wir sehen werden, nichts Sicheres. Viel unsicherer sind unsere Kenntnisse für andere Stoffgruppen. Auch über die Orte und die Art der Entstehung sowie über die Wanderwege der Alkaloide wissen wir sehr wenig.

Wenn wir unter Alkaloiden alle heterozyklischen Basen, in welchen der Stickstoff sich in geschlossenem Ringe befindet, verstehen, so treffen

wir mit diesem Namen anscheinend zugleich eine biologisch ziemlich einheitliche Gruppe von chemischen Verbindungen, die oft als Schutzstoff wirken. Dennoch müssen wir uns wohl hüten, die Pyridin- (Nikotin), Pyrolidin- (Hyoszyamin-), Imidazol-, Chinolin- (Chinin-), Isochinolin-derivate dieser Stoffgruppe von vornherein als physiologisch völlig gleichwertig zu erklären. Art der Entstehung, Ort der Entstehung, Wanderung brauchen z. B. nicht so gleichartig zu sein wie für alle Glieder der Gruppe der Kohlehydrate.

Über den Prozeß der Bildung der Alkaloide in der Pflanze wissen wir nichts. Wir wissen noch nicht einmal, ob sie als Nebenprodukte bei Eiweißbildung, Eiweißspaltung usw. stets, wenn auch in sehr kleinen Mengen, entstehen müssen oder so nur bei einzelnen Pflanzen entstehen, oder ob sie besonderen Bildungsprozessen ihre Entstehung verdanken, die nur von bestimmten Pflanzen ausgeführt werden können, welche eine besondere Fähigkeit haben, diese Prozesse durchzuführen, wie es z. B. einzelne Pflanzen gibt, welche die Fähigkeit haben, Wurzeln in Dornen überzuführen. Hypothesen sind über diese Materie vielfach aufgestellt (siehe z. B. Pictet, Archiv der Pharmak., 1906, pag. 489), doch sind sie bisher alle zu wenig gestützt worden.

Einige wichtige Punkte, über welche wir gut unterrichtet sind, erwähnen wir, weil sie für das Verständnis der von uns erhaltenen Untersuchungsergebnisse wichtig erscheinen.

Zuerst ist mikrochemisch nachgewiesen worden, daß die Alkaloide in verschiedenen Zellarten abgelagert werden können. So fand Siim Jensen (1901, pag. 81—82) Alkaloid im Parenchym, und zwar im Parenchym in der Nähe der Siebteile (Kelchblatt), der Tracheen (im Kronenblatte), der Siebstränge (Laubblätter), der Markstrahlen, des Markes (Achse), des Phelloderms (Wurzel).

Im Meristem des Periderms war das Alkaloid reichlich vorhanden; ebenso fand es sich in den Epidermiszellen der Fruchtblattwand von *Hyoscyamus niger*, der Pflanze, auf welche sich alle die vorhergehenden Angaben beziehen. Molle (pag. 329) fand Alkaloid in den Epidermiszellen der Achsen von *Salpiglossis sinuata* und *Antonia violacea*; bei letzterer Pflanze soll auch in den Stereiden und in der Endodermis der Achsen Alkaloid auftreten. Nach Errera (1897, pag. 178) enthalten die Raphidenzellen von *Narcissus* Alkaloid, nach Clautriau (1894, pag. 237) die Endospermzellen von *Trychnos nux vomica*.

Bekanntermaßen kommen auch in vielen Milchröhren Alkaloide vor (Papaver). Demgegenüber ist es sehr auffallend, daß die Sieb-

röhren und Geleitzellen stets alkaloidfrei gefunden wurden. Wo Alkaloide in den Zellen vorkommen, liegen sie meist im Zellsaft (Errera 1887, pag. 178). Errera meint, daß sie bei einigen Spezies vielleicht im Öl oder im Schleime lägen.

Bewiesen ist ferner, daß die Alkaloide in den verschiedenen Zellen eines und desselben Individuums in sehr verschiedenen Konzentrationen vorkommen können. So fand z. B. Feldhaus (1903) im Assimilationsparenchym + den dünnsten Nervenzweigen 0,48 % Alkaloid, in den Mittel- und Sekundärnerven 1,39 % Alkaloid. Das Alkaloid liegt also danach in den parenchymatischen Elementen der Nerven entschieden in viel größerer Konzentration als in denen des Assimilationsparenchyms. Moll wies ja auch mikrochemisch nach, daß das Assimilationsparenchym von *Datura* fast alkaloidfrei ist. Als weiteres Beispiel können wir das zweischichtige, obliterierte Parenchym der Samenschale von *Datura Stramonium* anführen, welches allein das Alkaloid enthält, während sich Embryo und Endosperm als alkaloidfrei erweisen. Trotz der relativ kleinen Menge der alkaloidführenden Zellen enthält der Samen doch 0,48 % Alkaloid.

Auch die Bevorzugung bestimmter Organe und bestimmter Regionen der Organe zur Ablagerung der Alkaloide ist erwiesen. Errera sagt darüber auf Grund der Resultate der mikrochemischen Untersuchung einiger Pflanzen: „En général les Alkaloide sont les plus abondants: 1. Dans les tissus très actifs: point végétatif, embryon etc.; 2. Autour des faisceaux fibro-vasculaires (endoderme, gaine circumfasciculaire), surtout près de la région libérienne et dans cette région même; 3. Dans l'épiderme, les poils épidermiques, les couches corticales externes, les enveloppes du fruit et des graines.“ In Prinzip stimmen damit auch die Resultate makrochemischer Untersuchungen überein. So fand Feldhaus (1903, pag. 91) in Keimlingen von *Datura Stramonium* 0,67 % Alkaloid, während der ruhende Embryo und das Endosperm kein Alkaloid führen. Er fand im Stempel 0,54 % in der Blumenkrone 0,43 %, in der Plazenta der reifen Frucht 0,28 % in der äußeren Fruchtwand der reifen Kapsel 0,082 % Alkaloid.

Auf Grund der vorliegenden, eben mitgeteilten Tatsachen kann man die folgenden Fragen aufwerfen:

1. Gibt es besondere, für die Bereitung der Alkaloide bestimmte Zellarten, ähnlich wie die Assimilationszellen Zellen sind, welche allein die Kohlehydrate direkt aus $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ herstellen können, oder können alle Zellarten, in denen Alkaloide gefunden worden sind, in gleicher Weise Alkaloide produzieren?

2. Ist irgend ein Organ der höheren Pflanze zur Bereitung der Alkaloide besonders geeignet, ähnlich wie die Laubblätter es für die Bildung der Kohlehydrate sind, oder sind alle Organe der Pflanze im gleichen Maße befähigt, die Alkaloide selbst zu erzeugen?

3. Findet Wanderung der Alkaloide statt oder bleiben letztere in denjenigen Zellen liegen, welche sie erzeugen?

4. Welches sind, wenn Wanderung der Alkaloide stattfindet, die Wege, auf denen das Alkaloid in der Pflanze wandert?

In der Literatur finden sich zuerst einige Angaben, welche sich auf die Frage 2 beziehen. Aus solchen können wir zuerst mit Sicherheit schließen, daß ihre Entstehung in den Assimilationsorganen vom Lichte unabhängig stattfinden kann. Das geht mit Sicherheit daraus hervor, daß die Keimlinge von *Datura* im Dunkeln wie im Lichte 0,6% Alkaloid gebildet hatten, während der Embryo vorher alkaloidfrei war (Feldhaus, pag. 61). Auch Versuche mit den Laubblättern von *Datura* zeigten das gleiche (Feldhaus, pag. 79). Feldhaus sammelte von 100 Blättern abends 6 Uhr die eine Blatthälfte, ließ die anderen 3 Tage an der Pflanze verdunkelt und fand darauf in beiden 0,51% Alkaloid. Es fand also keine Ableitung des Alkaloides statt. Da dieses der Fall ist, so müßte sich in den Blättern der Alkaloidgehalt vermehren, wenn täglich unter dem Einflusse des Lichtes eine bestimmte Menge von Alkaloid gebildet würde. Feldhaus fand aber in abgeschnittenen Blatthälften 0,33%, in den dazugehörigen Hälften, welche an der Pflanze 3 Tage weiter beleuchtet worden waren, 0,39%, so daß also keine Alkaloidansammlung angenommen werden kann. Diesen exakten quantitativen Untersuchungen gegenüber darf man wohl vorläufig die Richtigkeit der Angaben Lotsys (1899) bezweifeln, welcher für *Cinchona* den Beweis erbracht haben will, daß das Alkaloid in den Blättern gebildet und nachts von dort nach dem Stamme abgeführt wird. Nach dem oben über die Verschiedenheit der Alkaloide Gesagten könnte es sich allerdings beim Cinchonin anders verhalten wie beim Hyoszyamin, und es wäre eine exakte quantitative Untersuchung des Verhaltens der Cinchonene sehr erwünscht. Lotsy stellte sich aus 1. morgens und 2. abends gesammelten Blatthälften wässrige salzsaure Auszüge her, aus denen er die Eiweißkörper entfernte. Je nachdem nun ein Niederschlag mit Kalilauge — die anderen Alkaloidfällungsmittel waren ihm zu empfindlich — entstand oder nicht entstand, erklärte er die untersuchten Blatthälften für voll oder leer in bezug auf die Alkaloide. Er beobachtete so, daß die Blätter morgens voll und abends leer waren.

Auch in bezug auf die Frage 3 läßt sich, wenn wir von den eben Mitgeteilten absehen, noch einiges anführen. Untersuchungen von Feldhaus und Kirchner (1905) sprechen nämlich sehr dafür, daß die Datura-Alkaloide wandern können. Damit verhält es sich folgendermaßen: Feldhaus (pag. 82) schnitt von einer größeren Anzahl von Laubblättern die Spreitenhälften rechts und links vom Mittelnerven ab und ließ die Blattstiele mit den daran sitzenden Mittelnerven der Blätter vom 30. Juli bis 28. August an den Pflanzen. Danach fand er in Mittelrippe und Blattstiel zusammen nur 0,29 % Alkaloid, also viel weniger als in der normalen Blattspreite.

Kirchner verfolgte diese Erscheinung weiter, indem er folgendermaßen verfuhr: Zuerst sammelte er von zwei verschiedenen Beeten (I und III) von Datura Stramonium je ungefähr 300 ganze Blätter. Zweitens schnitt er von ungefähr 700 Blättern des Beetes I die Spreiten rechts und links vom Mittelnerven völlig ab und sammelte sogleich 300 Blattstiele + Mittelnerven; die übrigen Blattstiele + Mittelnerven ließ er an den Pflanzen sitzen und sammelte sie erst nach 5 und nach 8 Tagen, nach welcher Zeit manche Blattstiele abgefallen, manche erkrankt waren. Drittens schnitt er von einer gleichen Anzahl von Blättern des anderen Beetes (Nr. III) die Spreitenteile bis auf einen Streifen von 2—3 mm, welchen er an jeder Seite des Mittelnerven stehen ließ, ab und verfuhr damit wie vorher gesagt; es hielten sich diese Blattstiele + Mittelnerven gut und fielen nicht ab. Als er die Trockensubstanz aller Proben untersuchte, fand er folgendes:

Ganze Blätter	{	I = 0,33	Proz. Alkaloid.	
		III = 0,35	„	„
Direkt gesammelte Stiele + Mittelnerven	{	I = 0,8	„	Spreite völlig entfernt.
		III = 0,81	„	2—3 mm Spreite am Mittelnerven.
Nach 5 Tagen gesammelt	{	I = 0,65	„	„
		III = 0,79	„	„
Nach 8 Tagen gesammelt	{	I = 0,5	„	„
		III = 0,78	„	„

Es ist damit bewiesen, daß der Alkaloidgehalt an der Pflanzsitzender Blattstiele + Mittelnerven, denen die Spreiten genommen wurden, mit der Zeit mehr und mehr abnimmt, daß aber schon ein geringer Teil der ansitzenden Spreite diese Abnahme stark herabsetzt. Wenn dieses Resultat auch nicht beweist, daß das Hyoszyamin aus den Stielen aus- und in die Achse einwandert, so liegt doch die Annahme nahe, daß die Abnahme des Alkaloides im Stiele auf einer Auswanderung des Alkaloides beruht.

B. Die gegenseitige Beeinflussung heteroplastischer Transplantationen mit besonderer Berücksichtigung der Frage nach dem Wanderungsvermögen der Alkaloide.

Es ist selbstverständlich, daß von dem Studium der Transplantationen alkaloidfreier Spezies auf alkaloidhaltige und anderer, ähnlicher Transplantationen besonders wertvolle Anhaltspunkte zur Lösung der Frage nach dem Wandervermögen der Alkaloide erwartet werden dürfen. Allerdings wäre es durchaus unrichtig, wenn man aus der sich vielleicht ergebenden Erfahrung, daß in der Unterlage einer Pfropfung, die an sich frei von Alkaloid ist, Alkaloid erscheint, wenn das Reis alkaloidhaltig ist, ohne weiteres auf die Wanderung der Alkaloide aus dem Reis in die Unterlage schließen wollte, denn das Erscheinen des Alkaloides könnte auch darauf beruhen, daß die Unterlage durch das Reis zur Selbsterzeugung eines Alkaloides angeregt würde. Immerhin hätte man sich aber dann doch nur für eine der beiden Alternativen zu entscheiden. Jedenfalls würde der Fall zu den mannigfaltigen Erscheinungen der gegenseitigen Beeinflussungen der Komponenten einer Transplantation gehören, und es wird zum Verständnis der uns beschäftigenden Frage wesentlich beitragen, wenn wir ganz kurz das kritisch betrachten, was man über die Frage der Beeinflussung der beiden Symbionten einer Transplantation weiß.

Die gegenseitige Beeinflussung der Symbionten heteroplastischer Transplantationen ist von den Zoologen (siehe Korschelt 1908) und Botanikern vielfach zum Gegenstand der Untersuchung und Erörterung gemacht worden.

Vom heuristischen Standpunkte aus kann man der Übersichtlichkeit wegen die bisher bekannt gewordenen Erscheinungen vielleicht nach ihren hauptsächlichsten Ursachen in folgende vier Gruppen ordnen.

I. Zur ersten Gruppe können wir diejenigen Fälle stellen, bei denen die wesentliche Ursache für die an den Symbionten hervortretenden Veränderungen die Verschmelzung von Organen der Protoplasten der an der Pfropfstelle sich berührenden Zellen der beiden Symbionten ist. Hierhin würden eventuell Transplantationen zu stellen sein, an denen Zweige (Neubildungen) entstehen, welche Transplantationshybriden sind.

II. Die drei anderen Gruppen umfassen die Fälle, welche zu den Ernährungsmodifikationen gehören.

A. Zuerst können diejenigen Fälle zusammengefaßt werden, bei denen die Erscheinungen durch annähernd qualitativ normale, aber

anormal schwache oder starke, kurz- oder langdauernde Zufuhr von Nährstoffen verursacht wird. Hierher würde man wahrscheinlich die Fälle der Transplantation von Reiserhoden der Birne auf Quitte und auf Weißdorn rechnen können. Hier wird das Reis durch die Unterlage relativ schwach ernährt, das Umgekehrte findet statt, wenn *Solanum dulcamara* auf *Solanum Lycopersicum* gepfropft wird (Vöchting 1892, pag. 111). Auch die Resultate, welche Vöchting mit der Futterrübe und der kleinen dunkelroten Zierrübe erhielt (1892, pag. 95), gehören wohl hierher.

B. Eine andere Gruppe von Erscheinungen würden die Fälle bilden, in denen die Ursache der Veränderung der Symbionten das Absaugen der plastischen Stoffe des einen Symbionten durch die Zellen des anderen Symbionten ist. Hierher würde nach Vöchting's Meinung, der wir uns anschließen, ein Fall gehören, den Vöchting kennen lehrte (1892, pag. 86). Es wurde auf die junge Wurzel einer Rübe die Basis eines kleinen blühenden Zweiges des Blütenstandes einer im zweiten Jahre befindlichen Rübe gesetzt. Der Zweig bildete große Laubblätter und verdickte seine Achse und bildete erst im nächsten Jahre Blüten. Setzte er die Reiser auf alte Wurzeln, die sich im zweiten Jahre befanden, so bildeten sie sich zu schlanken Blütenständen aus, wohl deshalb, weil jetzt der Rohrzucker von der Wurzel nicht mehr so stark aufgesaugt und festgehalten wurde. Hier handelte es sich allerdings nur um die Symbiose zweier Rübenrassen, nicht um die zweier Spezies. Auch ist zu bemerken, daß sich die Sache doch noch anders verhalten könnte, daß kompliziertere Korrelationsreize die Ursache sein könnten.

C. Zuletzt könnte man diejenigen Erscheinungen der Beeinflussung zweier Symbionten zusammenfassen, deren Ursache in der Zufuhr qualitativ anormaler Stoffe (a-Nährstoffe, b-Exkrete usw.) besteht. Hierher würden die Fälle der Einwanderung von Hyoscyamin in einen alkaloidfreien Symbionten, möglicherweise auch die der infektiösen Chlorose gehören.

Selbstverständlich könnten die hier durch die Gruppierung besonders hervorgehobenen Ursachen auch in verschiedener Verbindung an der Verursachung einer Beeinflussungerscheinung beteiligt sein, und keineswegs sind durch diese Klassifizierung alle Ursachen gewürdigt worden.

a) Über die Pfropfhybriden.

Zu der Gruppe I können wir, wie gesagt, mit Vorbehalt die Transplantationshybriden stellen. Vorauszubemerkend ist, daß es sich,

wenn Transplantationshybriden wirklich entstehen, bei diesen nicht um eine Beeinflussung des ganzen Pfropfreises und umgekehrt handelt, denn dieses wird anscheinend gar nicht so verändert, daß Eigenschaften der Unterlage auf das Reis übergegangen zu sein scheinen (siehe Griffon 1908 usw.).

Es handelt sich bei allen Vorgängen, die man als Pfropfhybridenbildung betrachtet, bekanntermaßen um die Entstehung von Neubildungen an den Pfropfstellen, in welche dann vielleicht Teile des Protoplasten beider Symbionten eingegangen sind. Daß es Pfropfhybriden gibt, ist noch nicht mit voller Sicherheit bewiesen, aber doch recht wahrscheinlich. Die älteren Angaben über Transplantationsbastarde sind deshalb unbrauchbar, weil bei ihnen nirgends der sichere Beweis dafür geführt worden ist, daß die Symbionten, an denen die Bastardzweige entstanden, nicht selbst von geschlechtlichen Bastarden der Symbionten abstammten. So verhält es sich bei folgenden Pfropfbastarden, über welche man Literatur bei Vöchting (1892), Vöß (1904), Noll (1905), Korschelt (1905) findet: Adam's Bastard zwischen *Laburnum vulgare* und *Cytisus purpureus* (1825), Caspary's Bastard zwischen Zentifolie und Moosrose (1865), Wille's Bastard zwischen Birne und Weißdorn (1896), Jouin's Bastard zwischen *Crataegus monogyna* und *Mespilus germanica* am 100jährigen Mispelbaum von Bronveaux (1899), Daniels Bastard zwischen Birne und Quitte (1904).

Es mögen nur einige Bemerkungen über ältere Angaben Platz finden. Noll hat sich speziell mit Jouin's Bastard beschäftigt und glaubt an die Pfropfbastardnatur der betreffenden Zweige. Er betont, daß die Unterlage in der Tat eine Rinde, die der von *Crataegus monogyna* gleiche, besitze und in der Anatomie völlig mit ihr übereinstimme; ferner seien die Zweige der Unterlage, welche unterhalb der Pfropfstelle standen, morphologisch solche von *Crataegus monogyna* gewesen, während die Bastardzweige sich anatomisch von den *Crataegus*-Zweigen unterschieden. Das Reis ist nicht untersucht und könnte sehr wohl von einem Bastard herrühren, welcher die wesentlichen Charaktere der Mispel zeigt; es sind ja von *Crataegus monogyna* und *Mespilus germanica* in der Tat Bastarde bekannt. Das ist nicht der Fall bei *Laburnum vulgare* und *Cytisus purpureus*. Darüber sagt Noll richtig: „Aus der Erfolglosigkeit aller dieser Versuche (einen Bastard zwischen letzteren Pflanzen zu erhalten) darf aber keineswegs geschlossen werden, daß *Laburnum Adami* kein sexueller Bastard sein könne. Es ist nicht ausgeschlossen, daß ausnahmsweise einmal äußere oder innere Bedingungen (durch spontane Variation der die sexuellen Affinitäten be-

dingenden Faktoren) eine Befruchtung ermöglichen. Ist es doch auch nicht gelungen, den luxurierenden Bastard *Ribes Gordonianum* noch einmal durch Kreuzung hervorzubringen.“

Also alle diese Fälle der vermeintlichen Bildung von Transplantationsbastarden sind völlig zweifelhaft und müssen bei der weiteren Diskussion ausscheiden. Sie dürfen auch nicht nachträglich als Zeugen für die Richtigkeit der Annahme der Existenz von Pfropfhybriden angeführt, und die an ihnen beobachteten Tatsachen dürfen bis jetzt nicht ohne weiteres auf die Pfropfbastarde übertragen werden, wenn solche wirklich hergestellt werden könnten.

Die Frage nach der Existenz und dem Wesen der Pfropfbastarde scheint nun durch die sorgfältigen Untersuchungen Hans Winkler's (1907, 1908, 1909) der exakten Lösung zugeführt zu werden. Winkler benutzte zu seinen Versuchen *Solanum nigrum* und *Solanum Lycopersicum*. „Alle zur Pfropfung oder als Vergleichsobjekt benutzten Nachtschatten- und Tomatenpflanzen stammten also je von einem Individuum ab, und zwar aus selbstbestäubten Blüten, und alljährlich lieferten an isoliertem Standorte durch Selbstbestäubung besonders ausgewählte Exemplare die Samen der Pflanzen der nächsten Versuchsreihe.“ 1908 waren allein 268 Pfropfungen gemacht worden, die 3000 Adventivsprosse gebildet hatten. Es wurden in den 3 Jahren direkt oder von Chimären fünf verschiedene Sorten von „Pfropfbastarden“ erhalten, die anscheinend Eigenschaften der Tomate und des Nachtschattens gemischt besaßen und die teilweise dem Nachtschatten, teilweise der Tomate näher zu stehen schienen.

Die Pflanzen, welche die Reiser lieferten, entstammten Pflanzen, deren Blüten für Pollen der Varietäten des Nachtschattens und für Pollen der Tomaten zugänglich waren. Es hätten also Bastarde gebildet werden können. Allerdings ist es nicht gelungen, Bastarde zwischen der Tomate und dem Nachtschatten auf geschlechtlichem Wege herzustellen, aber wir müssen immerhin doch das von Noll für den Bastard von *Laburnum* und *Cytisus* Gesagte, dem wir beistimmen, berücksichtigen.

Wenn man nur die Abbildungen und die Beschreibungen der Pfropfbastarde der Winkler'schen Arbeit kennt, so kann man auf den Gedanken kommen, die Variationen, welche an den Zweigen der Pfropfungen auftraten und in Beziehung zu der Tomate gebracht wurden, seien dadurch bedingt, daß der von Winkler benutzte Nachtschatten in der Richtung auf die Varietäten *Solanum stenopetalum* A. Br., *Sol. villosum* Lmk. und *Sol. miniatum* Bernhardt Sproßvariationen zeige.

Dort kommen Behaarung, tief eingeschnittene Blumenkronen, gelbe und rote Früchte, tiefer eingeschnittene Blätter vor. *Sol. miniatum* hat auch oft einen deutlichen moschusartigen Geruch. Uns scheint es auch so, als ob einige Eigenschaften der als Pfropfbastarde betrachteten Zweige in der Tat dem Variationsvermögen von *Solanum* entsprängen, aber die Betrachtung des lebenden *Sol. tubingense* hat uns doch überzeugt, daß Blüten und Behaarung Ähnlichkeit mit der Tomate haben, so daß wir glauben, Winkler habe mit seiner Deutung der Verhältnisse im wesentlichen recht. Freilich wäre eine genaue Untersuchung der Variationsverhältnisse des von Winkler benutzten Materials schon deshalb sehr erwünscht, weil der alte Einwand, daß einer oder beide der Symbionten ein direkter oder indirekter Bastard von *Sol. nigrum* und *Lycopersicum* seien, damit auch aus der Welt zu schaffen wäre.

Wenn die Untersuchung der Kernverhältnisse der Winkler'schen Pfropfbastarde ebensowenig einen Anhaltspunkt für die normale Bastardnatur derselben ergeben sollten, wie die Untersuchung der Kernverhältnisse der vermeintlichen Pfropfbastarde Adam's und Jouin's durch Noll (1905) und Strasburger (1906 u. 1907), sowie die der Untersuchung Strasburger's (1909, pag. 514) über die Pfropfstellen der Pfropfungen von *Sol. nigrum* und *Sol. Lycopersicum*, so möchten wir darauf keinen Wert legen, denn einmal könnte die Reduktion der Chromosomenzahl sehr bald eintreten, und dann ist es uns, entsprechend einer früher vertretenen Ansicht (Arthur Meyer 1902, pag. 172 u. f.), wahrscheinlich, daß die von der Tomate übernommenen Eigenschaften durch das Cytoplasma allein übertragen sein könnten. Es würde den Anschauungen des einen von uns (Meyer) durchaus entsprechen, wenn es sich herausstellte, daß bei heteroplastischen Transplantationen nur sehr selten Plasmaverbindungen zwischen den Zellen der beiden Symbionten gebildet würden, daß aber dann, wenn dieses einträte, auch aus den durch die neugebildeten Plasmabrücken direkt verbundenen Zellschichten Pfropfbastarde hervorgehen können.

Die Pfropfbastarde würden dann also Selblinge in dem Sinne des einen von uns (Arthur Meyer 1902, pag. 144, 170; Praktikum 1907, pag. 184) sein, die aus den Geweben zweier Symbionten aufgebaut wären. Die Verschmelzung ihrer Eigenschaften würde bedingt sein durch die Verschmelzung der Cytoplasmafortsätze, vielleicht auch bis zu einem gewissen Grade, des übrigen Cytoplasmas der sich berührenden Zellen der Symbionten.

Ich mag es hier nicht unterlassen, hervorzuheben, daß die wichtigste geistige Tat in bezug auf die hier in Rede stehende Materie die Auf-

stellung des Begriffes der Chimäre durch Winkler ist. Wenn Winkler den in seiner Fig. 2 (1907) abgebildeten Sproß als Chimäre (pag. 574) bezeichnet, so meint er damit, daß dieses Gebilde aus Zellen beider Symbionten der Pfropfung $\frac{\text{Solanum nigrum}}{\text{Solanum Lycopersicum}}$ zusammengesetzt sei, daß aber die Gewebe der beiden Symbionten zwar im Vegetationspunkte gemeinsam arbeiten, aber doch einander nicht so durchdringen wie die Zellen der Berührungsfläche an der Pfropfstelle, also bis zu einem gewissen Grade selbständig bleiben und ihre Eigenschaften rein bewahren. Die Idee, daß die Zellen zweier Symbionten gemeinsam einen völlig einheitlichen Sproß aufbauen können, war gefunden.

Winkler sagt selbst pag. 575:

„Damit aber ist zum ersten Male in einwandfreier Weise die theoretisch bedeutsame Tatsache sichergestellt, daß auf anderem als sexuellem Wege die Zellen zweier wesentlich verschiedener Arten zusammentreten können, um als gemeinsamer Ausgangspunkt für einen Organismus zu dienen, der bei völlig einheitlichem Gesamtwachstum die Eigenschaften beider Stammarten gleichzeitig zur Schau trägt. Es mag fraglich erscheinen, ob auf solche Organismen wie die pflanzlichen Chimären der Begriff des Bastardes anwendbar erscheint; will man ihn anwenden, so wäre er unter allen Umständen, bei der völligen Neuartigkeit der Chimäre, entsprechend zu erweitern. Doch möchte ich diese nicht leicht zu beantwortende Frage an dieser Stelle nicht entscheiden.“

Winkler bezeichnet 1908 (pag. 593) sein *Solanum tubingense*, welches am Grenzstreifen einer Pfropfung $\frac{\text{Sol. Lycopersicum}}{\text{Sol. nigrum}}$ entstanden war, als „echten Pfropfbastard“, da in ihm die Eigenschaften der Symbionten völlig gemischt erschienen. Winkler faßt jetzt in der Tat den Begriff des Pfropfbastardes weiter, wenn er auch anscheinend über dessen Wesen noch nicht ganz klar ist, 1909 noch, in berechtigter Weise, nach eventuellen cytologischen Grundlagen (pag. 321) sucht und sich theoretische Erörterungen seiner ausführlichen Veröffentlichung vorbehält.

Wenn man sich fragt, wie die Pfropfbastarde Winkler's (inklusive der Chimären) entstanden sein könnten, so lassen sich vom morphologischen Gesichtspunkte nur eine beschränkte Zahl von Möglichkeiten konstruieren. Wir wissen, daß an der Pfropfstelle von den Grenzflächen aus die Zellen beider Symbionten durcheinander wachsen und dann gemeinsam Kallus bilden. In dieser Verbindungsregion, der ja nach

Winkler stets dessen Pfropfbastarde entspringen, könnte folgendes vor sich gehen:

I. 1. Je eine Zelle (Protoplast) des Symbionten a verschmilzt mit einer Zelle des Symbionten b , indem die zwischenliegende Membran in irgend einer Weise durchwandert wird oder entfernt wird; es entsteht nach meiner Terminologie ein Synarch, eine neue Zelle, in der das Cytoplasma beider Zellen und die beiden Kerne miteinander verschmolzen sind. 2. Dasselbe geschieht mit einer Gruppe von Zellen. In beiden Fällen entwickelt sich aus den Synarchen der Sproß.

II. Analoges findet statt, nur verschmelzen nicht die Protoplasten, sondern nur die Kerne zweier Zellen, indem der Kern der Zelle a zum Protoplasten der Zelle b wandert. So würde nach meiner Terminologie nur Kernsynarchbildung stattfinden. Diese beiden Fälle müßten meiner Meinung nach verschieden sein, beide, besonders der erste, der normalen, geschlechtlichen Bastardbildung nahe stehen.

III. Zellen des Symbionten lassen a) nach Verschmelzung und Lösung der sich berührenden Membranpartien die Cytoplasmas verschmelzen und ersetzen das gelöste Membranstück unter Bildung von Plasmaverbindungen, oder b) letztere werden ohne allgemeine Cytoplasmaverschmelzung gebildet. Aus den so verbundenen Zellgruppen entstehen die Propfbastardsprosse. Es entsteht also in diesem Falle aus zwei Stücken von Selblingen ein neuer Selbling, und es können mindestens physiologische Reize von den Zellen des früheren Selblings a auf die Zellen des früheren Selblings b übertragen werden.

IV. Zellen des Symbionten a und des Symbionten b lassen ihre Membranen miteinander verschmelzen, indem zugleich nur Tüpfelbildung ohne Plasmaverbindung eintritt oder auch dieses nicht stattfindet. Aus dem aus durcheinander gewachsenen Zellen beider Symbionten bestehenden Gewebe der Berührungsflächen der beiden Symbionten entstehen die Sprosse. Hier würden die Zellen der beiden Selblinge nur durch Anstoßreize aufeinander einwirken können, ähnlich wie es tatsächlich bei den Flechten der Fall ist; denn dort ist der Pilz ein Selbling und jede Algenzelle oder jeder Algenfaden ebenfalls.

Höchst wahrscheinlich hat ähnliche Überlegungen auch schon Winkler gemacht, denn diese liegen ja durchaus nahe; es fragt sich nur, für welche dieser Möglichkeiten Winkler Beweise gefunden hat und weiter finden wird. Was aber auch von diesen Möglichkeiten den Tatsachen entsprechen mag, stets dürfen wir die von Winkler hergestellten Gebilde als Pfropfbastarde zum Unterschiede von den als

Bastarde schlechtweg zu bezeichnenden geschlechtlichen Bastarden nennen und brauchen keinen neuen Namen dafür zu erfinden.

Baur hat eine vielleicht ganz und gar von den Ppropfbastarden wesensverschiedene Erscheinung als Periklinalchimäre bezeichnet und sagt dann in einem Referate (1909, pag. 401): „Referent ist noch nicht völlig überzeugt, daß hier ein richtiger Ppropfbastard vorliegt, wenn schon diese Deutung die allergrößte Wahrscheinlichkeit für sich hat, ihm scheint die Möglichkeit noch nicht ganz ausgeschlossen, daß Sol. tubingense eine Periklinalchimäre ist, analog den vom Referenten in dieser Zeitschrift beschriebenen Periklinalchimäre bei Pelargonium.“ Es ist hier zuerst fraglich, was Baur unter einem „wirklichen Ppropfbastard“ versteht; vielleicht meint er einen solchen von unserem Typus I oder II. Dann wäre zu sagen, daß Winkler bisher gar nicht behauptet hat, daß sein Propfbastard zu diesen Kategorien gehöre. Ferner bleibt es bei Baur fraglich, was er als analog in der Erscheinung seiner Periklinalchimäre und der Ppropfbastarde betrachtet.

Wir halten mit unserer Meinung über die mutmaßliche Stellung der Propfbastarde zurück, denn wir könnten ja wesentlich doch nur Vermutungen auf Grundlage der von Winkler gefundenen Tatsachen aussprechen, und warten, bis Winkler's größere Veröffentlichung erscheint.

Strasburger hat zuletzt (1909) eine Abhandlung geschrieben, in der er sich zu den bisherigen Ergebnissen Winkler's äußert. In dieser Abhandlung bedeutet „Ppropfbastard“ von vornherein ein Gebilde, welches nach dem Modus I/II unserer Möglichkeitstabelle entstanden ist. Das geht aus seinen Bemerkungen auf pag. 511 und 522 hervor. An letzterer Stelle sagt er: „Dabei würde er für die Sicherstellung der Tatsache, daß diese Pflanzen (Hans Winkler's Ppropfbastarde) nicht Bastarde sind und somit auch nicht diesen Namen führen dürfen —.“ Nun drückt sich Strasburger immer so aus, als habe Winkler behauptet, seine Ppropfbastarde seien nach dem Modus I/II entstanden. Beispiele dafür finden wir auf pag. 512 und 518. Auf letzterer Seite sagt Strasburger: „Umgekehrt verfährt jetzt Hans Winkler, der sich auf den ppropfbastardlichen Standpunkt festgelegt hat und was zu ihm nicht paßt, durch Hilshypothesen stützt.“ Wie Strasburger zu dieser Auffassung gelangen konnte weiß ich nicht; denn aus dem, was Winkler bis jetzt publiziert hat, geht gar nicht hervor, welche der vier Möglichkeiten Winkler als bestehend annimmt, oder ob er nicht vielleicht noch einer anderen Vorstellung zuneigt. Winkler weist vielfach (z. B. 1909, pag. 338) auf spätere Erörterungen seiner Meinung über die Entstehung der Ppropfbastarde hin und deutet nur

an, daß der Modus I/II ihm nicht vorzuliegen scheine. Er sagt 1909, pag. 342: „Es scheint demnach, als sei es ein wesentlicher Unterschied des Pfropfbastardierungsprozesses von dem sexuellen Bastardierungsprozesse und für ihn besonders charakteristisch, daß er nicht wie dieser im wesentlichen eine homogene, sondern eine vielgestaltige Generation liefert, innerhalb deren die Eigenschaften der beiden Eltern bei den einzelnen Individuen nach verschiedenen Typen durcheinander gemischt erscheinen.“ Und pag. 344: „Aber auch, wenn man die cytologischen Verhältnisse nicht berücksichtigt, scheinen mir schon die von den Pfropfbastarden bekannten Beobachtungstatsachen eher gegen als für die landläufige Ansicht von ihrer Entstehung aus einer Zelle zu sprechen, die ein Verschmelzungsprodukt zweier elterlicher Zellen darstellt usw.“

Strasburger meint, die „Vermischung der Gewebe“ sei in den beiden Komponenten des Pfropfbastardes besonders weit gediehen. Er betrachtet aber weiter als Agens für die Bildung der Pfropfbastarde die Tätigkeit der Chromosomen, setzt jedoch dabei anscheinend ohne weiteres voraus, daß sich Plasmaverbindungen zwischen den Zellen der Komponenten bilden. Er sagt pag. 521: Die spezifischen Tätigkeiten (?) der Chromosomen in den Kernen beider Arten beeinflussen sich bei so innigem Verbande der Protoplasten annähernd so, als wenn diese Chromosomen wie beim sexuellen Bastarde, in derselben Kernhöhle vereinigt wären.“ Pag. 523 bemerkt er: „Um es möglichst extrem auszudrücken, halte ich eine Hyperchimäre ebensowenig für einen Bastard, wie eine Flechte.“

Warten wir ab zu welchem Schlusse Winkler auf Grundlage aller seiner Beobachtungen kommt.

Uns interessierte die im vorhergehenden behandelte Gruppe I wesentlich wegen der durch die Pfropfhybridenbildung eventuell geforderten Verbindung der Symbionten an der Pfropfstelle. Die Kenntnis der Art der Verbindung ist ja für das volle Verständnis der Wanderungsvorgänge der Nährstoffe und anderer chemischer Verbindungen von Symbionten zu Symbionten von großer Bedeutung, und wir wollen deshalb kurz die Kenntnisse charakterisieren, die wir darüber besitzen.

) Die Herstellung der Verbindung zwischen den verschiedenen Zellarten der Symbionten.

Es ist wohl von vornherein als wahrscheinlich zu bezeichnen, daß die Verwachsung der Gewebe der beiden durch die Transplantation in

Verbindung gebrachten Symbionten je nach dem Grade der biologischen Verwandtschaft der beiden Symbionten recht verschieden ausfallen kann. So wird sie wohl bei einer autoplastischen Transplantation absolut vollkommen und normal werden können, während sie vermutlich bei biologisch wenig übereinstimmenden, zu zwei verschiedenen Gattungen gehörenden Symbionten sich nur auf die Verwachsung der Membranen der Parenchymzellen und Tracheen beschränken und doch zur zeitweiligen Befriedigung der Bedürfnisse der Symbionten genügen können. Jedenfalls muß der in Rede stehende Gesichtspunkt bis zur Klärung der Frage nach der Art der Verbindung der Symbionten nicht aus dem Auge verloren werden.

Betrachten wir nun das kurz, was wir über die Beteiligung der verschiedenen Zellarten bei der Verwachsung der Symbionten wissen.

Bekanntermaßen tritt bald an den Wundflächen der beiden Symbionten die Bildung eines Kallusgewebes durch Wucherung (Vöchting 1892, Taf. X, Fig. 1 u. 2) von Meristem und Parenchymzellen und Teilung derselben ein. An der Bildung dieser Kallusgewebe, deren Elemente sich bald zwischeneinander schieben, beteiligt sich in allen Fällen zuerst das Kambium, dann das Parenchym der sekundären Rinde (Strangparenchym und Markstrahlenparenchym), aber auch das Parenchym der primären Rinde und das Markparenchym; bei fleischigen Achsen und Wurzeln usw. wird sich ebenso das Parenchym des Holzes verhalten, während die gleichen Elemente bei Holzgewächsen sich nur beteiligen, wenn sie wenig verdickt sind (Schmitthenner 1907, pag. 59; Küster 1903, pag. 157).

Sind die beiden Kallusgewebe der Schnittfläche der Symbionten durch Zwischeneinanderschieben, Sprossung und Teilung der Zellen eng verbunden, so bildet sich in der Verwachsungszone ein sich eventuell an das normale Kambium ansetzendes Kambium aus, an dessen Bildung wohl sicher Zellen beider Symbionten teilnehmen. In ihm findet die Anlage aller weiteren Zellarten statt, welche miteinander in Verbindung treten.

Was zuerst die Verbindung der Parenchymzellen des Kallusgewebes der beiden Symbionten anbelangt, so scheint es, als könne mindestens bei autoplastischen und homoplastischen Transplantationen eine Verwachsung der sich berührenden Zellwände der Zellen der beiden Individuen leicht erfolgen (Vöchting 1892, pag. 126, Taf. IX, Fig. 6). Bei heteroplastischen Transplantationen ist die Sache noch zu untersuchen. Bei auto- und homoplastischen Transplantationen ist auch die Bildung korrespondierender Tüpfel in den verschmolzenen Zell-

wänden festgestellt, und die Entstehung von Plasmaverbindungen in diesen Tüpfeln ist nicht unwahrscheinlich, wenn auch noch nicht sicher gestellt.

Vöchting (1892, pag. 119) sagt folgendes „für die autoplastische Verbindung bei der Runkelrübe“:

Die Parenchymelemente der Runkelrübe zeigen durchgehends die feine netzförmige Tüpfelung, deren Beschaffenheit und weite Verbreitung zuerst von Baranetzki nachgewiesen wurde. Können solche Tüpfel, die unter normalen Verhältnissen schon früh an den jungen Wänden entstehen, sich auch nachträglich an den verwachsenen bilden? Um diese Sache zu entscheiden, wurden geeignete Präparate aus der lockeren Region der Wand hergestellt und mit Chlorzinkjod behandelt. Es gelang aber nicht, ein bestimmtes Urteil zu gewinnen, und zwar darum nicht, weil es, sobald die Zellen völlig miteinander verwachsen sind, sehr schwer zu entscheiden ist, ob eine Wand durch Teilung oder durch Aneinanderlegen gebildet wurde. Ich erhielt zwar den Eindruck, es könnten in den auf die letzte Weise entstandenen Wänden nachträglich Tüpfel hergestellt werden, der sichere Beweis dafür wurde hier aber nicht erbracht. Wohl aber gelang es, das Vorhandensein der Tüpfel an den verwachsenen Wänden für einen später noch genauer zu besprechenden Fall festzustellen, in dem das derbere Gewebe eines Sprosses mit dem zarteren einer Wurzel vereinigt war (Taf. IX, Fig. 6). Diese und andere ähnliche Beobachtungen führen zu der ohnehin schon naheliegenden Annahme, daß an den Orten vollkommener Verwachsung normal gestellter Flächen in den Berührungswänden allgemein sekundäre Tüpfelbildung stattfindet, und daß damit zugleich Protoplasmaverbindungen zwischen den aneinandergrenzenden Elementen hergestellt werden. Die Existenz dieser Verbindungen darf bestimmt vorausgesetzt werden, wenn sie im Haushalte der Pflanze die hohe Bedeutung haben, die ihnen, wohl mit Recht, gegenwärtig zugeschrieben wird.“

Der noch zu besprechende Fall, den Vöchting erwähnt, findet sich pag. 125 vörtert. Dort sagt der Autor bei der Beschreibung der Verwachsung zwischen transplantiertem Wurzel- und Sproßgewebe einer Rübe: „Die Verwachsung der Parenchymzellen in der Brücke ist mehr oder minder innig; sie findet statt sowohl zwischen den dünnwandigen Elementen der Wurzel und den ebenfalls dünnwandigen Markzellen des Reises, als zwischen den ersteren und dem derbwandigen Wundparenchym des Reises. Eine Stelle der letzteren Art ist in Fig. 6, Taf. IX abgebildet. Wie ein Blick lehrt, ist die Verwachsung hier vollkommen, dabei aber die Grenze zwischen den derb- und dünnwandigen Zellen scharf gezogen. Es sei besonders darauf hingewiesen, wie schon früher hervorgehoben wurde, daß in den Berührungswänden Tüpfel gebildet waren, ein Umstand, der nach unseren heutigen Vorstellungen zu der Annahme berechtigt, daß die beiden Gewebe durch Plasmaortsätze verbunden seien.“ Es scheint also wohl sicher, daß in den eben angegebenen Fällen Plasmaverbindungen entstehen. Vöchting ist aber schon sehr zweifelhaft darüber, ob bei allen autoplastischen Verbindungen solche entstehen. Er sagt pag. 121: „Die Vorstellung liegt nahe, daß zwischen den miteinander verwachsenen, aber ungleichsinnig gerichteten Elementen keine Plasmaverbindungen stattfinden, deren Herstellung zwischen Zellen mit gleichsinniger Orientierung angenommen werden darf. Doch bewegen wir uns hier lediglich auf dem Boden der

Vermutung. Bemühungen, die Sache direkt zu entscheiden, führten zu keinem sicheren Erfolge.“

Strasburger (1901, pag. 583) berichtet über seine Versuche, Plasmaverbindungen bei Transplantationen nachzuweisen. Er untersuchte ohne Erfolg Pfropfungen von Birne \times Cydonia, Syringa \times Ligustrum, Hyoscyamus niger \times Solanum tuberosum, Solanum tuberosum \times Hyoscyamus niger, Datura \times Solanum, will aber dort, wie er nur kurz bemerkt, korrespondierende Tüpfel in den verwachsenen Zellwänden zweier Symbionten festgestellt haben, vorzüglich bei Hyoscyamus niger \times Solanum tuberosum.

An Pfropfungen von *Abies nobilis* \times *Abies pectinata* und *Picea pungens* \times *Picea excelsa* will er Plasmaverbindungen zwischen Zellen der beiden Symbionten gefunden haben. Er sagt darüber (pag. 584) folgendes: „Zu meinem eigentlichen Ziele gelangte ich aber erst bei Untersuchung von frischem Koniferenmaterial: *Abies nobilis* auf *Abies pectinata* und *Picea pungens* auf *Picea excelsa*, das an entsprechend ausgeführten Schnitten, die, mit Osmiumsäure oder Jodlösung fixiert, in Schwefelsäure zur Quellung gebracht und mit Pyoktanin gefärbt wurden, zur Untersuchung kam. Zunächst mußte mich ein Querschnitt, in passend erscheinender Höhe innerhalb der Verwachsungsstelle ausgeführt, über den Erfolg der Verwachsung orientieren. Der Hauptsache nach wählte ich dann für die weitere Untersuchung nur solche Symbionten aus, deren Vereinigung möglichst vollkommen erfolgt war. Ich beschränke mich hier auf die Wiedergabe derjenigen Schnitte, welche ich dem in der ca. 31/32mal vergrößerten Figur 56, Tafel XV dargestellten Querschnitte von *Abies nobilis* und *Abies pectinata* entnahm. Die Verwachsung war in diesem Falle ganz vollkommen. Die Kambien hatten sich alsbald vereinigt und durchaus normale Elemente nach beiden Seiten erzeugt; nur in der Verbindungslinie der Symbionten befand sich etwas intermediäres Gewebe aus unregelmäßig gestalteten, reich getüpfelten Zellen. Da die Rindenzellen, sowohl von *Abies nobilis* (Fig. 9, Taf. XIV) als auch von *Abies pectinata*, verhältnismäßig leicht nachweisbare, in Gruppen vereinigte Plasmodesmen führen, so wandte ich mich vor allem der Untersuchung der Verwachsungsstellen der Rinde zu. Die äußerlich in dem schwach vergrößerten Bilde des Querschnittes sich markierende Verwachsungsstelle bildete den Ausgangspunkt der Untersuchung. Meine Fig. 10, Taf. XIV stammt nun von einer Stelle her, die in geringer Entfernung von dem oberflächlich vorspringenden Rindenlappen links im Bilde sich befand. Sie habe ich zur Darstellung gewählt, weil sie mir alle Zweifel an einer richtigen Deutung des Gesehenen auszuschließen schien. Eine Reihe größerer Interzellularen bezeichnete hier nämlich auf eine Strecke hin, die Grenze der beiden Bionten und sicherte so die Orientierung. Die Fig. 10, Taf. XIV zeigt eine dieser mit + bezeichneten Interzellularen zur Linken. Von den in der Figur dargestellten Wandstücken mußten die oberen *Abies pectinata*, somit der Unterlage, das untere mit einem Stern markierte *Abies nobilis*, somit dem Reis angehören. Sowohl zwischen den beiden zu *Abies pectinata* gehörenden Zellen, wie zwischen der einen Zelle von *Abies pectinata* und jener von *Abies nobilis* zeigte sich die Wandung von schönen Plasmaverbindungen durchsetzt. Sehr eingehend wurde dann auch an einer größeren Anzahl von Schnitten die Verwachsungsstelle innerhalb des intermediären Gewebes, auf das ich zuvor schon hingewiesen habe, untersucht. Auch da glaube ich mit aller Bestimmtheit behaupten zu können, daß die beiden Zellen, die ich in Fig. 11, Taf. XIV mit Pfeilen bezeichnete, verschiedenen Ursprungs waren, und zwar die

oberen Zellen dem Kambium von *Abies pectinata*, die unteren jenem von *Abies nobilis* entstammten. Ich habe die diesen beiden Zellen gemeinsame Wand in Fig. 12, Taf. XIV bei stärkerer Vergrößerung dargestellt. Die Plasmaverbindungen innerhalb der Schließhäute der einander entsprechenden Tüpfel waren meist mit Sicherheit zu erkennen. Zweifel, die in diesem Falle übrig bleiben konnten, ob wirklich die in Betracht kommenden Zellen verschiedenen Ursprungs seien, wurden durch den Umstand abgeschwächt, daß überhaupt Zellen ohne korrespondierende Tüpfel in dem ganzen intermediären Gewebe fehlten, dieses Gewebe aber schlechterdings aus den vereinigten Produkten von zwei verschiedenen Kambien hervorgegangen sein mußte. — Zu genau demselben Ergebnis, wie in dem eben geschilderten Falle, gelangte ich auch bei der Untersuchung der Verwachsungsstellen eines aus *Picea pungens* und *Picea excelsa* bestehenden Symbionten, dessen Querschnitt ich in dem 31/32mal vergrößerten Bilde Fig. 57, Taf. XV zur Darstellung brachte.

Strasburger machte auch einige physiologische Versuche, welche das über die Fusion der Symbionten Gesagte stützen sollten. Weshalb diese Versuche über das Fehlen oder Vorhandensein der Plasmaverbindungen zwischen den Symbionten nichts beweisen, ist schon früher (Botanische Zeitung 1902, pag. 106) auseinandergesetzt worden. Dort ist auch gesagt, daß der sichere Nachweis der Plasmaverbindungen zwischen den Zellen der Symbionten selbst bei autoplastischen Transplantationen deshalb nicht gelang, weil die sichere Feststellung darüber, ob eine Zellwand, in welcher Plasmaverbindungen zu erkennen waren, zu zwei Zellen der Symbionten *a* und *b* gehörte oder zu zwei Zellen eines der beiden Symbionten nicht möglich war.

Auch Strasburger scheint bezüglich dieser Feststellung nicht ganz sicher gewesen zu sein; wäre er es gewesen, so würde er nicht die Ausdrücke „weil sie mir alle Zweifel an einer richtigen Deutung des Gesehenen auszuschließen schienen“ und „auch da glaube ich mit aller Bestimmtheit sagen zu können“ gebraucht haben. Einen Beweis enthält seine Darstellung dafür nicht, daß ihm diese Feststellung gelungen ist. Ob die beiden in seiner Fig. 10, Taf. XIV abgebildeten Zellen wirklich den beiden Symbionten oder nur einem derselben angehörten, erscheint ganz zweifelhaft. Es ist recht wahrscheinlich, daß der Interzellularraum in der Rinde dieser alten Pfropfungen im Kallusgewebe neu entstanden ist. Herse sagt (1908, pag. 96) zu diesem Thema folgendes: „Je mehr man derartige Verwachsungsgewebe beobachtet, desto mehr kommt man zu der Erkenntnis, daß solche und ähnliche Kriterien, wie Verlauf größerer Interzellularen, Auftreten verlickter Wände usw., nicht genügen können zur sicheren mikroskopischen Feststellung der Verwachsungsgrenze zwischen sonst gleichen Kalluszellen von verschiedenartiger Herkunft.“

Selbstverständlich ist es unmöglich, zu beweisen, daß Strasburger mit der Deutung des einzelnen Falles im Unrecht war, aber wir müssen festhalten, daß ein sicherer Beweis durch Strasburger nicht erbracht und eine genaue Prüfung der ganzen Angelegenheit nötig erscheint.

Man darf vielleicht sagen, daß selbst bei ausgezeichnet wachsenden und sehr gut verbundenen Symbionten oft eine große Neigung des Reises zur Erzeugung von Nebenwurzeln an der Sproßbasis bis zuletzt erhalten bleibt. Wir haben das besonders bei Pfropfungen $\frac{\text{Tomate}}{\text{Kartoffel}}$ beobachtet. Diese Tendenz würde wohl nicht so groß bleiben, wenn durch plasmatische Verbindung der physiologische Pol des Reises von dessen Ende nach der Wurzel der Unterlage verlegt würde.

Tracheen können schon in geringerem Umfange im Kallusgewebe angelegt werden (Schmitthenner, pag. 30). Im Kambium der Verwachsungsregion läßt sich ihre Entstehung leicht verfolgen. Vöchting's (1892) Schilderung des Verlaufs der bei autoplastischer Transplantation gebildeten Leitbündel (pag. 116) und dessen Angabe, daß sich niemals eine bestimmte Grenze zwischen den Elementen der beiden Symbionten (pag. 124) nachweisen lasse, macht es wahrscheinlich, daß dabei ein völliges Aneinanderschließen der trachealen Bahnen erfolgt. Dasselbe ist wohl auch bei heteroplastischer Transplantation zu erwarten, da ja die Pflanze anscheinend leicht zwei Zellwände verschiedener Symbionten zu verbinden vermag, und es braucht ja dann, nach völliger Differenzierung der mit den Membranen verwachsenen Zellen, nur der Protoplast abzusterben, wenn die normale Verbindung der Tracheen erreicht werden soll.

Bei den Siebröhren liegen die Verhältnisse nicht so einfach. Wenn bei ihnen, wie ich annehme, noch eine cytoplasmatische Verbindung durch Plasmabrücken nötig und vorhanden ist, so müßten diese neu entstehen, wenn sich je eine Meristemzelle zweier verschiedener Symbionten berühren, die zu Siebröhrengliedern werden. Ob eine solche Vereinigung statthat, wissen wir nicht. Es findet sich, soweit ich weiß, in keiner der bisher erschienenen Abhandlungen darüber eine Angabe, wie überhaupt die Siebröhren in diesen Untersuchungen kaum eine Erwähnung finden. Zur Entscheidung der in Rede stehenden Fragen werden vielleicht am besten heteroplastische Transplantationen zwischen fleischigen Wurzeln benutzt.

c) Stoffaustausch zwischen Reis und Unterlage.

Wir wenden uns nun denjenigen uns hier besonders interessierenden Erscheinungen zu, welche in Bezug stehen zu den Fällen der Beeinflussungsercheinungen, die man zu II, A, B und C unserer Einteilung dieser Fälle auf pag. 10 rechnen kann. Und zwar wollen wir uns nur mit dem wenigen bekannt machen, was wir über den Stoffaustausch der Komponenten der Transplantationen wissen.

α) Kohlehydrate.

Daß die Wanderung von plastischen Stoffen durch die Verbindungsstelle der Symbionten selbst heteroplastischer Transplantationen stattfindet, lehrt das Gedeihen der Unterlagen auf Kosten der Assimilationsfähigkeit des Reises. Plastische Stoffe, die hier in Betracht kommen, sind wesentlich Kohlehydrate sowie Eiweißstoffe und deren Spaltungsprodukte, und wir müssen sagen, daß wir schon nicht wissen, ob nur die Kohlehydrate des Reises oder ob auch Glieder der zweiten der genannten Gruppen an der Wanderung teilnehmen, da es vielleicht für das Gedeihen der Unterlage nicht nötig ist, daß stickstoffhaltige plastische Stoffe vom Reis in die Unterlage übergehen.

Auch über die Wege, auf denen die Wanderung erfolgt, sind wir selbstverständlich völlig im unklaren. Die plastischen Stoffe könnten vielleicht an der Pfropfstelle den Weg allein durch das Parenchym nehmen, da ja die plastischen Stoffe auf sehr kurze Strecken genügend schnell wandern könnten. Freilich ist das nicht sehr wahrscheinlich. Evidenter sind wir über die Frage, welche Zellformen normalerweise die schnelle Beförderung der plastischen Stoffe übernehmen, noch sehr wenig unterrichtet. Daß in den Tracheen Kohlehydrate befördert werden können, ist sicher, und es ist die Frage, ob Tracheen als Leitungsbahnen für die Kohlehydrate aus dem Reis in die Unterlage und umgekehrt vielleicht eine größere Rolle spielen, als man gewöhnlich anzunehmen geneigt ist.

Was die Siebröhren leisten, wissen wir nicht. Daß sie „schwierig osmierende Proteinstoffe“ leiten (Pfeffer, Pflanzenphysiologie I, pag. 587) ist Hypothese, und auch für die Annahme, daß sie Leitungsbahnen für die Kohlehydrate seien, fehlen alle Beweise. Die letzte Arbeit, welche sich mit letzterer Annahme beschäftigt, stammt von Czapek (1897, Sitzungsber. der Wiener Akademie, Bd. CVI, Abt. I, pag. 155) und ist leider unbrauchbar, wie eine kritische Studie, die von Herrn Deleano unter meiner Leitung ausgeführt wurde und später veröffentlicht werden wird, zeigte.

Bezüglich der Kohlehydrate hat der eine von uns (Meyer 1886) gezeigt, daß die Zellen verschiedener Spezies mit ein und demselben Monosaccharid recht verschiedenartig umgehen. So z. B. vermögen die Parenchymzellen der Blätter der untersuchten Kompositen aus d-Galaktose keine Stärke zu erzeugen, während *Silene inflata* daraus reichlich Amylose bildet.

Die gleichen Zellen von *Ligustrum vulgare* fabrizieren aus d-Lävulose keine Stärke. Es fand sich auch, daß die Parenchymzellen der Blätter von Kampanulazeen aus d-Glukose, d-Galaktose, d-Fruktose in gleicher Weise Stärkekörner aufbauen können.

Wir können mit gutem Grunde annehmen, daß zur Wanderung wesentlich leichtlösliche Kohlehydrate mit kleinen Molekülen Verwendung finden, also wesentlich Monosaccharide und Disaccharide (auch einzelne Zuckeralkohole), und daß alle schwer diffundierenden Polysaccharide vor der Verwendung zur Wanderung erst gespalten werden. Da, wo diese Wanderkohlehydrate gespeichert werden, werden aus ihnen wieder Polysaccharide erzeugt.

Es ist einleuchtend, daß die durch die Pfropfstelle hindurchwandernden Wanderkohlehydrate bei verschiedenen Spezies von Symbionten recht verschiedenartig sein werden, und daß ferner die aus den Wanderkohlehydraten in Reis und Unterlage aufgebauten Reservekohlehydrate je nach Spezies ganz verschieden ausfallen können. Dabei kann aus ein und demselben Wanderkohlehydrat im Reis ein anderes Reservekohlehydrat erzeugt werden als in der Unterlage, ja man könnte daran denken, daß das Wanderkohlehydrat, welches aus dem Reis in die Unterlage eintritt, dort in ein anderes Wanderkohlehydrat umgeformt würde.

Es wird sich allerdings fragen, wie weit die Verschiedenartigkeit des Chemismus zweier Spezies in bezug auf die Kohlehydrate die symbiotische Verbindung dieser Spezies zuläßt.

Zu dem Auseinandergesetzten müssen wir jedoch hinzufügen, daß wir nicht sicher wissen, ob nicht in einzelnen Fällen auch schwerer diffundierende Polysaccharide, wie z. B. Inulin, direkt wanderfähig sind.

Bisher wissen wir über die Physiologie der Kohlehydrate der Symbionten von Pfropfungen noch äußerst wenig, was ja verständlich ist, da die Vorbedingung der Forschungen auf diesem Gebiete ja meist die genaue Kenntnis der Kohlehydratchemie der betreffenden Symbionten ist. Nur einige verwertbare Andeutungen finden sich in der Literatur.

Zuerst mag mit Beziehung zu dem Kapitel über die Beziehungen zwischen Kohlehydraten, die als Reservestoff in den Pflanzenspezies

vorkommen, und der Fähigkeit zur Pfropfsymbiose eine Bemerkung von Daniel (1894) Platz finden. Er betont, daß sich Pflanzen derselben Familie oft mit den Reservestoffen der Wurzel der Unterlage wie mit ihren eigenen Reservestoffen entwickeln, so z. B. *Sonchus* auf *Tragopogon*, *Tragopogon* auf *Scorzonera*, *Barkhausia* auf *Taraxacum*, *Alliaria* auf Kohlrübe, Fenchel auf wilder Möhre, Petersilie auf *Sison Amonium*.

Eine Ausnahme bildet der noch zu besprechende Fall von Salat
Tragopogon.

Diese Tatsache hängt wohl wesentlich damit zusammen, daß die Wander- und Speicherkohlehydrate der betreffenden Spezies einer Familie wesentlich gleich sind.

Weiter ist eine Beobachtung zu verzeichnen, die vielleicht als Fingerzeig dafür gedeutet werden könnte, daß eine ausgiebige Wanderung der Kohlehydrate durch das Parenchym des Kallus anfänglich wenigstens nicht möglich sei. Schmittliener berichtet (1907, pag. 61) nämlich über die heteroplastischen Transplantationen von Holzpflanzen folgendes: „Solange die Verbindung zwischen den Kopulanten nur aus Kallus besteht, wird die durch das Reis assimilierte Stärke nicht in die Unterlage weiter geleitet, sondern staut sich im Reis an. — Die Weiterleitung der Stärke vom Reis über die Verwachsungsstelle hinaus zur Unterlage setzt mit dem Moment wieder ein, wo durch den allseitig geschlossenen Kambiumring die gemeinsame Holz- und Rindenbildung beginnt.“

Ferner macht Daniel (1899, pag. 22 und 43) einige Angaben, von denen man meinen könnte, sie wären zu Schlüssen zu verwerten. Er pflanzte Kopfsalat auf junge und alte Pflanzen von *Tragopogon porrifolium*. Bei der Pfropfung auf junge Pflanzen fand er, daß der Salat nicht mehr kopfig wurde, die Unterlage verdickte sich kaum und enthielt kein Inulin („il grossit à peine et je n'ai pas observé dans ses tiges la moindre trace d'inuline, avec la greffe ordinaire“). Andererseits pflanzte er Salat auf eine alte inulinhaltige Wurzel von *Tragopogon porrifolium* und sagt darüber folgendes: „— et j'ai constaté que l'inuline du sujet ne passait pas dans le greffon. Aussi, comme les capacités absorbantes de la racine âgée sont très réduites, le greffon meurt desséché faute d'aliments absorbables.“ Man kann aus diesen Angaben aus verschiedenen Gründen wenig schließen. Einmal können alle angeführten Erscheinungen daher rühren, daß die Verwachsung der Symbionten eine so unvollkommene war, daß die beiden Pflanzen, wenn sie auch wachsen konnten, doch nicht zur Inulinspeicherung kamen; dann weiß man nichts Sicheres über die Kohlehydrate des Salates.

Der Nachweis des Inulins wurde nur mikroskopisch geführt (Daniel 1894, pag. 63), so daß dadurch kleinere Mengen des Inulins wohl übersehen werden konnten.

Einige interessante Angaben finden wir bei Vöchting. Vöchting (1894) pflanzte zuerst ein Reis von *Helianthus tuberosus* auf *Helianthus annuus*. Anfangs war die Verbindung harmonisch, später, im August, bildete die Unterlage einen Wulst in der Verwachsungsregion. Im Herbst untersuchte Vöchting die beiden Symbionten durch Einlegen in absoluten Alkohol und Aufsuchen der gebildeten Sphärokristalle auf Inulin.

H. tuberosus zeigte in den Blättern und Blattstielen kein Inulin; in der Achse fand sich oben wenig, nach unten zu mehr und mehr Inulin. Am unteren Teile der Achse waren einige ganz kleine Knöllchen entstanden, in deren Nähe und in denen sich viel Inulin fand. In der Unterlage konnte nach der angewandten Methode kein Inulin nachgewiesen werden. Ferner pflanzte Vöchting umgekehrt ein Reis von *H. annuus* auf *H. tuberosus* (pag. 718). Zuerst entwickelte sich das Reis relativ schwach; beim Nachsehen fand Vöchting eine 15 mm lange Knolle an der Unterlage. Nach Entfernung dieser Knolle trat gutes Wachstum des Reises ein. Relativ spät bildete die Unterlage einen schwachen Wulst an der Pflanzstelle. Als die Unterlage im November geerntet wurde, fanden sich an ihr zwei kleine inulinhaltige Knollen.

Aus diesem Resultate kann man folgendes ableiten: Obgleich das Reis von *H. tuberosus* reich an Inulin war und wahrscheinlich deshalb auch der als Unterlage dienenden *Helianthus annuus* Lävulose zur Verfügung stellte, konnte diese doch kein Inulin in größerer Menge bilden. Es ist uns leider der Kohlehydratchemismus von *H. annuus* nicht genügend bekannt, um weitere Schlüsse ziehen zu können. Wir wissen noch nicht einmal sicher, ob *H. annuus* ganz unfähig ist, Inulin zu bilden. Bei Prantl findet sich über den Inulingehalt von *H. annuus* nichts¹⁾.

Es ist gar nicht unwahrscheinlich, daß *H. annuus* kleine Mengen von Inulin bildet, nur keine stärkere Speicherung desselben durchführt.

1) Prantl sagt nur pag. 42: „Mohl's Angabe, Inulin finde sich in den Knollen von *H. annuus*, ist offenbar ein Versehen“ — meint aber damit doch sicher nur, daß Mohl's Angabe sich eigentlich auf *H. tuberosus* beziehe. Übrigens würde eine negative Angabe bei Prantl auch wenig Wert haben, da Prantl auch sagt, die Achse von *H. tuberosus* sei frei von Inulin, während Vöchting mit der Alkoholmethode Inulin darin nachweisen konnte.

Dann wissen wir leider nichts von den Zuckerarten, die in den Blättern und der Achse der Pflanze vorkommen. Würden die Monosaccharide der Sonnenrose wesentlich andere sein als die des Topinambur, so würde die Entstehung größerer Inulinmengen in den Knollen von großem Interesse sein. Es könnte sich dann vielleicht zeigen, daß die wachsenden Knollen imstande wären, nicht nur die ihnen in *H. tuberosus* zur Verfügung stehenden Zuckerarten, sondern auch andere anzusaugen und in Inulin zu verwandeln.

Bemerkenswert ist für uns die Ansammlung des Inulins an der Basis des Reises von *H. tuberosus*. Sie könnte ja durch die schwache Knollenbildung an der Achse veranlaßt sein, aber es wäre auch möglich, daß eine Tendenz in der Achse bestände, die Nährstoffe nach der Basis zu schaffen, wo die Knollen bei der normalen Pflanze stets gebildet werden. Vöchting rechnet mit dieser Möglichkeit (pag. 720) bei Erklärung der Wulstbildung. Ich glaube allerdings, daß dabei die Sache anders liegt.

β) Die Wanderung des Virus der infektiösen Panachüre.

Nicht ohne Interesse für uns sind die Untersuchungen, welche über die infektiöse Panachüre gemacht worden sind. Seit ungefähr 200 Jahren weiß man, daß Panaschierung durch Transplantation übertragen werden kann. Man unterscheidet jetzt zweierlei Arten von Panaschierung (Lindemuth 1907, pag. 811; Bauer 1904, pag. 454), eine infektiöse (infektiöse Chlorose) und eine nichtinfektiöse (Albicatio). Die meist mehr oder weniger samenbeständige Albicatio interessiert uns hier nicht.

Die anscheinend nie samenbeständige infektiöse Chlorose, die als eine Krankheit der Individuen bezeichnet werden kann, dokumentiert sich durch gelbliche Flecken, welche in den Laubblättern auftreten und hervorgerufen werden durch Chlorophyllarmut der relativ klein bleibenden Chloroplasten (Zimmermann 1891). Diese Gelbfleckigkeit kann anscheinend nur durch Transplantation von einer kranken auf eine gesunde Pflanze übertragen werden. Übertragung durch zerquetschtes Gewebe oder durch Preßsaft einer kranken Pflanze gelang nicht (Baur 1904, pag. 457).

Transplantiert man kranke Blätter tragende Sprosse kranker Individuen auf gesunde Individuen und beleuchtet man die kranken Blätter, so nehmen die heranwachsenden, nicht die ausgewachsenen Blätter (Lindemuth 1878, pag. 907) die Gelbfleckigkeit an. Im blattlosen Zustande transplantierte kranke Reiser infizieren erst dann, wenn bunte Blätter an ihnen entstanden sind (Lindemuth 1878, pag. 907). Ver-

dunkelte oder relativ schwachem Lichte ausgesetzte bunte Blätter infizieren nicht. Verdunkelt man die alten, bunten Blätter eines buntfleckigen *Abutilon*-Individuums, so werden dessen neu entstehende Blätter grün, einerlei, ob die Vegetationspunkte verdunkelt werden oder nicht. Durch alleinige Verdunkelung der embryonalen Blätter wird das Gelbwerden nicht verhindert (Baur 1906a). Das infizierende Agens wandert ziemlich langsam. Ringelung eines Zweiges verhindert die Infektion jenseits der Ringelung entstehender Blätter (Baur 1906, pag. 23).

Wurzelstöcke von gelbfleckiger *Sida Napae* bildeten in zwei Fällen an Adventivsprossen gelbfleckige Blätter. Wahrscheinlich waren aber hier die Knospen schon angelegt, als die Wurzeln noch an der beblätterten Pflanze saßen (Lindemuth 1907). Die Wurzel vermag das infizierende Agens zu leiten (Lindemuth 1907, pag. 832). Pfropft man eine „immune“ Pflanze (*Abutilon arboreum*) zugleich mit einem fleckenkranken Reize und einem infektiösfähigen gesunden Reize, so kann die Übertragung des infizierenden Agens durch die Achse des immunen Sprosses hindurch stattfinden. Sprosse der immunen Pflanze, welche das infizierende Agens leiteten, infizieren bei Transplantation andere Pflanzen nicht (Baur 1906a, pag. 24, 1906b, pag. 419). Man vergleiche hierzu jedoch auch Lindemuth's Bemerkungen (1907, pag. 819 und 840), wo u. a. *Abutilon arboreum* als nicht immun bezeichnet wird.

Das sind die wichtigsten Tatsachen. Aus ihnen läßt sich über die Natur des Vorganges, welcher sich bei der Infektion abspielt, nichts Sicheres sagen. Man weiß nicht, ob es sich um Übertragung eines Organismus, eines Anstoßreizes oder eines physiologischen Reizes handelt. Vielleicht darf man vermuten, es handle sich um eine Anstoßleitung, um Übertragung eines chemischen Individuums, welches, bei der Assimilation im Lichte gebildet, auf demselben Wege wandere wie die Assimilate. Da diese Vermutung aber vollständig unzutreffend sein kann, so können wir die hier mitgeteilten Tatsachen für unsere Frage bis jetzt noch nicht weiter verwerten.

γ) Die Wanderung der Blausäure liefernden Glykoside.

Die bei der Spaltung durch Enzyme Blausäure liefernden Glykoside scheinen ähnlich wie die Alkaloide manchmal als Schutzmittel der Pflanze gegen omnivore Tiere wirksam zu sein, und es ist deshalb besonders interessant für uns, zu wissen, ob diese Stoffe die Pfropfstellen durchwandern. Über diese Wanderung von Blausäure liefernden Glykosiden hat Guignard (1907) Versuche angestellt. Zuerst pflanzte er *Phaseolus vulgaris* und *multiflorus* (blausäurefrei) auf *Phaseolus lunatus* (blausäurehaltig) und umgekehrt.

Die Untersuchung auf Blausäure wurde folgendermaßen ausgeführt. Die Pflanzenteile wurden zerkleinert und mit dem 3—4fachen ihres Gewichtes an dest. Wasser 12 Std. bei 20—25° stehen gelassen. Das Destillationsprodukt wurde durch eine enge Röhre auf den Boden eines Kölbchens geleitet, welches etwa 2% ige Pottaschelösung enthielt. Durch die Berlinerblaureaktion kann man mit Sicherheit weniger als $\frac{1}{50}$ mg Blausäure nachweisen. Wenn es sich um quantitative Bestimmung handelte, wurde die Liebig'sche Methode mit Silbernitrat angewandt, die von Denigès etwas modifiziert ist (pag. 277 und 278).

Die Resultate waren die folgenden:

Einfache Pfropfungen:

Ph. vulgaris auf Ph. lunatus	{ Keine Einwanderung von Blausäure in Ph. vulgaris (Pfropfreis).
Ph. lunatus (0,022% Blausäure) auf Ph. vulgaris	{ Keine Einwanderung von Blausäure in Ph. vulgaris (Unterlage).

Gemischte Pfropfungen:

Ph. vulgaris auf Ph. lunatus	{ Keine Einwanderung von Blausäure in das Pfropfreis.
1. 0,037% Blausäure	
2. 0,04% „	
Ph. lunatus auf Ph. vulgaris	{ Keine Einwanderung von Blausäure in die Bohne.

Auch bei der „Grefte par approche“ trat kein Glykosid aus *Phaseolus lunatus* in *Phaseolus vulgaris* über.

Ferner untersuchte Guignard das Verhalten von Pfropfungen von *Photinia* und *Cotoneaster* auf *Cydonia vulgaris*.

Die Untersuchung von *Cydonia* auf Blausäure ergab folgende Zahlen:

Blätter Anfang Oktober	0%
Rinde der 1jährigen Zweige	0,015%
„ „ 2 „ „	0,001%
„ „ 3 „ „	noch weniger Proz.

Ein 3 cm dicker Stamm, der in zwei gleiche Hälften geteilt wurde, enthielt in der Rinde der oberen Hälfte in 87 g etwa $\frac{1}{20}$ mg Blausäure; die untere Hälfte enthielt nur Spuren von Blausäure. In den Wurzeln fehlt die Blausäure vollständig.

Drei Pfropfungen von *Photinia* auf *Cydonia*.

Die Pfropfreiser enthielten:

Nr. 1.	Rinde	0,064%	Blätter (1jährig)	0,07%
„ 2.	„	0,078%	„ „	0,082%
„ 3.	„	0,051%	„ „	0,115%

In die Unterlage war keine Blausäure übergegangen.

Zwei Versuche mit *Cotoneaster frigidia* auf *Cydonia* gepfropft.

Es enthielt von *Cotoneaster frigida* Nr. 1

die Rinde . . .	0,048 ‰
die Blätter . . .	0,06 ‰

Es enthielt *Cotoneaster frigida* Nr. 2

Rinde	0,016 ‰
-----------------	---------

Bei Nr. 1 fand sich keine Spur von Blausäure in der Rinde der Unterlage, bei Nr. 2 eine Spur, die jedoch der *Cydonia* eigen gewesen sein kann, wie der Autor selbst annimmt.

Cotoneaster bacillaris auf *Crataegus*.

Die Rinde des Pfropfreises enthielt 0,119 ‰ Blausäure, die der Unterlage keine Spur von Blausäure.

Cotoneaster affinis auf *Crataegus*.

Rinde von <i>Cotoneaster</i> . . .	0,04 ‰
Blätter im November . . .	0,008 ‰
„ „ Juli	0,098 ‰

Unterlage enthielt keine Blausäure.

Cotoneaster acutifolia auf *Crataegus*.

Rinde von Zweigen aller Größen gemengt . . .	0,021 ‰
1jähriger Zweig	0,038 ‰

Unterlage frei von Blausäure.

Bei allen klar liegenden Fällen, in denen die Unterlage oder das Reis völlig von vornherein frei von Glykosid war, zeigte es sich also, daß das Blausäureglykosid nicht wandert. Das ist eine sehr interessante und bei der Feinheit der Blausäurereaktion wohl völlig feststehende Tatsache.

Nach Guignard soll sich dieses bei Pfropfungen von *Cotoneaster microphylla* auf *Cotoneaster frigida* anders verhalten, doch werden wir sehen, daß die Schlüsse, welche Guignard zieht, unsicher, ja unberechtigt sind.

Cotoneaster microphylla auf *Cotoneaster frigida*.

Cotoneaster microphylla III (nicht zur Pfropfung benutzt).

Die Blätter	0,12 ‰	Blausäure
Zweigrinde von 1--3 Jahren ca.	0,05 ‰	„
Zweigrinde mit gleichaltriger Wurzelrinde gemischt	0,018 ‰	„

Cotoneaster microphylla IV (zu Versuch I benutzt).

Blätter	0,092 ‰	Blausäure
Zweigrinde	0,06 ‰	„

Cotoneaster microphylla (zu Versuch 19 benutzt).

Blätter	0,076 ‰	Blausäure
Zweigrinde	0,038 ‰	„

Cotoneaster frigida I (nicht zur Pfropfung benutzt). Pflanze im Museum d'histoire naturelle kultiviert. Untersuchung im Juni vorgenommen.

Blätter . . .	0,045 ‰	Blausäure
Achsenrinde .	0,016 ‰	„

Cotoneaster frigida II (nicht zur Pfropfung benutzt). Pflanze aus der Baumschule in Croux. Untersucht im Juli.

Blätter . . .	0,058 ‰	Blausäure
Achsenrinde .	0,02 ‰	„

Versuch Nr. I.

Pfropfung von Cotoneaster microphylla I auf ein dreijähriges Exemplar von Cotoneaster frigida von unbekanntem Blausäuregehalt.

Der Stamm der Unterlage wurde in drei Stücke geteilt, das oberste ist mit A, das unterste mit C bezeichnet. Die Rinde der drei Stück zeigte folgenden Prozentgehalt an Blausäure:

A. 30 cm lang	0,013 ‰
B. 30 „ „	0,0027 ‰
C. 80 „ „	0,0026 ‰
Mittel	0,006 ‰

Versuch Nr. II.

Pfropfung von Cotoneaster microphylla II auf eine dreijährige Unterlage von Cotoneaster frigida von unbekanntem Blausäuregehalt.

Die Rinde der drei je 45 cm langen Stammstücke zeigte folgenden Prozentgehalt an Blausäure:

A.	0,021 ‰
B.	0,006 ‰
C.	0,005 ‰
Mittel	0,012 ‰

Merkwürdigerweise schließt Guignard aus diesen Resultaten, daß Einwanderung von Glykosid aus dem Reize in die Unterlage stattgefunden habe. Dazu ist folgendes zu bemerken. Guignard hat selbst zwei verschiedene Pflanzen (I und II) aus zwei verschiedenen Gegenden untersucht und den Gehalt der Blätter und der Achsenrinde an Blausäure bei beiden Pflanzen, wie wir sahen, verschieden gefunden:

I. Blätter	0,045 ‰	Rinde	0,016 ‰
II. „	0,058 ‰	„	0,020 ‰
Differenz	0,013 ‰		0,004 ‰

Das ist wohl noch als eine zufällige Übereinstimmung anzusehen. Denn wenn man die Resultate der Untersuchung seiner drei Individuen von Cotoneaster microphylla ansieht, so kann man wohl annehmen, daß sich die Variation des Blausäuregehaltes bei eingehender Untersuchung als eine viel stärkere herausstellen würde, wie sie es nach diesen zwei Versuchen zu sein scheint.

I.	Blätter	0,092 ‰,	Rinde	0,060 ‰	} Differenz 0,022 ‰
II.	„	0,076 ‰,	„	0,038 ‰	
III.	„	0,120 ‰,	„	0,050 ‰	} Differenz 0,044 ‰

Bei seinem Versuche Nr. 1 findet Guignard nun in der Rinde im Durchschnitt 0,006 ‰, im Maximum 0,013 ‰ Blausäure, beim Versuche Nr. 2 im Durchschnitt 0,012 ‰, im Maximum 0,021 ‰, also selbst im Maximum nicht mehr als in seinen nicht zur Pfropfung benutzten Pflanzen I und II, die 0,016 ‰ und 0,02 ‰ in der Rinde enthielten; und daraus kann man doch nicht schließen, daß Glykosid aus dem Reize in die Unterlage eingewandert sei. Guignard beruft sich auch nur auf die Erfahrung, daß der obere Teil der Achse der Unterlage auffällig reich an Blausäure war. Aber er hat nicht untersucht, ob das letztere nicht ebenso bei nicht als Unterlage benutzten Achsen des *Cotoneaster frigida* der Fall ist. Die Erfahrungen, die Guignard an *Cydonia* gemacht hat (pag. 289), machen es wahrscheinlich, daß es so sein würde; denn Guignard fand im oberen Teile der Rinde des Stammes von *Cydonia* noch deutlich Blausäure, im unteren kaum merkbare Spuren. Die Wurzelrinde ist stets frei von Blausäure. Die Rinde einjähriger Zweige enthielt übrigens 0,015 ‰, die zweijähriger 0,001 ‰ Blausäure.

Es läßt sich also aus den zuletzt besprochenen Resultaten nichts Sicheres über die Wanderung der Glykoside aus dem Pfropfreis in die Unterlage schließen, und die negativen Resultate der zuerst mitgeteilten Versuche lassen den Schluß zu, daß in allen Fällen keine Wanderung der Glykoside durch die Pfropfstellen stattgefunden hat.

An die Besprechung der Angaben über die Wanderung der Blausäure liefernden Glykoside schließen wir wohl am besten gleich eine Angabe Daniel's (1898, pag. 135) an. Dieser will bemerkt haben, daß Grünkohl durch aufgepfropfte *Alliaria officinalis* in seinem Geruch verändert worden sei. Er sagt: „L'odeur du Chou vert se combine à l'odeur alliagée et le goût est lui-même modifié.“ Freilich ist die Geruchs- und Geschmacksreaktion hier wohl etwas unsicher. *Alliaria* enthält in jungen Teilen nur Sinigrin (Senfö[$C_3H_5N \cdot CS$], erst später liefert die Pflanze Knoblauchöl ($C_3H_5 \cdot S \cdot C_3H_5$); letzteres müßte demnach in *Brassica oleracea* übergehen. Versuche in dieser Richtung könnten vielleicht interessante Resultate ergeben. Freilich müßte auch *Brassica oleracea* auf Glykoside und Senföle vorher noch genauer untersucht werden.

δ) Wanderung von Farbstoffen.

Lindemuth (1878, pag. 936) führt einen Fall der Übertragung eines violetten Farbstoffes durch Pfropfung an. Er pfropfte violette

Triebe einer dunklen Kartoffelsorte (Zebra) auf hellgrüne Triebe einer anderen Kartoffelsorte (Kaliko), deren Knollen mit karminroten Flecken versehen sind. 14 Tage nach der Pfropfung zeigte sich die hellgrüne Unterlage lebhaft karminrot gefärbt. Hier erscheint es uns durchaus wahrscheinlich, daß die Karminfärbung nicht aus der dunkelblauen Kartoffel übertragen, sondern von der Unterlage selbst erzeugt wurde, deren Knolle ja selbst die Fähigkeit zur Erzeugung des roten Farbstoffes besaß. Vöchting (1892, pag. 94) entscheidet sich übrigens bei einem ganz analogen Falle, den er bei der dunkelroten Salat- und einer Futterrübe mit mattroter Wurzel und grünem Reis beobachtete, auch dafür, daß die rote Farbe von der Futterrübe selbst erzeugt worden sei. Hier zeigte es sich allerdings auch, daß die grünen Zweige rot wurden, wenn er sie als Steckling wachsen ließ. An den Verwachsungsstellen roter und farbloser Rüben sah Vöchting auch (pag. 126) die gefärbten und die farblosen Zellen, die gut verwachsen waren, bezüglich ihres Farbstoffgehaltes scharf voneinander getrennt. Vöchting (1892, pag. 92) transplantierte auch buntblättrige Coleus-Formen, Tradescantia-Formen, gefärbte Runkelrüben auf ungefärbte Unterlagen, ohne daß eine Färbung der Unterlagen eintrat. Nur in einem Falle fand er, daß an der Wurzel einer weißen Futterrübe, der als Reis der Zweig einer roten Rübe aufgesetzt war, ein roter Farbstoff auf beträchtlicher Fläche in dem umfangreichen Wulst, der über und unter dem Reis gebildet worden war, aufgetreten war. Vöchting glaubt auch in diesem ohne weiteres für eine Farbstoffwanderung sprechenden Falle nicht an die Wanderung des Farbstoffes aus dem gefärbten in den farblosen Symbionten. Er sagt darüber (pag. 95): „Die mit einer Farbe versehenen Runkelrüben haben die Neigung, an Wundflächen den Farbstoff besonders reichlich zu bilden, und es läßt sich der Gedanke nicht von der Hand weisen, daß die Rübe in unserem Versuche die rote Farbe im Wundgewebe erzeugt habe, trotzdem ihr derselbe ursprünglich nicht eigen war. Man bedenke, wie nahe verwandt die Rassen der Runkelrübe sind und welche Summe von latenten Eigenschaften in einer etwa durch Kreuzung entstandenen Rasse vorhanden sein mögen, auch wenn diese ganz konstant erscheint.“

Auch Daniel (1894, pag. 63) sagt: „La matière colorante de la Betterave rouge ne passe pas dans le greffon de l'Oseille“.

Danach können wir wohl sagen, daß ein Beweis dafür, daß Farbstoffe durch die Pfropfstelle wandern können, noch nicht erbracht worden ist.

ε) **Die Wanderung der Alkaloide.**

Die älteste Literaturangabe, welche hier zu erwähnen wäre, stammt von Moens (1882, pag. 375). Die chemischen Untersuchungen von Pfropfungen $\frac{\text{Cinchona Ledgeriana}}{\text{Cinchona succirubra}}$ schienen ihm zu zeigen, daß die Reiser von C. Ledgeriana relativ wenig Chinin und manchmal mehr Cinchonidin enthielten, als es normalerweise der Fall war, während die C. succirubra-Unterlage etwas reicher an Chinin war, als gewöhnlich. Allerdings zeigte der einzige Versuch, für den eine Vergleichsanalyse der ungepfropften C. Ledgeriana vorlag, die Zunahme des Cinchonidins im Reiser nicht.

C. Ledgeriana-Individuum, von welchem das Reis stammte	C. Ledgeriana-Reis	C. Succirubra-Unterlage	
Prozentgehalt der Rinden an Alkaloid			
Chinin	11,2	4,89	1,65
Cinchonidin	1,17	—	6,14
Chinidin	—	—	—
Cinchonin	0,57	1,46	2,53
Amorphes Alkaloid .	0,45	1,01	1,37

Moens sagt deshalb auch nur:

„Opmerkelijk is, zoowel het hooge kinine-gehalte der jonge succirubra-bast als het cinchonidine-gehalte dezer jeugdige Ledgeriana-bast, ware het niet, dat onderzoek 2 (die Untersuchung, deren Zahlen eben mitgeteilt worden sind) die meening tegensprak.“

Leersum (1900) gibt einen Auszug aus „Jaaresverslagen over de Gouvernementskina-Ondernemingen in de Preanger Regentschappen“ vom Jahre 1885 und 1886, der beweisen soll, daß die von Moens vermutete gegenseitige Beeinflussung der Komponenten der Pfropfung tatsächlich existiere. In der Tat scheint es nach den mitgeteilten Zahlen fast, als werde zuerst der Cinchonidingehalt des Reises der Pfropfung $\frac{\text{Cinchona Ledgeriana}}{\text{Cinchona succirubra}}$ durch die Unterlage in der Weise beeinflusst, daß die Menge des Cinchonidins, welches in ihm auftritt, anormal hoch erscheint. Freilich wird ein exakter Beweis dafür auch durch die von Leersum mitgeteilten Tatsachen nicht erbracht.

Es wird zuerst über den Cinchonidingehalt der Rinden verschiedener Mutterbäume der zur Pfropfung verwandten Reiser von Cinchona Ledgeriana berichtet:

Mutterrinde	Baum			
Nr. 73, 1876		0	%	Cinchonidin
„ „ 73, 1881		0	%	„
„ „ 89, 1877		0	%	„
„ „ 89, 1881		1,17	%	„
„ „ 23, 1874		Spuren		„
„ „ 23, 1881		0,59	%	„
„ „ 23, 1886		0,97	%	„

Ferner wird mitgeteilt wie sich der Cinchonidingehalt der Rinden der von diesen Bäumen stammenden Reiser gestaltet hatte, nachdem diese einige Jahre dem Einfluß der Unterlage von *C. succirubra* ausgesetzt gewesen waren:

Rinde des Reises vom Baume Nr. 73, nach 5 Jahren	3,3	%	Cinchonidin
„ „ „ „ „ „ 89 „ 5 „	1,4	%	„
„ „ „ „ „ „ 23	1,11	%	„
„ „ „ „ „ „ 23	Spuren		„

Aus diesen Tatsachen geht hervor, daß *Cinchona Ledgeriana*-Reiser, die sie aufgepfropft werden, schon bis 1,17 % Cinchonidin enthalten können und daß der Gehalt an Cinchonidin sehr variiert. Da man nicht weiß, wie sehr der Cinchonidingehalt der verschiedenen Zweige eines Baumes von *C. Ledgeriana*, die als Reis Verwendung finden können, variiert, so ist man nicht imstande mit Sicherheit zu sagen, daß das Resultat nicht durch zufällige starke Entwicklung von Cinchonidin zustande gekommen ist, die mit der Unterlage nichts zu tun hat. Umerhin ist, wie gesagt, die Annahme eines solchen Einflusses nicht in der Hand zu weisen.

Ähnlich verhält es sich mit dem Schlusse, daß die Tatsache, daß die Reiser der Pflanzung $\frac{C. Ledgeriana}{C. succirubra}$ immer an der Basis mehr Cinchonidin enthalten als an weiter von der Pflanzstelle entfernten Partien, aus dem Einflusse der Unterlage herrühre, welcher sich nur auf geringe Entfernung energisch äußere. In der Tat scheint die Tatsache hergestellt, daß der Cinchonidingehalt der Rinde des Reises von 1 m zu $\frac{1}{4}$ m Entfernung von der Pflanzstelle bedeutend abnimmt. Das beweisen folgende Zahlen:

Cinchonidin 0,24 %	Ent van Nr. 23	5 jaar oud,	1. st.	} van anderen $\frac{1}{4}$ m lang, } van 4 boomen gemengd
do. Spoor	do. Nr. 23	do.	2. st.	
do. 0 %	do. Nr. 23	do.	3. st.	do.
do. 0 %	do. Nr. 23	do.	4. st.	do. 3 boomen
do. 0,18 %	do. Nr. 23	do.	1. st.	do.
do. Spoor	do. Nr. 23	do.	2. st.	do.
do. 0 %	do. Nr. 23	do.	3. st.	do.

27.	Cinchonidin	0,70 %	Ent van Nr. 23	5 jaar oud.	1. st.	} van anderen $\frac{1}{4}$ m lang } van 4 boomen gemenge
28.	do.	0,48 %	do. Nr. 23	do.	2. st.	
29.	do.	Spoor	do. Nr. 23	do.	3. st.	do.
30.	do.	Spoor	do. Nr. 23	do.	1. st.	do.
31.	do.	0 %	do. Nr. 23	do.	2. st.	do.
32.	do.	0 %	do. Nr. 23	do.	3. st.	do.

Nur wird nicht mitgeteilt, wie sich normale Zweige der Mutterpflanze bezüglich des Cinchonidingehaltes an Spitze und an Basis der Zweige verhalten.

Zuletzt handelt es sich um die Frage, ob der relativ hohe Chinin-gehalt, welcher in der Unterlage der Pfropfungen $\frac{\text{C. Ledgeriana}}{\text{C. succirubra}}$ gefunden wurde, auf einen Einfluß des Reises auf die Unterlage zurückzuführen ist. Leersum spricht sogar von einer Wanderung des Chinins aus dem Reis in die Unterlage. Pag. 36: „ . . . maar een gevolg is van de Ledgeriana welke op de Succirubra geent is en waarvan het kinine-gehalte in de onderstam overgaat.“ Hier liegt die Sache so, daß der durchschnittliche Chiningehalt der Succirubra-Wurzelrinde 0,9 % beträgt (Cinchonidingehalt 3,5 %). Der Gehalt der Rinde der Unterlage der Pfropfungen $\frac{\text{C. Ledgeriana}}{\text{C. succirubra}}$ wurde aber zu 1,5 % bis über 3 % gefunden. Aber hier erfährt man wieder nichts von dem Gehalt der Rinde der für die Pfropfungen benutzten Unterlage, so daß auch diese Frage nicht sicher entschieden wird. Allerdings ist die durch Zahlen belegte Tatsache sehr auffallend und spricht für die Richtigkeit der Annahme von Leersum, daß die Menge des Chinins in der Unterlage um so höher wird, je höher der Chiningehalt des Reises steigt.

Das zeigen folgende Zahlen:

Chiningehalt der Reiser	}	5,9 %	5,9 %	7,4 %	7,4 %	7,9 %	8,3 %	9,3 %	10,5 %
Chiningehalt der Unterlage		}	1,75 %	1,8 %	2 %	2,2 %	2,4 %	2,7 %	2,8 %

Einen klaren Aufschluß über die in Rede stehenden Verhältnisse schien die Untersuchung von Strasburger und Klinger im Jahr 1885 (und 1906) zu geben. Danach schien es bewiesen, daß Atropin oder Hyoscyamin oder Scopolamin die Pfropfstelle einer heteroplastischen Transplantation zu durchwandern imstande wäre.

Durch Strasburger veranlaßt, untersuchte Klinger 800 Kartoffelknollen, welche an einer durch ein Pfropfreis von *Datura stramonium* ernährten Unterlage von *Solanum tuberosum* entstanden

waren, und fand darin Atropin. Strasburger (1885, pag. 49) sagt: „Er (Klinger) fand — Atropin, wenn auch nur in äußerst geringen Mengen; nach seiner Schätzung würden die 800 g Knollen kaum einige Milligramm Atropin enthalten haben.“ Klinger unterwarf übrigens auch 600 g gewöhnlicher Kartoffelknollen der Untersuchung und fand darin weder Atropin noch ein dem Atropin ähnliches Alkaloid.

1906 sagt Strasburger, er erinnere sich, daß Klinger das aus der Kartoffel dargestellte Alkaloid auch auf physiologischem Wege gebrüht habe.

H. Lindemuth (1906) teilt mit, daß er 1896 835 g Kartoffelknollen, welche durch ein Pfropfreis von *Datura Stramonium* ernährt worden waren, von Lewin habe untersuchen lassen, welcher folgendes mitgeteilt habe: „Es würde ihm von großem Interesse sein, zu wissen, auf welchem Wege Herr Dr. Klinger das Atropin isoliert hat. Atropin chemisch nachzuweisen, sei absolut unmöglich. Auf einem sehr umständlichen Wege ließ sich dartun, daß in den Kartoffeln, nach Abrennung reichlichen Solanins, eine nicht isolierbare Substanz in winzigen Spuren zurückblieb, die das durch Muskarin zum Stillstand gebrachte Froschherz wieder in Bewegung setzte.“

Dazu haben wir schon früher (1897, pag. 137) bemerkt, daß dabei zu beachten sei, daß in der Literatur Angaben vorliegen, daß der Muskarinstillstand auch durch andere Stoffe, wie Guanidin, Kampfer, Veratrin usw. aufgehoben werden könne, so daß es nicht sicher sei, daß der Stillstand wirklich durch Hyoscyamin aufgehoben worden sei.

Der eine von uns (E. Schmidt) hat danach die Nachuntersuchung der wichtigen Versuche von Strasburger und Klinger nochmals mit größter Sorgfalt durchgeführt. Wir geben die Beschreibung der angewandten Methode hier nochmals genau, weil uns diese bei den neuen Versuchen wieder gedient hat.

Es stand uns eine sehr kräftige Pfropfung zur Verfügung. Es waren im Mai 1906 auf drei Zweige einer ausgetriebenen Kartoffelknolle drei Pfropfreiser von *Datura* aufgesetzt worden, die ungefähr 30 cm hoch geworden waren und ungefähr 800 g bis 7 cm lange, runde Kartoffeln gebildet hatten. Die Blüten der *Datura* wurden stets entfernt, nur eine gut entwickelte, noch nicht völlig reife Kapsel war bei der Kartoffelernte an den Achsen von *Datura* vorhanden.

Von den geernteten Kartoffeln diente ein Teil (410 g) zur Prüfung auf mydriatisch wirkende Alkaloide. Die hierzu verwendeten Knollen, welche sich also in ihrem Äußeren und in ihren Größen durchaus nicht von den normalen Kartoffeln unterschieden, wurden zu diesem Zwecke

in eine breiartige Masse verwandelt, letztere hierauf mit dem dreifachen Volumen Alkohol von 95 % vermisch und das Gemisch alsdann unter zeitweiligem Umschütteln 6 Tage lang bei einer Temperatur von 20—25° stehen gelassen. Nach dieser Zeit ist die schwach sauer reagierende Flüssigkeit abkollert, der Rückstand ausgepreßt und unter den gleichen Bedingungen von neuem mit Alkohol extrahiert worden. Die vereinigten Alkoholauszüge wurden hierauf filtriert und durch Destillation im luftverdünnten Raume von Alkohol befreit.

Der erkaltete Destillationsrückstand (*D*) wurde abermals filtriert, alsdann im Scheidetrichter mit dem gleichen Volumen Chloroformäther (2 Teile Chloroform, 5 Teile Äther) überschichtet und nach dem Zusatz von gepulvertem Natriumbikarbonat längere Zeit geschüttelt. Dieses Ausschütteln ist dreimal mit je dem gleichen Volumen Chloroformäther wiederholt worden. Die vereinigten Chloroformätherauszüge sind hierauf unter zeitweiligem Ätherzusatz eingedampft worden, bis durch empfindliches rotes Lackmuspapier eine Abgabe von Ammoniak nicht mehr zu konstatieren war. Der Rückstand wurde hierauf dreimal mit je 5 ccm Wasser, welches schwach mit Salzsäure angesäuert war, ausgeschüttelt und die vereinigten sauren Flüssigkeiten alsdann mit den allgemeinen Alkaloidreagentien auf Pflanzenbasen geprüft. Diese Prüfung fiel jedoch unter Anwendung von je einem Tropfen des sauren Auszuges negativ aus. Erst als dieselbe über Ätzkalk im Vakuum bis auf etwa 2 ccm eingeengt war, konnten schwache Alkaloidreaktionen beobachtet werden.

Da nach den Erfahrungen, welche von dem einen von uns bei der Isolierung mydriatisch wirkender Alkaloide aus pflanzlichem Material vielfach gemacht wurden, es nicht ausgeschlossen war, daß die von dem erkalteten Destillationsrückstände (*D*) abfiltrierten fetthaltigen Massen etwas Alkaloid enthalten konnten, so wurden dieselben wiederholt mit Petroleumäther extrahiert und diese Auszüge alsdann mit Wasser, dem eine geringe Menge Salzsäure zugefügt war, ausgeschüttelt. Diese Auszüge wurden nach dem Verdunsten über Ätzkalk im Vakuum mit den obigen vereinigt.

Zur Identifizierung der anscheinend nur in sehr geringer Menge vorliegenden Alkaloide wurde die Flüssigkeit mit einem Tropfen Goldchloridlösung versetzt und alsdann der freiwilligen Verdunstung überlassen. Hierbei war die Bildung vereinzelter gelblicher Aggregate von winziger Größe zu beobachten, von Aggregaten, welche eine gewisse Ähnlichkeit mit denen zeigten, die, allerdings in größerem Formate, bei der Verdunstung einer unreinen, in entsprechender Weise

aus pflanzlichem Material dargestellten Lösung von Atropin- und Hyoscyamingoldchlorid auftreten. Ein wiederholt ausgeführter Versuch, diese winzigen Partikelchen nach vorsichtiger Entfernung der kleinen Mengen von Mutterlauge durch Umkristallisation in die typischen Formen des Atropin- bzw. Hyoscyamingoldchlorids überzuführen, mißlang, indem an deren Stelle stets nur wenige amorphe, gelbe Flocken resultierten.

Die Chloroformätherauszüge, welche bei dem weiteren Ausschüteln des Kartoffelextraktes nach Zusatz von Sodalösung noch erhalten wurden, lieferten selbst in konzentrierterer Lösung kaum noch Alkaloidreaktionen. Da bei der weiteren Prüfung dieser Auszüge sich auf chemischem Wege noch weniger ein positiver Anhalt für das Vorhandensein eines mydriatisch wirkenden Alkaloids ergab, als dies bei denen, welche aus dem mit Natriumbikarbonat alkalisierten Kartoffelextrakte resultierten, der Fall war, so wurden beide Lösungen vereinigt, um zur physiologischen Prüfung verwendet zu werden. Nach Entfernung des Goldes aus den gesamten jetzt vorliegenden Lösungen und Ausscheidungen durch Schwefelwasserstoff wurden die Flüssigkeiten zu diesem Zwecke im Vakuum über Ätzkalk verdunstet und der winzige Rückstand zur Beseitigung der letzten Salzsäurespuren noch mehrere Tage lang im Vakuumexsikkator über Ätzkalk aufbewahrt. Zur weiteren Reinigung ist der Verdunstungsrückstand schließlich noch mit Alkohol extrahiert und die filtrierte Lösung von neuem im Vakuum verdunstet worden.

Die Herren DDr. A. Lohmann und M. Schenck hatten die Güte, jenes Produkt im hiesigen physiologischen Institut an dem Auge einer Katze auf seine mydriatische Wirkung zu prüfen. Es konnte jedoch innerhalb einer fünfstündigen Beobachtungszeit nicht die geringste Pupillenerweiterung konstatiert werden.

Da nach den Beobachtungen von Donders und Ruyter¹⁾ noch durch einen Tropfen einer Atropinlösung 1:130 000 Pupillenerweiterung eintritt und auch Hyoscyamin dieselbe Wirkung, nur etwas langsamer, aber um so nachhaltiger verursacht (Dragendorff l. c.), so ist wohl kaum anzunehmen, daß in den 410 g der zur Untersuchung benutzten Kartoffeln die Mydriatica in nachweisbarer Menge enthalten waren.

Um weiter einen Anhalt zu gewinnen wie sich normale Kartoffeln unter den beschriebenen Bedingungen chemisch und physiologisch verhalten, wurde 1 kg davon in der gleichen Weise einer Prüfung unterzogen. Das Verhalten des erzielten Extraktes war durch-

1) Dragendorff, Ausmittelung von Giften.

aus das gleiche wie das der Datura-Kartoffelauszüge. Die Chloroformätherausschüttelungen lieferten hier eine Flüssigkeit, welche nach Konzentration auf etwa 2 ccm mit den allgemeinen Alkaloidreagentien Reaktionen gab, die unter Berücksichtigung der größeren Menge des angewendeten Untersuchungsmaterials naturgemäß etwas stärker ausfielen als die früher beobachteten. Bei der Prüfung mit Goldchlorid traten dieselben Erscheinungen auf, wie dieselben oben beschrieben wurden. Auch hier ließen sich die in geringer Menge ausgeschiedenen gelblichen Aggregate nicht durch Umkristallisation in eine greifbare Form überführen. Die durch Schwefelwasserstoff wieder von Gold befreiten Lösungen wurden daher auch in diesem Falle, nach Entfernung der freien Salzsäure und der sonstigen Beimengungen in der im vorstehenden angegebenen Weise, zur physiologischen Prüfung verwendet. Herr Professor Dr. A. Heffter hatte die Güte, letztere auszuführen und als Resultat derselben mitzuteilen, daß sich auch dieses Produkt als ganz wirkungslos auf die Katzenpupille erwiesen hat.

Nach diesen Beobachtungen schien es zunächst nur noch erforderlich zu sein, noch den direkten Beweis zu erbringen, daß die zum Nachweis des Hyoscyamins angewendete Methode auch den Grad von Zuverlässigkeit und Empfindlichkeit besitzt, welcher für diese Zwecke nötig ist.

Zu letzterem Zwecke wurde 1 kg Kartoffeln in der im vorstehenden dargelegten Weise einer erneuten Prüfung unterzogen, nachdem dem Kartoffelbrei 2 mg Hyoscyamin zugefügt waren. Die hierbei erzielten Auszüge zeigten auch in verdünntem Zustande, d. h. ohne vorherige Konzentration über Ätzkalk im Vakuum, mit den allgemeinen Alkaloidreagentien deutliche Alkaloidreaktionen.

Zur Identifizierung des vorhandenen Alkaloids mit Hyoscyamin, bzw. dessen Umlagerungsprodukt, dem Atropin, wurden diese Auszüge in zwei gleiche Teile (A und B) geteilt.

Teil A wurde im Vakuum über Ätzkalk verdunstet, der Rückstand mit absolutem Alkohol extrahiert und diese Lösung hierauf von neuem im Vakuum verdampft. Mit dem Verdunstungsrückstand wurde alsdann die Vitali'sche Reaktion ausgeführt. Dieselbe trat in einwandfreier Weise ein.

Teil B wurde mit einem Tropfen Goldchloridlösung versetzt und alsdann der freiwilligen Verdunstung überlassen. Es gelangten hierbei kleine gelbe Aggregate zur Ausscheidung, die in dem Äußeren durchaus an die erinnerten, welche bei der Verdunstung einer unreinen, in

entsprechender Weise aus pflanzlichem Material dargestellten Lösung von Atropin- bzw. Hyoscyamingoldchlorid auftreten. Nach Entfernung der Mutterlauge traten bei vorsichtigem Umkristallisieren aus schwach salzsäurehaltigem Wasser diese eigenartigen Formen von neuem auf. Zur Ermittlung des Schmelzpunktes war jedoch die Menge dieser Auscheidungen zu gering.

Zur weiteren Kennzeichnung wurden daher diese Aggregate in Wasser gelöst, diese Lösung im Verein mit der Mutterlauge durch Schwefelwasserstoff von Gold befreit und die filtrierte Flüssigkeit von neuem über Ätzkalk im Vakuum verdunstet. Nach weiterer Reinigung durch Extraktion mit absolutem Alkohol und erneutes Verdunsten resultierte schließlich ein Rückstand, der zur physiologischen Prüfung Verwendung fand.

Die Herren DDr. A. Lohmann und M. Schenck hatten die Güte, auch dieses Produkt im hiesigen physiologischen Institut an dem Auge einer Katze auf seine mydriatische Wirkung zu prüfen. Nach Verlauf von 20 Minuten konnte hierbei eine deutliche Pupillenerweiterung konstatiert werden.

Erwägt man, daß der mit 2 mg Hyoscyamin versetzte 1 kg betragende Kartoffelbrei nur einmal mit der dreifachen Menge Alkohol extrahiert und abgepreßt war, und berücksichtigt man die bei dieser Operation unvermeidlichen Verluste an Alkaloid, so erhellt, daß nach dem angewendeten Untersuchungsverfahren sich in 500 g Kartoffeln noch weniger als 1 mg Hyoscyamin, sowohl chemisch als auch physiologisch, nachweisen läßt.

Wenn die früher zur Untersuchung verwendeten Datura-Kartoffeln daher überhaupt Hyoscyamin enthielten, so durfte nach diesen Erfahrungen die Menge jenes Alkaloids für die zur Prüfung benutzten 410 g weit weniger als 1 mg betragen haben.

Aus diesen Untersuchungen ging also zuerst hervor, daß in der normalen Kartoffelknolle, die nicht als Unterlage gedient hatte, Spuren von Körpern enthalten waren, welche die allgemeinen Alkaloidreaktionen gaben, wenn die Kartoffeln nach der angewandten Methode behandelt wurden. Zweitens zeigten die Untersuchungen, daß 2 mg Hyoscyamin, welche 1 kg normaler Kartoffeln beigemischt worden waren, bei dieser Methode mittelst Goldchlorids nicht sicher aufzufinden waren, wohl aber durch den physiologischen Versuch wieder erkannt werden können. Drittens ist nachgewiesen, daß keine physiologisch erkennbare Menge von Atropin in den Kartoffelknollen der Pfropfung vorhanden war; wenn überhaupt etwas Atropin darin vorkam, so konnte es in 1 kg nur viel weniger als 2 mg gewesen sein.

Im Jahre 1906 und 1907 hat Ch. Laurent (1906, 1908) eine Reihe von Untersuchungen mit *Atropa Belladonna* und *Solanum Lycopersicum* vorgenommen, die für uns von großem Interesse sind.

Er stellte gewöhnliche Pfropfungen $\frac{\text{Belladonna}}{\text{Tomate}}$ und $\frac{\text{Tomate}}{\text{Belladonna}}$ her und auch solche Pfropfungen, bei denen an der Unterlage ein Zweig gelassen wurde, dessen Entwicklung durch Beschneiden so reguliert wurde, daß das Reis nicht abstarb (greffage mixte von Daniel: $\frac{\text{Belladonna}}{\text{Tomate z.}}$, gemischte Pfropfung).

Leider gibt der Autor über die angewandte Bestimmungsmethode nichts genaues an, spricht nur in dem unten wiedergegebenen Satze von der Methode Stas-Otto und der Ausschüttelung mittelst Chloroforms. Man bleibt also über die Genauigkeit der quantitativen Bestimmungen im unklaren.

Er hat zuerst (1906, pag. 6) gemischte Pfropfungen von Reiser der *Belladonna* auf dieser Unterlage von *Tomate* ($\frac{\text{Belladonna}}{\text{Tomate}}$) ausgeführt und die Extrakte aus der Unterlage qualitativ auf Alkaloid untersucht.

Er macht über diese Untersuchung folgende Angabe:

Tabelle A.

Resultat der qualitativen chemischen und physiologischen Untersuchung der Unterlage und ihres Zweiges der Pfropfung $\frac{\text{Belladonna}}{\text{Tomate z.}}$

	Frucht	Zweig der Hauptachse		Hauptachse		Wurzeln
		Obere Achse	Obere Blätter	Untere Achse	Untere Blätter	
Chem. Untersuchung fiel aus	negat.	negativ	negativ	positiv	negativ	positiv
Physiologische Untersuchung fiel aus	negat.	negativ	negativ	positiv	positiv	positiv

Tabelle B.

1908 (pag. 101) gibt Laurent die Resultate einer anderen gleicher Untersuchung gemischter Pfropfungen $\frac{\text{Belladonna}}{\text{Tomate z.}}$ und $\frac{\text{Tomate}}{\text{Belladonna z.}}$

	Tomate als Unterlage			Tomate als Reis		Tomate ungepfropft	
	Frucht	Sproß	Wurzel	Frucht	Sproß	Frucht	Sproß
Jodjodkalium	+	+	+	—	—	—	—
Pikrinsäure	—	+	+	—	—	—	—
Vitalis R.	rot	rot	violett	rot	rot	rot	rot
Physiol. R.	+	+	+	—	—	—	—

Dazu bietet wohl die folgende Angabe aus der 1908 erschienenen Arbeit (pag. 96) eine Ergänzung, in der der Autor sagt:

„J'ai recherché s'il y avait eu passage d'alcaloïdes dans la plante sujet; après avoir traité les tiges et les racines de la tomate sujet, coupée au-dessous du bourrelet, par le procédé ordinaire de recherche des alcaloïdes (Méthode de Stas-Otto), j'ai obtenu une petite quantité d'un produit qui a présenté les réactions des alcaloïdes mydriatiques.

Des solutions chloroformiques d'épuisement de mes extraits hydro-alcooliques de Tomate j'ai chassé le chloroforme par évaporation au bain-marie à 100°; les produits que j'ai obtenus à six reprises différentes étaient peu colorés ou légèrement colorés en brun; une partie mise sur la lame du microscope m'a présenté cinq fois sur six des cristaux ayant une certaine analogie avec ceux de l'atropine du Codex que j'examinai comparativement.

J'ai dissous ces résidus dans 4 ou 5 cm cubes d'eau sulfurique et j'en ai fait des solutions aussi neutres que possible; elles m'ont donné les caractères des alcaloïdes avec les principaux réactifs: tannin iodure de potassium ioduré, iodure de mercure et de potassium, acide picrique, ect.; la réaction de Vitali (acide azotique fument plus une ou deux gouttes de potasse alcoolique après évaporation: coloration violette) a été positive cinq fois sur six.

Cinq de ces solutions m'ont permis de constater des effets mydriatiques chez le chat et le chien; sur moi même j'ai obtenu également la réaction physiologique.

J'avais traité comparativement les mêmes parties de la Tomate témoin, et les résidus ne m'ont donné aucun effet mydriatique; certaines réactions chimiques ont été cependant positives, la réaction de Vitali m'a donné une coloration rouge vive très nette au lieu de la coloration violette intense qu'elle donne avec les alcaloïdes de la Belladone. J'ai effectué les mêmes expériences sur les feuilles, les tiges, les fruits de la Tomate greffée sur Belladone; j'ai obtenu quelques unes des réactions chimiques précédentes (iodure de mercure et de potassium, tannin), rien avec l'acide picrique, coloration rouge avec l'iodure de potassium ioduré, mais pas de précipité; enfin je n'ai constaté aucune action mydriatique sur les animaux.“

Daraus würde man schließen dürfen 1. daß in der Tomate ein alkaloidähnlicher Körper vorhanden ist, der bei der Vitalischen Reaktion sich lebhaft rot färbt, mit Kaliumquecksilberjodid einen Niederschlag, mit Jodjodkalium wenigstens eine Rotfärbung gibt; denn wenn auch

die zwei letzten Reaktionen von Tomatenreisern herrühren, die auf Belladonnaunterlage gepfropft wurden, so nimmt doch Laurent an, daß in diese Reiser kein Alkaloid aus der Belladonna eindringe. Quantitative Untersuchungen über den Gehalt der Tomate an Alkaloiden hat Laurent nicht vorgenommen; 2. würde man wohl schließen dürfen, daß doch in dem Tomatenreis der Pfropfung $\frac{\text{Belladonna}}{\text{Tomate}}$ ein Körper enthalten sei, der in der normalen Tomatenpflanze nicht vorkommt und dem Atropin eigene Reaktionen zeigt. Würde man annehmen, daß dieses Alkaloid aus der Belladonna eingewandert sei, nicht durch den Reiz der Unterlage in dem Reis gebildet worden sei, so würde man mit Laurent (1906, pag. 7) wohl auch sagen dürfen, daß in die Hauptachse und die unteren Blätter, die direkt unter der Pfropfstelle standen, und in die Wurzel am meisten Alkaloid eingewandert sei, während der Zweig und dessen Frucht weniger Alkaloid erhalten hätten als die Hauptachse.

Weiter gibt Laurent (1906, pag. 5) an, daß er bei gewöhnlichen Pfropfungen $\frac{\text{Tomate}}{\text{Belladonna}}$ niemals Alkaloid in dem Tomatenreis nachweisen konnte.

Die quantitativen Untersuchungen ergeben bezüglich der uns hier zuerst interessierenden Fragen folgende Resultate:

Er fand zuerst 1906 (pag. 4) bei Pfropfungen $\frac{\text{Belladonna}}{\text{Tomate}}$ verglichen mit aus von gleichen Pflanzen wie die Reiser stammenden Ablegerpflanzen folgende Mengen „Atropin“ (Methode und Berechnung, wie gesagt, uns unbekannt) in 100 Trockensubstanz.

Tabelle C.

Blätter der normalen Belladonna	Blätter des Reises von $\frac{\text{Belladonna}}{\text{Tomate}}$	Wurzeln der Unterlage von $\frac{\text{Belladonna}}{\text{Tomate}}$
0,322	0,312	0,008
0,314	0,224	0,0065
0,319	0,200	0,0082
<hr/> Durchschnitt 0,318	<hr/> 0,245	<hr/> 0,0076

Ferner bei gemischten Pfropfungen $\frac{\text{Belladonna}}{\text{Tomate z.}}$ verglichen mit Ablegerpflanzen. „Atropin“ in 100 Trockensubstanz (1906, pag. 5):

Tabelle D.

Blätter der normalen Belladonna	Blätter des Belladonna-reises auf der Tomate	Wurzel der als Unterlage dienenden Tomate	Achse der als Unterlage dienenden Tomate (wohl vielleicht mit dem Zweig der Tomate)
0,322	0,198	0,008	0,0025
0,314	0,247	0,009	0,0038
0,319	0,275	0,012	0,004
Durchschnitt 0,318	0,240	0,0096	0,0034

Wenn die Tomaten selbst bei dieser quantitativen Untersuchung, deren Methode wir nicht kennen, keine Base („Atropin“) liefern sollten, so würden diese Resultate unbedingt beweisen, daß unter dem Einflusse des Reises jetzt eine Base in ihr auftritt. Und zwar würde in der Wurzel der Unterlage mehr, in der Achse (vielleicht mit dem Zweige¹⁾) weniger von der Base vorhanden sein. Es würden dann diese Resultate mit der qualitativen Untersuchung stimmen, und da diese das Vorhandensein eines Alkaloides, welches die chemischen und physiologischen Reaktionen des Atropins gibt, sehr wahrscheinlich gemacht haben, so könnte man sagen, daß unter dem Einflusse des Reises nun anscheinend ein Solanaceenalkaloid in relativ kleiner Menge in der Tomate *b* auftritt. Immerhin erscheint die Menge des in der Tomate auftretenden Alkaloids respektabel, denn im Maximum sind in der Unterlage 0,01 % gefunden worden gegen 0,3 % in dem Reis. Demgegenüber erscheinen die qualitativen Reaktionen etwas gering, so daß man wohl daran denken kann, daß in der Tat durch die Methode des Autors etwas zu große Mengen von Alkaloid in der Tomate angezeigt werden.

Daß Atropin in der Tomate auftritt, ist natürlich durch die Resultate nicht bewiesen. In der Belladonnapflanze können auftreten Hyoscyamin, Atropin, ferner Apoptropin und Scopolamin. Wenn letztere auch nur in der Wurzel gefunden sind, so können sie dann doch voraussichtlich in kleinen Mengen auch in den Sprossen gebildet werden. Von diesen Alkaloiden haben Atropin, Hyoscyamin und Scopolamin mydriatische Eigenschaften. Die Vitalische Reaktion wird von Atropin, Hyoscyamin und Scopolamin gegeben. Alle geben die gewöhnlichen Alkaloidreaktionen. Welche von diesen Alkaloiden die Erscheinungen hervorriefen, ist also nicht bekannt; ja es könnte sogar ein anderes noch unbekanntes Alkaloid mitwirken, welches von der Tomate gebildet sein könnte.

1) Laurent schreibt (1908, pag. 98): „Tige Tomate sujet Racines“, was nicht ganz eindeutig ist.

Laurent ist in seiner letzten Abhandlung (1908) auch relativ vorsichtig im Schließen; er sagt pag. 103:

„Résumé. — D'après les renseignements qui sont indiqués dans ce chapitre, on peut dire qu'à la suite de certaines greffes on a constaté la présence dans l'une des plantes, de substances qui sont fabriquées dans l'autre.

Actuellement, il est bien difficile de savoir, si ces substances traversent le bourrelet ou résultent de l'action de la plante qui en fabrique naturellement sur celle qui n'en contient pas à l'état normal; mais, chaque fois que cette dernière est dotée d'une nouvelle substance, il est indéniable que la greffe a provoqué dans cette plante une anomalie de son chimisme.“

Er meint aber doch, und das wohl mit dem Recht der Wahrscheinlichkeit, daß es sich bei dem Alkaloid der Tomatenunterlage um ein solches handle, welches in der Belladonna vorkommt. Auch für die Annahme, daß das Erscheinen des Alkaloides in der Tomate auf Einwanderung aus der Belladonna beruhe, ist er. Es bestimmt ihn dazu hauptsächlich die Erfahrung, daß, wie schon aus der Tabelle C und D hervorgeht, die normalen Pflanzen in ihren Blättern mehr Alkaloid ent-

halten als die Reiser von der Pfropfung $\frac{\text{Belladonna}}{\text{Tomate}}$. Er gibt dafür

noch mehr Zahlen als hier angeführt sind. Uns scheinen für diesen Schluß die Alkaloidmengen in den Unterlagen zu klein, die Differenzen zwischen den Blättern der Normalpflanzen und der Reiser zu groß zu sein. Auch hat er Belladonnawurzeln im November in der Ruheperiode und im Februar untersucht, wo sie beginnen, unterirdische Sprosse zu treiben und auch in diesen Sprossen die Alkaloide bestimmt. Er findet im Durchschnitt ungefähr folgendes (Berechnung nach der Tabelle in 1906, pag. 7):

Wurzeln	im Nov.	0,307 ‰
Wurzeln	im Febr.	0,295 ‰
Unterirdische Sprosse	im Febr.	0,308 ‰.

Er schließt daraus, daß das Alkaloid wohl wandere in der Belladonna, nicht in den jungen Sprossen erzeugt werde, indem er sagt (1906, pag. 8):

„Cependant avant les analyses de février, la Belladone, au moyen de ses réserves, a fabriqué de jeunes pousses souterraines qui renferment de l'Atropine ainsi que l'indique le tableau.

Cette Atropine ne peut provenir que de deux sources: soit de l'Atropine qui préexistait dans la racine; soit d'une nouvelle production

de l'alcaloïde au dépens des réserves utilisées dans la première période de végétation. Par suite de la production de nouveaux tissus au dépens de la racine primitive le poids brut de cette racine diminue, le pourcentage d'alcaloïde doit être augmenté si l'Atropine de novembre reste entièrement dans la racine; or le pourcentage restant sensiblement le même on se trouve porté à supposer qu'une certaine quantité d'Atropine a été appelée dans les bourgeons."

Auch hier stimmen die quantitativen Verhältnisse schlecht, doch möchten wir betonen, daß diese Tatsachen immerhin, wenn die Wanderungsfähigkeit der Alkaloïde noch wahrscheinlicher gemacht werden kann, als mit der Wanderung der Alkaloïde im Zusammenhang stehend aufgefaßt werden darf.

Rekapitulieren wir also noch einmal ganz kurz. Wenn wir die wahrscheinliche Annahme machen, daß in der Tomate kein mydriatisch wirkendes Alkaloid vorkommt, so geht aus den Tabellen A und B hervor, daß in den Pfropfungen $\frac{\text{Belladonna}}{\text{Tomate z.}}$ ein Alkaloid in kleiner Menge aus dem Reis in die Unterlage übergegangen war. Die Hauptmenge scheint sich dabei in der Wurzel der Unterlage zu finden, weniger in Achse, Blatt und Frucht. Die quantitativen Untersuchungen ergeben anscheinend zu hohe Zahlen; jedenfalls müßte erst geprüft werden, wieviel nach der vom Autor angewandten Methode in den normalen Tomaten „Alkaloid“ gefunden würde.

Die zuletzt besprochenen Arbeiten beschäftigten sich mit dem Verhalten des Atropins und seiner Verwandten. Außerdem finden wir in der Literatur noch Versuche, welche mit zwei nikotinhaltigen Pflanzen, mit *Nicotiana Tabacum* und *Nicotiana affinis* (*Nicotiana alata*) von Grafe und Linsbauer 1906 angestellt worden sind.

Grafe und Linsbauer experimentierten mit *Nicotiana affinis* und *Nicotiana Tabacum*, die sie wechselweise aufeinander pflanzten. Sie betrachten *N. affinis* als nikotinfrei oder so nikotinarm, daß sie ihren Nikotingehalt nicht in Betracht ziehen; da aber *N. affinis* Nikotin enthält und anzunehmen ist, daß ihr Nikotingehalt ähnlichen Schwankungen unterliegt wie der von *N. Tabacum*, deren Alkaloidgehalt zwischen 0,7% und 5% schwankt, so ist dieses Vorgehen wohl etwas unkritisch und läßt leider Zweifel an der Zuverlässigkeit der Resultate entstehen. Es hätte eine größere Anzahl von Individuen der benutzten *N. affinis* genau auf ihren Alkaloidgehalt untersucht werden müssen.

Die Versuche der Autoren zeigten nun, daß *N. affinis* stets Nikotin enthielt (0,84 bis 3,56%), wenn sie als Pfropfreis einer Pflanze von

N. Tabacum mit ungefähr 4% Nikotingehalt aufsaß oder wenn sie als Unterlage für N. Tabacum diene. Die Autoren machen auch einen Versuch, welcher die Frage entscheiden soll, ob die Fähigkeit von N. affinis, Nikotin zu bilden, gesteigert werde, wenn sie mit N. Tabacum verbunden werde. Sie pflanzten N. Tabacum auf N. affinis. Am 9. April schnitten sie das Reis unterhalb der Pfropfstelle ab und ließen die Unterlage Zweige bilden, deren Alkaloidgehalt am 15. Mai 0,33% betrug. Danach vermuten die Autoren, „daß die Befähigung der Unterlage zur Nikotinbildung durch die Wirkung des nikotinreichen Edelreises gesteigert wird“. Unserer Meinung nach liegt kein Grund zu dieser Vermutung vor. Man könnte, wenn man sich auf die Angaben der Autoren stützt, sehr wohl annehmen, daß die 0,3% Alkaloid eingewandert seien, da ja die Unterlage vor dem Abschneiden des Pfropfreises von letzterem 2,9% Alkaloid zugeführt erhalten haben könnte. Freilich dürfte man auch annehmen, daß N. affinis die 0,3% Alkaloid selbst gebildet habe.

Wären die Resultate der Versuche von Grafe und Linsbauer einwandfrei, so würden sie beweisen, daß bei zwei nahe verwandten, nikotinbildenden Pflanzen das Nikotin äußerst leicht durch die Pfropfstelle hindurchwandern kann.

Werfen wir zuletzt noch einen Blick auf alles, was wir über die gegenwärtige Beeinflussung von Symbionten, die beide Alkaloid enthalten oder von denen nur einer Alkaloid führt, wissen, so können wir darüber folgendes sagen.

Moen's (1882) und Leersum's (1899) Arbeit erbringen keinen sicheren Beweis für die gegenseitige Beeinflussung der Chinin- und Cinchoninproduktion der beiden Symbionten $\frac{\text{Cinchona Ledgeriana}}{\text{Cinchona succirubra}}$, doch läßt sich das Resultat der Untersuchung so deuten, als sei es durch eine solche Beeinflussung zustande gekommen.

Strasburger's und Klinger's (1885) Notiz, in welcher der Beweis erbracht erschien, daß ein pupillenerweiterndes Alkaloid aus dem Reis der Pfropfung $\frac{\text{Datura Stramonium}}{\text{Solanum tuberosum}}$ in die Knollen der Unterlage einwandere, leidet an Unsicherheit der Angaben. Aus unseren Versuchen (1907) geht mit Sicherheit hervor, daß in den Kartoffeln nach der von uns angewandten Methode ein Körper nachgewiesen wird, der die allgemeinen Alkaloidreaktionen gibt, aber nicht pupillenerweiternd wirkt; ferner, daß mittelst dieser Methode noch 2 mg Hyoscyamin in 1 Kilo Kartoffeln durch die allgemeinen Alkaloidreagentien und die pupillen-

erweiternde Wirkung und die Vitalische Reaktion aufgefunden werden können. Vorzüglich aber zeigen sie, daß auch bei bestem Gedeihen der Pfropfung $\frac{\text{Datura Stramonium}}{\text{Solanum tuberosum}}$ kein pupillenerweiterndes Alkaloid in die Kartoffelknollen überzugehen braucht.

Mit einigem Vorbehalt sagen die Resultate der qualitativen Untersuchung der Pfropfungen $\frac{\text{Atropa Belladonna}}{\text{Solanum Lycopersicum}}$ durch Laurent (1906/7) aus, daß ein Durchtritt eines pupillenerweiternden und die Vitalische Reaktion gebenden Körpers durch die Pfropfstelle stattgefunden hat. Bei Pfropfungen $\frac{\text{Solanum Lycopersicum}}{\text{Atropa Belladonna}}$ soll ein solcher Durchtritt nicht statthaben.

Die Methode der Versuche von Grafe und Linsbauer ist nachweislich ungenügend, weshalb die Resultate nicht brauchbar sind.

II. Neue Untersuchungen über die Wanderung der Alkaloide durch die Pfropfstellen heteroplastischer Transplantationen.

A. Das Material für die Untersuchungen.

a) Versuche über Pfropfungen $\frac{\text{Datura Stramonium}}{\text{Solanum tuberosum}}$.

Es wurden im Frühjahr 1908 im botanischen Garten Pfropfungen von *Datura Stramonium* auf *Solanum tuberosum* hergestellt. Nachdem die Spätkartoffeln ausgetrieben hatten und die Keimpflanzen von *Datura* genügend groß waren, wurden die Pfropfungen am 13. Juli vorgenommen. Bis zum 11. Juli standen die Pfropfungen unter Glas, im Warmkasten, dann wurden sie in das Freie gepflanzt, gut schattiert und gepflegt, bis sie kräftig entwickelt waren. Die Reiser standen in ihrer Entwicklung kaum den Pflanzen von *Datura Stramonium*, die daneben im Beete standen, nach. Eine Reihe der Pfropfungen wurden hier, wie in anderen Fällen, zur mikroskopischen, folgende wurden zur makroskopischen Untersuchung benutzt:

Nr. 1. Den drei *Datura*-Reisern, welche auf die Triebe einer Kartoffel aufgesetzt worden waren, wurden rechtzeitig die Blüten genommen, dann wurden sie am 9. Sept. verdunkelt. Am 25. Sept. wurde die Pflanze gesammelt. Das Reis hatte alle ausgewachsenen Blätter, mit Ausnahme der jungen etiolierten, verloren. Die geernteten Teile hatten im frischen Zustande folgendes Gewicht:

- b) Kartoffeln, Frischgewicht 690 g,
- c) Kartoffelachse mit dünnen Ausläuferbasen, Frischgewicht . . . 13 g.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung](#)

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: [100](#)

Autor(en)/Author(s): Meyer Arthur, Schmidt Ernst

Artikel/Article: [Über die gegenseitige Beeinflussung der Symbionten heteroplastischer Transplantationen, mit besonderer Berücksichtigung der Wanderung der Alkaloide durch die Pfropfstellen 317-363](#)