

Pasteur“, Nr. 10, 1904, erschienen ist, zu ersehen, welche unglaubliche Mangelhaftigkeit der chemisch-analytischen und bakteriologischen Untersuchungsmethoden er bei seinen diesbezüglichen Forschungen hat walten lassen müssen.

Was für einen Wert haben nun solche Einwände gegen unsere langjährigen und gewissenhaften Forschungsergebnisse?

## 20. Arthur Meyer und Ernst Schmidt: Die Wanderung der Alkaloide aus dem Pfropfreise in die Unterlage.

Eingegangen am 25. März 1907.

Die Fragen, ob die Alkaloide in der Pflanze wandern und welche Wege sie bei dieser Wanderung einschlagen, sind noch nicht gelöst. Sie wurden bei den unter unserer Leitung von FELDHAUS (1903) und von KIRCHER (1905) ausgeführten Arbeiten in folgender Weise berührt:

Es lässt sich schon mikrochemisch erkennen, dass in den Blättern von *Datura Stramonium*, ebenso in denen von *Hyoscyamus* (SIM JENSEN, 1901), die Alkaloide im Parenchym der Leitbündel viel reichlicher vorkommen als im Assimilationsparenchym. So fand auch FELDHAUS in den Mittelnerven und Sekundärnerven von *Datura* 1,39 pCt., im Mesophyll mit den kleineren Nerven nur 0,48 pCt. Alkaloid, bezogen auf Trockensubstanz, im Blattstiele etwas weniger Alkaloid als im Mittelnerven. Im allgemeinen verhielt sich der Alkaloidgehalt von Blattspreite mit Nerven höherer Ordnung: Mittel- + Sekundärnerven : Blattstiel = 1 : 3 : 1,5.

FELDHAUS (19. B. S. 82) schnitt nun 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 pCt. Alkaloid, also viel weniger als in der normalen Blattspreite.

KIRCHER verfolgte diese Erscheinung weiter, indem er folgendermassen verfuhr: Zuerst sammelte er von zwei verschiedenen Beeten (I und II) 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 fünf und nach acht Tagen, nach welcher Zeit manche Blattstiele abgefallen, manche erkrankt waren. Drittens schnitt er von einer gleichen Anzahl von Blättern des anderen Beetes (Nr. II) 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 pCt. Alkaloid.	
		III = 0,35 " "	
Direkt gesammelte Stiele + Mittelnerven	{	I = 0,8 " "	Spreite völlig entfernt.
		III = 0,81 " "	2—3 mm Spreite am Mittelnerven.
Nach fünf Tagen gesammelt	{	I = 0,65 " "	
		III = 0,79 " "	
Nach acht Tagen gesammelt	{	I = 0,5 " "	
		III = 0,78 " "	

Es ist damit bewiesen, dass der Alkaloidgehalt an der Pflanze sitzender 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 Hyoscyamin aus dem Stiele aus- und in die Ähre einwandert, so liegt doch die Annahme nahe, dass die Abnahme des Alkaloides im Stiele auf einer Auswanderung des Alkaloides beruht.

Demgegenüber schien die Frage, ob die Alkaloide von dem Orte ihrer Entstehung wegwandern können, durch einen von STRASBURGER (1885 und 1906) angestellten Versuch gelöst zu sein. Durch STRASBURGER veranlasst, untersuchte KLINGER 800 g Kartoffelknollen, welche an einer durch ein Pfropfreis von *Datura Stramonium* ernährten Unterlage von *Solanum tuberosum* entstanden waren, und fand darin Atropin. STRASBURGER (1885, S. XXXIX) 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.

Es schien uns nun für die Frage der Alkaloidwanderung zuerst eine Kontrolle der vorliegenden Angaben von Interesse zu sein. Da eine Pflanzung von *Datura Stramonium* im Frühjahr 1906 gut an-

gewachsen war, beschlossen wir die zu erwartenden Kartoffeln dazu zu benutzen und im kommenden Frühjahr die am Schlusse dieser Notiz aufgeführten Fragen zu beantworten. Während der Zeit sind nun weiter zwei hierher gehörende Arbeiten erschienen, zuerst die von GRAFE und LINSBAUER (1906).

GRAFE und LINSBAUER experimentierten mit *Nicotiana affinis* und *Nicotiana Tabacum*, die sie wechselweise aufeinander pflöpften. Sie betrachteten *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 pCt. und 5 pCt. 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 pCt.), wenn sie als Pflöpfreis einer Pflanze von *N. Tabacum* mit ungefähr 4 pCt. Nikotingehalt aufsass, oder wenn sie als Unterlage für *N. Tabacum* diente. 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 pflöpften *N. Tabacum* auf *N. affinis*. Am 9. April schnitten sie das Reis unterhalb der Pflöpfstelle ab und liessen die Unterlage Zweige bilden, deren Alkaloidgehalt am 15. Mai 0,33 pCt. 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 pCt. Alkaloid eingewandert seien, da ja die Unterlage vor dem Abschneiden des Pflöpfreises von letzterem 2,9 pCt. Alkaloid zugeführt erhalten haben könnte. Freilich dürfte man auch annehmen, dass *N. affinis* die 0,3 pCt. 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 Pflöpfstelle hindurchwandern kann.

In der anderen der erwähnten Arbeiten teilte ferner H. LINDEMUTH (1906) mit, dass er 1896 835 g Kartoffelknollen, welche durch ein Pflöpfreis 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 Abtrennung reichlichen Solanins, eine nicht isolierbare Substanz in winzigen Spuren zurückblieb, die das durch Muskarin zum Stillstand gebrachte Froschherz wieder in Bewegung setzte.“

Es leuchtet ein, dass das Erscheinen dieser beiden besprochenen Abhandlungen kein Grund für uns sein konnte, unseren vorher erwähnten Plan aufzugeben, und wir haben danach zuerst die Untersuchung der Kartoffelknollen in folgender Weise ausgeführt:

Im Herbst 1906 stand uns also die sehr kräftige Pflanzung von *Solanum tuberosum* zur Verfügung. Es waren im Mai 1906 auf drei Zweige einer ausgetriebenen Kartoffelknolle drei Pflanzfreier von *Datura* aufgesetzt worden, die ungefähr 80 cm hoch geworden waren und ungefähr 800 g bis 7 cm lange, runde Kartoffeln gebildet hatten. Die Blüten der *Datura* hatte ich 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 pCt. vermischt und das Gemisch alsdann unter zeitweiligem Umschütteln sechs Tage lang bei einer Temperatur von 20—25° stehen gelassen. Nach dieser Zeit ist die schwach sauer reagierende Flüssigkeit abkoliert, 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 wurde abermals filtriert, alsdann im Scheidetrichter mit dem gleichem Volumen Chloroform-Äther (2 Teile Chloroform, 5 Teile Äther) überschüttet und nach dem Zusatz von gepulvertem Natriumbicarbonat längere Zeit geschüttelt. Dieses Ausschütteln ist dreimal mit je dem gleichen Volumen Chloroform-Äther wiederholt worden. Die vereinigten Chloroform-Ätherauszüge 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 im Vakuum bis auf etwa 2 *ccm* eingengt war, konnten schwache Alkaloidreaktionen beobachtet werden.

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 Hyoseyamingoldchlorid 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. Hyoseyamingoldchlorids überzuführen, misslang, indem an deren Stelle stets nur wenige amorphe, gelbe Flocken resultierten.

Die Chloroform-Ätherauszüge, welche bei dem weiteren Ausschütteln 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 alkalierten 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 in der filtrierten Lösung von neuem im Vakuum verdunstet worden.

Die Herren DDr. A. LOHMANN und M. SCHENDES 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 fünfständigen Beobachtungszeit nicht die geringste Pupillenerweiterung konstatiert werden.

Da nach den Beobachtungen von DONDERS und RUYTER<sup>1)</sup> noch durch einen Tropfen einer Atropinlösung 1 : 130 000 Pupillenerweiterung eintritt und auch Hyoseyamin dieselbe Wirkung, nur etwas

---

1) DRAGENDORFF, Ausmittlung von Giften.

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 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 durchaus das gleiche wie das der *Datura*-Kartoffelauszüge. Die Chloroform-Ätherausschüttelungen 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, zur physiologischen Prüfung verwendet. Herr Professor Dr. A. HEFFTER-Marburg hatte die Güte, letztere auszuführen und als Resultat derselben mitzuteilen, dass sich auch dieses Produkt als ganz wirkungslos auf die Katzenpupille erwiesen hat.

Die Frage, ob Hyoscyamin aus dem Pfropfreis in die Unterlage wandert, ist danach einstweilen im negativen Sinne zu beantworten.

Da jedoch die Angaben von KLINGER und auch die von LEWIN in gewisser Weise<sup>1)</sup> unserer Erfahrung entgegenstehen, so wollen wir unsere Untersuchung nochmals wiederholen, nachdem wir uns überzeugt haben werden, dass sich mit unserer Methode eine äusserst kleine Hyoscyaminmenge in Kartoffeln nachweisen lässt. Ferner werden wir noch folgende Fragen zu entscheiden versuchen:

1. Da wir wissen, dass aus Blattstielen von *Datura* das Hyoscyamin verschwindet, werden wir fragen, ob vielleicht aus absterbenden Pfropfreisern von *Datura* Hyoscyamin in die Unterlage wandert.

2. Wir werden ferner zu entscheiden versuchen, ob Hyoscyamin aus entblätterten Pfropfreisern von *Datura* auswandert.

3. Es soll untersucht werden, ob Nikotin aus Pfropfreisern von

1) Es ist dabei zu beachten, dass in der Literatur Angaben vorliegen, dass der Muskarinstillstand auch durch andere Stoffe, wie Guanidin, Camphor, Veratrin, Digitalin usw. aufgehoben werden könne, so dass es nicht ganz sicher ist, dass der Stillstand wirklich durch Hyoscyamin herbeigeführt wurde.

*Nicotiana Tabacum* und *rustica* in die als Unterlage benutzte Kartoffelpflanze einwandert.

4. Wir wollen eventuell Versuche darüber anstellen, ob die Alkaloide der Pfropfreiser in der Unterlage verändert werden.

5. In allen Versuchen soll die Pfropfstelle mikrochemisch auf die Lagerung der Alkaloide geprüft werden.

---

### Literatur.

- FELDHAUS, Quantitative Untersuchung der Verteilung des Alkaloides in den Organen von *Datura Stramonium*, Dissertation, Marburg 1903.
- KIRCHER, Über das mydriatisch wirkende Alkaloid der *Datura metel*, *Datura quercifolia*, *Datura arborea*, Dissertation, Marburg 1905.
- SILM JENSEN, Beiträge zur botanischen und pharmakognostischen Kenntnis von *Hyoscyamus niger* L., Bibliotheca botanica Heft 51, 1901: Arbeit aus dem botanischen Institute der Universität Marburg.
- H. LINDEMUTH, Über angebliches Vorhandensein von Atropin in Kartoffelknollen infolge von Transplantation und über die Grenzen der Verwachsung nach dem Verwandtschaftsgrade: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 1906, S. 428.
- E. STRASBURGER, Über Verwachsung und deren Folgen; Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 1885, S. XXXIV,
- E. STRASBURGER, Zu dem Atropinnachweis in den Kartoffelknollen; Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 1906, S. 599.
- V. GRAFE und K. LINSBAUER, Über die wechselseitige Beeinflussung von *Nicotiana Tabacum* und *N. affinis* bei der Pfropfung; Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 1906, S. 366.

---

## 21. M. Tswett: Spektralanalytische Untersuchungen über die Chlorophylline und deren nächste Säurederivate (Chlorophyllane).

Mit Tafel III.

Eingegangen am 25. März 1907.

---

Vorbemerkungen. Mit Recht oder nicht, betrachtet man im allgemeinen die vermeintliche „grüne Komponente“ des Chlorophylls (sehr unzweckmässig auch als Chlorophyll bezeichnet) als den physiologisch wichtigsten Farbstoff der Blätter. Tatsächlich liegen zur Zeit keine Tatsachen vor, welche auf eine unmittelbare opto-

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [25](#)

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

Artikel/Article: [Die Wanderung der Alkaloide aus dem Pflanzengewebe in die Unterlage. 131-137](#)