jungen Embryonen u. s. w. auftreten, weist der Verf. die Herrschaft des Prinzips der kleinsten Fläche nach. Anderseits hebt er auch die mancherlei Abweichungen hervor, welche sich vorfinden, vor allem, weil die Zellwand nicht eine einfache Flüssigkeitslamelle darstellt, sondern gleich nach ihrer Entstehung eine feste Wand bildet. Einen nähern bestimmten Grund, warum überhaupt die Zellhaut zu einer Fläche minimae areae wird, gibt der Verf. nicht an. Er meint nur, dass das nicht befremdlich wäre, da die Lage der neuen Zellmembran durch die im Plasmakörper während der Teilung sich herstellenden Symmetrieverhältnisse bedingt sei, und da unter den dabei maßgebenden Faktoren auch die aus der äußern Zellform sich ergebenden Veranlassung werden können, dass die neue Symmetrie-Ebene und damit auch die gesamte Oberfläche der beiden neuen Zellen zu einer Fläche minimae areae wird.

Die beiden letzten Kapitel, auf die hier nicht mehr ausführlich eingegangen werden kann, behandeln die Mechanik der Formbildung behauteter Zellen und die freie Zellbildung, zu welcher der Verf. alle diejenigen Vorgänge rechnet, bei welchen die in Ein- oder Mehrzahl aus einer ursprünglichen Zelle hervorgehenden Tochterzellen mit der Mutterzelle von Anfang an nicht im Gewebeverband stehen. In beiden Abschnitten hat der Verf. zahlreiche eigne Beobachtungen niedergelegt und versucht, eine mechanische Erklärung der bezeichneten Erscheinungen im Sinne der frühern Kapitel zu geben.

Georg Klebs (Tübingen).

Ueber Lokalisation der Alkaloide in den Pflanzen.

Von Prof. Dr. **Léo Errera** in Brüssel[1]).

Keine Klasse von Pflanzenstoffen ist wohl chemisch und pharmakologisch so vielfach untersucht worden wie die Alkaloide, und als glänzendster Erfolg dieser Bestrebungen dürfte die künstliche Synthese des aktiven Koniins, der berüchtigten Schierlingsbase, gelten, welche jüngst A. Ladenburg gelungen ist.

Weit weniger haben sich bis jetzt die Botaniker mit diesen Körpern beschäftigt. Ja, man kann sagen, dass wir über deren mikrochemische Lokalisation, deren Auftreten und Verschwinden, deren Wanderung und Anhäufung, deren Bedeutung im Stoffwechsel der Pflanzen, so gut wie nichts wissen. Dies muss um so mehr auffallen, als die meisten Alkaloide grade charakteristische Farbenreaktionen

1) Ueber diesen Gegenstand erscheint dieser Tage eine ausführlichere, mit Figuren versehene Arbeit, von den Herren Dr. Maistriau, G. Clautriau und mir, unter dem Titel: Premières recherches sur la localisation et la signification des Alcaloïdes dans les plantes. Bruxelles, Lamertin. Einige Resultate sind jedoch in vorliegendem Aufsatze zum ersten mal mitgeteilt, da sie in die genannte, für eine medizinische Gesellschaft bestimmte Schrift, weniger passten. Das gilt besonders von den unten (S. 205) angeführten Beobachtungen.

besitzen, welche, wie wir gleich sehen werden, es verhältnismäßig leicht erlauben, sie in den Zellen zu erkennen.

Von einigen zerstreuten und unsichern Angaben abgesehen, scheint der russische Botaniker Borscow[1]) dieses Feld der Mikrochemie zuerst ernstlich betreten zu haben. Er bediente sich der Schwefelsäure, um das Veratrin in *Veratrum album* und *V. Sabadilla* nachzuweisen. Er fand es in der Epidermis und der Schutzscheide und meint, dass es vorzüglich innerhalb der Zellwand seinen Sitz habe.

Essmanoffsky gibt, in einer mir leider nicht zugänglichen Schrift an[2]), dass sich unter dem Einflusse des Alkohols Sphärokrystalle eines Alkaloides in den Intercellulargängen der Stengel und Rhizome von *Canna* niederschlagen.

Das Solanin (welches übrigens mehr ein Glykosid als ein Alkaloid ist) hat Schaarschmidt[3]) durch die Rotfärbung, welche Schwefel- oder Salpetersäure bewirken, in verschiedenen Solaneen zu charakterisieren gesucht. Bei der Kartoffelpflanze zeigen die subepidermalen Collenchymschichten des Stengels und die Oberseite der Blattstiele, sowie der Hauptnerven, diese Reaktion mehr oder weniger intensiv. In der Knolle „sind die unter dem Periderm liegenden fünf bis sechs Zellschichten die Träger des Solanins; man kann auch die Phellogenschicht dazu rechnen. Auch die die Fibrovasalbündel umgebenden Zellen enthalten manchmal Spuren von Solanin".

Ueber *Strychnos*-Samen liegen zwei kleine Arbeiten, die eine von Rosoll[4]), die andere von Lindt[5]) vom Jahre 1884 vor. Letzterer wendet die mit wenig Salpetersäure versetzte Selensäure als Reagens auf Brucin, und eine Lösung von schwefelsaurem Ceroxyd in Schwefelsäure als Reagens auf Strychnin an. Er begeht aber den Fehler, die Schnitte zuerst mit Petroläther zu behandeln, angeblich um sie vom fetten Oele zu befreien, und vergisst dabei, „dass Alkaloide mit dem Fett selbst dann durch Petroläther ausgezogen werden können, wenn sie für sich in letzterem unlöslich sind" — wie sich Dragendorff wörtlich ausdrückt[6]). Nach Lindt's Angaben, die also nur mit einiger Vorsicht anzunehmen sind, findet sich Strychnin und Brucin in den verdickten Membranen des Endosperms; ersteres zugleich in allen Teilen des Embryo. Rosoll, welcher sich nur mit dem Strychnin beschäftigte, erhielt die bekannte Violettfärbung, indem er konzentrierte Schwefelsäure auf mikroskopische Schnitte der *Strychnos*-Samen einwirken ließ und ein Körnchen Kaliumbichromat

1) Bot. Zeit. 1874.

2) Mitteil. der Warschauer Universität, 1879. (Nach Just, Bot. Jahresb. 1879, VII, I, 10.)

3) Zeitschr. f. wiss. Mikrosk., I, 1884, S. 61—62.

4) Sitzungsber. d. Akad. Wissensch. in Wien, 1884, I, S. 137.

5) Zeitschr. f. wiss. Mikrosk., I, 1884, S. 237.

6) Die qualitative und quantitative Analyse von Pflanzen und Pflanzenteilen, 1882, S. IX.

hinzufügte. Er schließt aus seinen Versuchen, im Gegensatz zu Lindt, dass das Strychnin im Inhalte der Endospermzellen, und zwar in den Oeltropfen aufgelöst vorkomme.

Neuerdings hat Parfenow ältere Angaben über den mikrochemischen Nachweis der China-Alkaloide in Krystallform (mittels Kalilauge) nachgeprüft; er fand Krystalle nur in dem Parenchym der Rinde und den Saftröhren, nicht in den Bastzellen[1]). Leider scheint er bloß trockenes Material untersucht zu haben.

Bei Gelegenheit einer Preisaufgabe, welche die Société royale des sciences médicales et naturelles de Bruxelles schon seit einigen Jahren gestellt hatte, nahm ich die Frage nach der Lokalisation der Alkaloide im hiesigen botanischen Laboratorium, in Gemeinschaft mit zweien meiner Schüler, den Herren Dr. C. Maistriau und G. Clautriau, auf. Die Ptomaine[2]), Glykoside und Bitterstoffe haben wir zugleich in den Kreis unserer Untersuchungen hineingezogen; über dieselben soll jedoch erst später berichtet werden.

Wir machten es uns zur Regel, für jedes Alkaloid mehrere Reagentien anzuwenden, deren Resultate sich gegenseitig bestätigten. Auf gewisse Schwierigkeiten und Vorsichtsmaßregeln will ich hier nicht eingehen; man kann darüber ausführliches in der genannten Schrift finden. Es mögen hier einige allgemeine Angaben genügen.

Bei *Colchicum officinale* gelingen folgende mikrochemische Reaktionen am deutlichsten: Schwefelsäure färbt die colchicinhaltigen Zellen schön gelb; Schwefel-Salpetersäure violett, dann braun, dann blassgelb; Jodjodkalium gibt zuerst eine bräunliche Färbung und nach einigen Minuten einen feinkörnigen kermes-braunen Niederschlag; Salzsäure färbt gelb: setzt man dann Jodquecksilberjodkalium hinzu, so bildet sich ein gelblicher Niederschlag. Alle diese Reaktionen finden in denselben Zellen statt, die sich also unzweifelhaft als den Sitz des Alkaloids zu erkennen geben.

Für *Nicotiana* leisten Jodjodkalium, Jodquecksilberjodkalium, Phosphormolybdänsäure gute Dienste; brauchbar, doch weniger empfehlenswert, sind Sublimat und Platinchlorid.

Neuern Arbeiten von Mandelin, Jürgens u. a. zufolge scheinen die Farbenreaktionen, welche man dem Aconitin gewöhnlich zuschreibt, nicht der „reinen“ Base, sondern einer sehr zäh an ihr haftenden harzähnlichen Verunreinigung anzugehören. Bei der Untersuchung von *Aconitum Napellus* waren wir also auf allgemeine

---

1) Chemisch-pharmakognostische Untersuchung der braunen amerikanischen Chinarinden, von Ilfa Parfenow, Inaug.-Diss., Dorpat 1885. (Ich kenne nur das Referat in der Bot. Zeit., 1886, Nr. 3, aus dem ich fast wörtlich zitiert habe).

2) Auch in faulenden Geweben tierischen Ursprungs hat im hiesigen Laboratorium Herr Dr. Rouffart die mikrochemische Erkennung der Ptomaine in Angriff genommen. Die Versuche haben jedoch bis jetzt nicht zum Ziele geführt.

Alkaloidreagentien angewiesen: Jodjodkalium, Phosphormolybdänsäure, Tannin u. s. w. Von diesen gibt ersteres bei weitem die besten Resultate. Wir erhielten auch mikrochemisch die Rotfärbung mittels Schwefelsäure und Zucker, sowie die Violettfärbung mittels heißer konzentrierter Phosphorsäure. Da alle diese Reaktionen sich im allgemeinen in denselben Regionen zeigen, so darf man annehmen, dass die harzähnliche Substanz auch in der Pflanze das Aconitin gewöhnlich begleitet. — Untersuchungen über *Coffea, Papaver, Conium, Atropa, Claviceps* sind im Gang.

Es lag nahe, die Brauchbarkeit der mikrochemischen Reaktionen auch dadurch zu prüfen, dass wir die allgemeinen Alkaloidreagentien bei Pflanzenarten anwandten, welche nicht für alkaloidhaltig gelten. Die Jodjodkaliumlösung ist es, mit der ich meistens solche Versuche anstellte. Sie hat nämlich den Vorzug, die Zellen rasch zu töten und somit bald auf deren Inhalt einzuwirken; ferner gibt sie mit den Alkaloiden recht charakteristische kermes-braune, in Natriumhyposulfitlösung lösliche Niederschläge, die in den Geweben gut sichtbar und, nach einiger Uebung, auch leicht zu erkennen sind. Ohnehin ist ja der Botaniker mit der Einwirkung des Jods auf pflanzliche Gewebe vertraut. Vollkommene Sicherheit gibt jedoch der Jodniederschlag nicht, da er trotz gegenteiliger Angabe mancher Lehrbücher auch mit einigen Körpern entsteht, die nicht zu den Alkaloiden gehören (Vincetoxin, Dimethylamin etc.).

Wie zu erwarten, bietet die große Mehrzahl der Species, welche nicht als alkaloidhaltig bekannt sind, durchaus negative Resultate: so *Convallaria majalis, Ranunculus bulbosus, Polygonum Sieboldi, Heliotropium peruvianum, Castanea vesca, Luzula maxima, Taraxacum officinale*; — womit jedoch gar nicht behauptet sei, dass solche Pflanzen keine Spuren von Alkaloiden enthalten können. Ich erinnere vergleichsweise an gewisse Musaceen, bei denen nur unter besonders günstigen Verhältnissen eine nachweisbare Menge von Stärke gebildet wird.

Bei *Muscari moschatum* und einigen andern Pflanzen erzeugt die Jodlösung einen zweifelhaften Niederschlag; einen sehr deutlichen dagegen bei Keimlingen von *Zea Maïs*[1]) sowie bei allen untersuchten Arten der Gattung *Narcissus* (am reichlichsten bei *N. rugulosus*). Fernere Untersuchungen werden zeigen, ob die junge *Maïs*-Pflanze in der That ein Alkaloid bildet. Unmöglich ist das keineswegs, um so mehr, da dasselbe ja nicht giftig zu sein braucht. Aussehen, Entstehung und Lokalisation des Niederschlages erinnern jedenfalls sehr an gewisse Alkaloide, z. B. Colchicin. Die Zellen färben sich zuerst braun; etwas später entsteht in ihnen ein brauner, körniger Niederschlag. Die Reaktion zeigt sich besonders in der Epidermis des Stammes, der Wurzeln und der äußersten Blätter (speziell die untere Blattepidermis); ferner in den die Fibrovasalstränge umgebenden Zell-

1) Ich habe diese Beobachtung zuerst im Jahre 1884 gemacht.

schichten. Kalilösung, sowie Eisensalze färben die Zellen, welche unsern Körper enthalten, nicht. Dieser Körper tritt schon bei den ersten Keimungsstadien auf, scheint dagegen im ruhenden Samen zu fehlen. Ich fand ihn auch in vollkommen etiolierten *Maïs*-Pflänzchen, jedoch in kleiner Menge.

Dass der bei *Narcissus* erhaltene Niederschlag von einem alkaloidartigen Stoffe herrührt, darf wohl jetzt schon als sicher betrachtet werden, denn es ist mir bei dieser Pflanze gelungen, alle allgemeinen Alkaloidreaktionen mikrochemisch auszuführen. Daraus geht aber hervor, dass die Mikrochemie nicht allein bekannte Verbindungen in den Geweben genau zu lokalisieren gestattet, sondern sogar zur Entdeckung und (selbstverständlich nur bis zu einem gewissen Grade) zur Charakterisierung neuer Substanzen führen kann.

Dieser Schluss wird dadurch nicht beeinträchtigt, dass — wie ich erst später fand — A. W. Gerrard im Jahre 1877 wahrscheinlich denselben Körper aus *Narcissus Pseudonarcissus* extrahiert, und wenn auch oberflächlich, als Alkaloid gekennzeichnet hatte[1]).

Fragen wir nun nach der topographischen Verteilung der Alkaloide, so muss zuerst hervorgehoben werden, dass die von uns untersuchten Gewächse im ganzen recht übereinstimmende Resultate geliefert haben, trotzdem sie ganz verschiedenen Familien angehören.

In der Regel finden sich die Alkaloide im Innern der Zellen, im Zellsaft, wohl auch in Oeltropfen oder in Schleimmassen aufgelöst. Das lässt sich mit Bestimmtheit feststellen. Ein Vorkommen innerhalb der Membran haben wir nur bei einigen Samenintegumenten beobachtet; nach fremden Angaben mag dasselbe in alten Rinden statthaben. Es handelt sich hier höchst wahrscheinlich um tote oder doch wenigstens ausgetrocknete Zellen. Bekanntlich wirkt bei der Speicherung eines im Zellsaft gelösten Stoffes der osmotische Widerstand der lebenden Plasmahaut — de Vries' Tonoplast — wesentlich mit. Da nun die osmotischen Eigenschaften sich mit dem Tode ändern, so hört auch die Speicherung dann gewöhnlich auf, die gelösten Inhaltsbestandteile diffundieren hinaus, und die Zellwand kann dieselben, etwa nach Art eines Stück Fließpapieres, aufsaugen[2]). Es ergibt sich daraus, beiläufig bemerkt, wie wichtig es ist, die uns hier beschäftigenden mikrochemischen Untersuchungen an frischem Material vorzunehmen.

Die Alkaloide lokalisieren sich hauptsächlich:

1) in den sehr aktiven Geweben: Vegetationspunkt, Embryo;
2) um die Fibrovasalstränge, besonders in der Nähe des Siebteiles und in diesem Teile selbst;
3) in der Epidermis, den epidermalen Haarbildungen, den peri-

1) Pharm. Journ. and Transact., 15. Sept. 1877.

2) N. J. C. Müller (Allg. Bot., 1880, I, 558) hat schon angenommen, dass die Alkaloide ursprünglich im Zellsaft gelöst seien und dann beim Trocknen der Gewebe in die Zellwand gelangen.

pherischen Rindenschichten, kurz den äußern, schützenden Geweben, sowie in den Früchten und Samen (oft besonders in deren Hüllen);

4) endlich werden die Alkaloide in großer Menge in gewissen Exkretbehältern, wo solche vorkommen, abgelagert (Milchröhren von *Papaver*, Raphidenschläuche von *Narcissus*).

Die letzterwähnten Thatsachen legen jedenfalls den Gedanken sehr nahe, dass die Alkaloide in den von uns untersuchten Fällen, ebenso wie die Kalkoxalatraphiden, als nutzlose Nebenprodukte der protoplasmatischen Thätigkeit aufzufassen sind, als Abfallstoffe, die in dem Stoffwechsel keine weitere Rolle spielen. Mit dieser zunächst auf die Anatomie und Mikrochemie gestützten Meinung (die übrigens schon früher z. B. von Sachs[1]) als wahrscheinlich ausgesprochen wurde) stimmt das wenige überein, welches die Pflanzenphysiologie bis jetzt von den Alkaloiden mitzuteilen weiß. Es ist bekannt, dass die Alkaloide auf pflanzliches sowie auf tierisches Protoplasma meistens schädlich, ja tödlich, influieren. Letzteres gilt, nach alten Angaben von Schübler[2]), selbst für die Wirkung der Alkaloide auf die sie produzierende Pflanze. Allerdings zeigen Experimente von Reveil[3]), die ich erst ganz vor kurzem kennen lernte und die manches Schätzbare enthalten, dass neben zweifellos schädlichen Alkaloiden (Chinin, Cinchonin) andere (Morphin, Codeïn) ohne Nachteil von den Pflanzen in kleiner Menge aufgenommen werden. Ein Begießen mit 1 ‰ Atropinlösung (als Sulfat) soll sogar die Vegetation begünstigen. (Die Anwesenheit der Alkaloide in den Säften der Versuchspflanzen wurde jedesmal mittels Jodquecksilberjodkalium sorgfältig nachgewiesen.) Aber für Atropin hebt Reveil selbst hervor, dass es vielleicht teilweise im Boden zersetzt wurde. Ferner muss man bedenken, dass es auch im Tierreich merkwürdige Immunitäten gibt, und besonders, dass die Pflanzenzelle mit ihren sehr vollkommenen osmotischen Einrichtungen giftige Stoffe im Zellsaft speichern kann, ohne das Protoplasma zu schädigen, weil ja dieses von Zellsaft durch die lebende Vakuolenwand — den bereits erwähnten Tonoplasten — wirksam getrennt wird. Aus Knop und Wolf's Versuchen geht übrigens hervor, dass Morphin, Chinin, Cinchonin, Caffein unfähig sind, den Phanerogamen als Nahrung zu dienen, und ich beobachtete, dass verdunkelte Pflanzen (*Narcissus*) noch nach längerer Zeit ihr Alkaloid in großer Menge enthalten.

Wenn es nun alledem zufolge höchst wahrscheinlich ist, dass die Alkaloide öfters bloße Exkrete sind, so wäre es doch verfrüht, diesen Schluss auf alle Pflanzenbasen auszudehnen. Die Aehnlichkeit der chemischen Eigenschaften genügt eben nicht, um die physiologische

1) Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, 1882, S. 396—397.

2) Flora, 1827.

3) Recherches de physiol. végétale. De l'action des poisons sur les plantes, par P. O. Reveil, Paris, Delahaye, 1865.

Funktion vorauszusagen; — man vergleiche nur in dieser Hinsicht die Pflanzenschleime mit den isomeren Kohlehydraten. Es ist aber zu hoffen, dass die Fortsetzung der Untersuchungen uns hier bald weitere Aufschlüsse geben wird.

In vielen Fällen ist eine allmähliche Abnahme der Alkaloide in den lebenden Geweben bekannt: so beim Reifen der Mohnköpfe[1]), gegen Ende der Vegetation der Tabakpflanze[2]), und, wie wir feststellen konnten, in vorjährigen *Colchicum*-Knollen u. s. w. Es ist aber wohl nicht erlaubt gleich daraus abzuleiten, die Alkaloide hätten sich hier in Proteinstoffe umgewandelt, und sie daher, nach Art des Asparagins, als zirkulierende, plastische Stoffe anzusprechen, wie dies neuerdings von Jorissen[3]) geschehen, und wie es schon vor vielen Jahren Boussingault[4]) für das alkaloidartige Glykosid Solanin gethan hatte. Denn ein analoges Verschwinden der Alkaloide findet auch oft in abgestorbenen Pflanzenteilen statt[5]) und könnte auf einem einfachen Oxydationsprozess beruhen. Ohne Kenntnis der entstehenden Produkte beweist also an und für sich das Verschwinden noch keineswegs eine Verarbeitung bei der Ernährung und dem Wachstum des Organismus: — was man vielleicht nicht immer genug beachtet hat, z. B. bei der Diskussion über die Bedeutung des Gerbstoffs.

Eine wichtige Stütze für die Auffassung, welche die meisten Pflanzenalkaloide als regressive Produkte des Stoffwechsels ansieht, glaube ich in den neuern Arbeiten über ähnliche Verbindungen bei Tieren zu finden. Nach G. Pouchet, Ch. Bouchard und besonders Armand Gautier[6]) bilden sich selbst im normalen Leben der Tiere stets geringe Quantitäten alkaloidartiger Körper, denen letzterer Forscher den Namen „Leukomaine“ gegeben hat, um sie von den Kadaveralkaloiden oder Ptomainen zu unterscheiden. Die Leukomaine sollen in den Geweben bei Abwesenheit freien Sauerstoffs nach Art vieler Fäulnisgifte entstehen; und der Organismus soll dieser fortwährenden „Auto-Infektion“ auf zweifache Weise widerstehen: durch Eliminierung und durch Verbrennung des Giftstoffes. Hier wird an Bedeutung solcher Körper als plastisches Material wohl niemand denken.

Bei denjenigen Gewächsen, welche Alkaloide in verhältnismäßig großer Menge produzieren, macht es allerdings den Eindruck, als ob die Alkaloide einem Prozess entstammten, der auf ihre Bildung ab-

---

1) Beilstein, Handbuch d. org. Chem., 1. Aufl., S. 1943.

2) Th. Kosutány, Tabaksorten Ungarns, 1882, Tab. VI*a* und S. 23.

3) Jorissen, Phénom. chim. de la germination, Mém. cour. Ac. roy. Belgiq., T. XXXVIII, 1886, p. 73, 76.

4) Agronomie, Chimie agricole et physiologie, T. IV, 1868, p. 265, Note.

5) Reveil, Op. cit. p. 169 (verschiedene Alkaloide); Husemann und Hilger; S. 1411 (China-Alkaloide), etc.

6) Ptomaïnes et leucomaïnes, Paris 1886 (aus den: Bull. de l'Ac. de Médecine).

zielt. Man muss aber bedenken, dass wenn sie auch im Stoffwechsel keine fernere Anwendung finden, sie gleich manchen andern Exkreten dennoch der Pflanze nützlich sein können. In der That lässt sich zeigen, dass die meisten alkaloidhaltigen Pflanzen vom weidenden Vieh gemieden werden: wenige Gramm eines Alkaloids sind in dieser Hinsicht ein ebenso gutes Schutzmittel wie die kräftigsten Dornen[1]).

Fasst man all diese Beobachtungen und Erwägungen kurz zusammen, so scheint mir vorläufig, dass die von uns beobachtete Topographie der Alkaloide folgenderweise ihre einfachste Erklärung finden würde: — dass dabei von einer allgemeinen und definitiven Theorie noch keine Rede ist, wiederhole ich abermals ausdrücklich:

Die Alkaloide bilden sich wesentlich in den aktiven Geweben, wo die Eiweißstoffe fortwährenden Zersetzungen und Metamorphosen unterworfen sind: hierher gehören die Vegetationspunkte, sämtliche embryonalen Organe, ferner der an Eiweißstoffen reiche Siebteil der Fibrovasalstränge.

Aus ihren Entstehungsorten wandern die Alkaloide nach der Peripherie des Pflanzenkörpers, wo sie vielleicht teilweise oxydiert werden, jedenfalls aber die Pflanze am besten gegen die Angriffe der Tiere schützen können. Daher ihr Auftreten in der Epidermis, den äußern Rindenschichten, und auch in den Früchten und Samen, welche die Pflanze so sehr gegen die Gefräßigkeit der Tiere zu verteidigen hat.

Sind endlich zu Reihen angeordnete Exkretschläuche (*Narcissus*) oder kontinuierliche Milchröhren (*Papaver*) vorhanden, so besitzt die Pflanze hier eine Art Kloake, in welche sie sich ihrer Alkaloide entledigen kann: das ist, wenn man so sagen darf, eine innere Eliminierung. Da nun der Inhalt solcher Schläuche und Milchröhren sich unter dem Drucke des umgebenden Parenchyms befindet, so genügt die kleinste Wunde, der geringste Biss eines Tieres, um gleich eine große Menge des giftigen Saftes ausfließen zu lassen, wodurch also die Wirksamkeit des Schutzmittels bedeutend erhöht werden muss.

Je mehr wir in dem Studium des Lebens vorwärts rücken, um so deutlicher erkennen wir, dass die außerordentlichen und scheinbar regelwidrigen Eigenschaften gewisser Organismen sich einfach auf eine Uebertreibung gewöhnlicher, allgemeiner Eigenschaften zurückführen lassen. Das gilt von den Funktionen ebenso gut wie von den Formen. Die wunderlichsten Blumen der Orchideen sind bloß aus umgebildeten Blättern zusammengesetzt, das Fleisch eines Apfels verdankt der Hypertrophie des Blütenstiels seine Entstehung, der Flügel der Fledermaus ist eine besonders differenzierte Hand, die Ranke der Weinrebe ein metamorphisierter Zweig. In den exquisiten Bewegungen eines Blattes von *Mimosa pudica* haben wir nur die höchste Entfaltung einer Reizbarkeit, welche sich im Grunde bei allen Blättern, ja

1) Man vergleiche: L. Errera, Efficacité des struct. défensives des plantes, Bull. soc. roy. bot. Belg., T. XXV, 1886 (Referat in dieser Zeitschrift, 1. März 1887).

bei allen lebenden Zellen, mehr oder weniger wiederfindet; und die furchtbaren elektrischen Schläge eines Zitterrochens oder eines Zitteraals mögen wohl als übermäßiger Ausdruck jener elektrischen Phänomene gelten, welche jeder Muskel uns bietet.

Aehnlich dürfte es sich mit den Alkaloiden verhalten. Es scheint, als ob derartige Substanzen unter den konstanten Produkten der Zellthätigkeit vorkämen, und man fängt auch wirklich an, dieselben jetzt fast überall zu entdecken: in der keimenden Gerste nach Jorissen[1]), in jungen Maispflanzen nach unsern Beobachtungen, und nicht allein bei Pflanzen, sondern auch, wie wir sahen, in tierischen Geweben, im Harn, im Schweiß, im Speichel, im Blute. Meistens ist die Menge solcher Körper äußerst gering. Werden aber die Alkaloide oder analog wirkende Verbindungen einmal als Schutzmittel von gewissen Lebewesen benutzt, hat also die natürliche Zuchtwahl Gelegenheit einzugreifen und die Produktion allmählich zu steigern, so werden sich einerseits der Mohn, der Schierling, die Tollkirsche, die ganze Reihe der Giftgewächse, entwickeln, und anderseits die giftigen Tiere: die Kröte, der Salamander, die Schlangen.

So würde sich denn immer mehr dieser wichtige Grundsatz der Evolutionslehre bestätigen: dass nämlich die exzeptionellsten Wesen sich, physiologisch wie morphologisch, an die gewöhnlichen, typischen anschließen. Das organische Substrat ist überall, bei allen dasselbe: aber die Arten unterscheiden sich von einander je nach der Richtung, in welcher die natürliche Zuchtwahl zufällig wirken konnte, ebenso wie der Künstler aus demselben Marmorblocke die verschiedensten Statuen heraushauen kann, je nach der Richtung, nach welcher er seinen Meißel führt. —

Nachtrag. In einer schwedischen Arbeit vom Jahre 1885, die, wie es scheint, bis jetzt im Ausland unbekannt geblieben war und die ich mir soeben erst verschaffen konnte, hat sich P. G. E. Theorin[2]) mit der mikrochemischen Lokalisation von Solanin und Aconitin beschäftigt. Er hat leider für jeden Körper nur eine einzige Reaktion (nämlich die mittels Schwefelsäure) angewandt. Für *Solanum tuberosum* stimmen die Angaben mit denjenigen Schaarschmidt's ziemlich gut überein und ergänzen dieselben in vielen wesentlichen Punkten. Nach Theorin findet sich das Solanin ganz vorwiegend in den unterirdischen Teilen und in den Früchten. Er fasst es hauptsächlich als ein Nebenprodukt bei der Bildung der Reservestoffe auf. — Was das Aconitin betrifft, so gehört, wie wir sahen, die Färbung mit Schwefelsäure dem Alkaloid selbst wahrscheinlich nicht an. Die Resultate, welche Theorin für *Aconitum Cammarum* erhielt, sind also nicht vorwurfsfrei. Wir zeigten aber, dass die mit Schwefelsäure sich färbende Substanz das wirkliche Aconitin begleitet, und so sind denn auch Theorin's Lokalisationen mit den unsern (die sich übrigens auf *A. Napellus* beziehen) meist im Einklang. Er ist ebenfalls der Meinung, dass die Substanz, welche er als das Alkaloid betrachtet, im Stoffwechsel keine weitere Rolle spielt.

1) loc. cit. p. 77.

2) Några växtmikrokemiska anteckningar. Öfversigt af k. Vetensk.-Akad. Förhandlingar. Stockholm. 1885. Nr. 5.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1887-1888

Band/Volume: 7

Autor(en)/Author(s): Errera Leo

Artikel/Article: Ueber Lokalisation der Alkaloide in den Pflanzen. 201-209