DEUTSCHE MEDICINISCHE WOCHENSCHRIFT.

Mit Berücksichtigung des deutschen Medicinalwesens nach amtlichen Mittheilungen, der öffentlichen Gesundheitspflege und der Interessen des ärztlichen Standes.

Begründet von Dr. Paul Börner.

XXVI. Jahrgang.

Redaction: Geh. Med.-Rath Prof. Dr. A. Eulenburg und Dr. J. Schwalbe, Berlin. — Verlag: Georg Thieme, Leipzig.
Lichtensteinallee 3. Am Karlsbad 5. Seeburgstr. 53.

INHALT.

I. Aus dem pharmakologischen Laboratorium von Prof. Dr. L. Lewin in Berlin: Ueber die toxikologische Stellung der Raphiden. Von Prof. Dr. L. Lewin. S. 237.

II. Ueber die Beweglichkeit des Herzens bei Lageveränderungen des Körpers. Von Dr. Determann in St. Blasien. S. 242.

III. Zur Indicationsstellung für Mastoidoperationen. Von Stabsarzt Dr. R. Müller in Berlin. S. 245.

IV. Ovarialcyste als Geburtshinderniss, durch Colpotomia posterior entfernt. Von Dr. A. Hesselbach in Halberstadt. S. 247.

V. Die Syphilis der Zungentonsille nebst Bemerkungen über ihr Verhältniss zur glatten Atrophie der Zungenbalgdrüsen. (Schluss.) Von Dr. W. Lublinski in Berlin. S. 248.

Auswärtige Correspondenzen: Londoner Brief. Von Dr. J. P. zum Busch in London. S. 249.

Epidemiologie: Mittheilungen über die Verbreitung von Volksseuchen. S. 251.

Militärsanitätswesen: Beschreibung der Garnison Frankfurt a. O. — Friedheim und Richter, Taschenbuch für den Felddienst des Sanitätssoffiziers. Ref. Ober-Stabsarzt Prof. Dr. A. Köhler in Berlin. S. 252.

Mittheilungen über Congresse. S. 252.

Kleine Mittheilungen. S. 252.

I. Aus dem pharmakologischen Laboratorium von Prof. L. Lewin in Berlin.

Ueber die toxikologische Stellung der Raphiden¹⁾.

Von L. Lewin.

1. Einleitung.

In botanischen und auch in medicinischen Kreisen ist die Meinung verbreitet, dass die Giftwirkung gewisser Pflanzen auf deren Gehalt an Raphiden, d. h. nadelförmigen Krystallbündeln von oxalsaurem Kalk zurückzuführen sei, die in mit Schleim erfüllten Vacuolen eingeschlossen sind. Sie finden sich in einer grossen Zahl besonders monocotyler Pflanzen aus den Familien der Amaryllideae, Orchideae, Aroideae, Liliaceae, Commelinaceae, Typhaceae, weniger in dicotylen Pflanzen, z. B. aus den Familien der Ampelideae, Onagraceae, Rubiaceae, Geraniaceae.

Botaniker haben die Frage der toxikologischen Rolle der Raphiden, zum Theil sogar durch das Thierexperiment, zu lösen versucht. Man kann aber vom medicinischen Standpunkte aus diese Versuche nicht als beweiskräftig ansehen. Es fehlen, wie die folgenden Auseinandersetzungen zeigen werden, in den betreffenden Beweisführungen Glieder rein toxikologischer Natur. Am eingehendsten hat Stahl²⁾ sich mit dem Gegenstande beschäftigt. Die Resultate seiner umfassenden und sehr interessanten Untersuchungen sind oft zustimmend besprochen, aber von medicinischer Seite nicht weiter verfolgt worden.

Ich habe ziemlich bald nach dem Erscheinen der Stahl'schen Untersuchungen begonnen, der Raphidenfrage meine Aufmerksamkeit zuzuwenden, und theilte einige Beobachtungen bereits an verschiedenen Stellen meines Lehrbuches der Toxikologie mit.

Der Zweck meiner Untersuchungen deckt sich nicht mit dem Ausgangspunkt der Forschungen von Stahl. Durch diese sollte wesentlich der Schutz erwiesen werden, den manche Pflanzen in präformirten Abwehreinstellungen gegen eine Zerstörung durch Schnecken besitzen, während ich nur zu entscheiden versuchen will, ob den Raphiden für höher organisierte Lebewesen, einschliess-

lich des Menschen, örtliche oder entferntere Giftwirkungen zukommen. Es ist sofort einzusehen, dass wenn eine solche Untersuchung zu einem verneinenden Resultat kommt, damit doch nicht absolut ausgeschlossen wird, dass trotzdem Schnecken oder andere niedere Thiere durch diese Einrichtung von der Zerstörung der betreffenden Pflanzen abgehalten werden.

Die bisherige Auffassung der Giftrolle der Raphiden von botanischer Seite ist eine ziemlich exclusive. So wurde z. B. von Stahl angegeben, dass der brennende Geschmack raphidenführender Pflanzen „einzig und allein“ von den Krystallnadeln herühre. Die an beiden Enden zugespitzten Krystalle seien geeignet, sich in die zarten Gewebetheile des Mundes von Thieren einzubohren. Das Eindringen würde durch den Schleim unterstützt, der sich in Gesellschaft der Raphidenbündel in verschieden grosser Menge findet¹⁾. Die Empfindung des Kratzens auf Lippen, Zunge, Gaumen mache sich beim Kauen aller Pflanzentheile bemerkbar, welche Raphiden führen, nur in sehr verschieden hohem Grade, je nach der Gestalt, der Grösse, der Menge und der Leichtigkeit des Austretens der Krystallnadeln aus den Behältern. Keine nadelführende Pflanze gehöre zu den Futterkräutern, und Wiederkäuer verschonten solche Pflanzen im Freien,²⁾ Schnecken liessen sie unberührt und Heuschrecken, denen Stahl Oenothera biennis, Impatiens balsamina, Asparagus, Vitis vinifera und Fuchsia globosa darbot, verschmähten diese Nahrung. Aus diesen Gründen bezeichnet Stahl³⁾ die Raphidenwirkung als unangenehm, ja vielleicht sogar als gefährlich.

2. Einwände gegen die behauptete Giftwirkung der Raphiden.

Der Annahme von der örtlichen oder sogar allgemeinen Giftwirkung der Raphiden, die mehrfach durch Thierversuche zu stützen versucht wurde, stehen toxikologische Bedenken gegenüber. Denn:

1. nehmen Menschen im rein toxikologischen Sinne ungiftige, raphidenführende Pflanzen auf;
2. nehmen Menschen giftige, raphidenführende Pflanzen auf, die vorher irgendwie behandelt wurden, und
3. fressen Thiere auch raphidenführende Pflanzen.

¹⁾ Nach einem in der Deutschen Botanischen Gesellschaft am 23. Februar 1900 gehaltenen Vortrage.

²⁾ Stahl, Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft 1888, S. 557.

¹⁾ Stahl, Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft 1888, S. 557.

²⁾ Stahl ibid.

³⁾ Stahl ibid. S. 642.

Ich will in dem Folgenden kurz auf diese drei Punkte eingehen.

1. Der Mensch nimmt gegenüber dieser angeblichen Schädlichkeit eine besondere Stellung ein. Er ist, auch nach der Meinung von Stahl, gegen die Raphiden wenig empfindlich, da er ja gerade manche raphidenführenden Pflanzen, wie Weintrauben, Ananas, Spargel und die Wurzeln von *Oenothera biennis* L. sogar als Leckerbissen schätzt. Nur die letztere Pflanze und gewisse Traubensorten würden durch ein kratzendes Gefühl lästigt.

2. Handelt es sich bei den eben angeführten Pflanzen um solche, die im toxikologischen Sinne gar nicht oder sehr wenig giftig sind, so giebt es zweifellos auch giftige Pflanzen, die besonders reich an Raphiden sind und die nach einer geeigneten, die Raphiden wenigstens nicht erkennbar verändernden Behandlung, von Menschen gegessen werden. Dahin gehören z. B. *Amorphophallus campanulatus* Bl., *Pythonium Wallichianum* Kunth, *Arum maculatum* L., *Arum fornicatum* Roxb. und *Arum italicum* Mill.

3. Dass Thiere auch unveränderte Raphidenpflanzen fressen, geht aus mannigfaltigen Beobachtungen von Stahl hervor, und weiter unten werde ich noch andere mittheilen.

So fressen Schnecken die inneren Theile von *Orchis purpurea* Huds. und *Orchis latifolia* L., in welcher zwar die Raphiden spärlicher und kleiner, aber doch immerhin vorhanden sind und stechen könnten. Auch von anderen Orchideen werden in Gewächshäusern junge Triebe, Blütenstandaxen und Blüten beschädigt. Omnivore Schnecken fressen *Tradescantia*-Arten, *Typha latifolia* L. und *Galium Aparine* L. Schnecken fressen auch *Veratrum album*, wie mir Herr Garteninspector Lindemuth mittheilte. Heuschrecken nehmen *Tradescantia* auf. Schmetterlingsraupen der Gattung *Sphinx* fressen *Galium*-arten, *Epilobium*, *Vitis*, *Impatiens noli tangere* L., und *Macroglossus*-arten: *Galium* nicht nur mit Vorliebe, sondern es scheinen diese Pflanzen für diese Lebewesen geradezu ein nothwendiger Bestandtheil ihrer Nahrung zu sein.

Vögel sind wenig oder garnicht empfindlich gegen Raphiden. Amseln, Drosseln, Hühner fressen jede Menge nadelführender Beeren, z. B. von *Ampelopsis*, *Phytolacca*, *Asparagus*, *Tamus communis* L. etc., und von Bären wird aus alter Zeit angegeben, dass sie *Arum maculatum* L. fressen.

3. Folgerungen aus den voranstehenden Thatsachen.

Aus dem bisher Mitgetheilten geht einwandfrei hervor, dass der Mensch ohne jeden Schaden, ja selbst ohne jede subjective unangenehme Empfindung manche Raphiden führende Pflanzen roh essen kann, während andere solche ihm örtliche Giftwirkungen im Munde und, wie ich hinzufügen kann, auch schwere, selbst tödtliche Allgemeinwirkungen zufügen, und dass gewisse Thiere Raphidenpflanzen gern fressen, oder eine Auswahl unter denselben veranstalten, d. h. manche nicht berühren und andere aufnehmen, auch wenn sie nicht durch Hunger zum Fressen gezwungen werden.

Hiermit ist eigentlich der Annahme von der örtlichen oder allgemeinen Schädlichkeit der nadelförmigen Kalkoxalatkrystalle an sich der positive Boden entzogen; denn es lässt sich toxikologisch wohl erweisen, dass manche Lebewesen eine enger oder weiter umgrenzte Toleranz gegen gewisse Gifte besitzen, durch die andere geschädigt werden, aber es lässt sich nach dem bisherigen Stande der Wissenschaft nicht darthun, dass ein und dasselbe Lebewesen durch die gleiche Schädlichkeit, die in zwei verschiedenen Pflanzen vorkommt, typisch einmal verletzt wird und das andere Mal absolut unberührt bleibt. Und schliesslich liesse sich, wenn ein solches Ereigniss einmal festgestellt werden sollte, dafür immer noch die theoretische Erklärung liefern, dass das betreffende Gift in der einen Pflanze in einer unlöslichen, vom Menschen schwer oder garnicht aufnehmbaren Form, in der anderen Pflanze frei vorkäme und deswegen leicht resorbirt werden könne.

Bei der angeblichen Giftwirkung der Raphiden handelt es sich aber um eine rein mechanische Wirkung von Fremdkörpern, die sich in die Weichtheile einbohren und als Fremdkörper wirken sollen. So lange nicht ein Unterschied feststellbar ist zwischen den Raphidenbündeln der von Menschen oder Thieren ohne jede Benachtheiligung verzehrbaren, d. h. im toxikologischen Sinne ungiftigen Pflanzen und den Oxalatnadeln der in demselben Sinne giftigen Gewächse, kann man logisch die gleiche Ursache nicht

einmal mit einer Wirkung und das andere Mal mit einer Nichtwirkung ausstatten.

Eine solche Unterscheidung hat man wohl machen wollen, indem man ganz allgemein annahm, dass in dem Falle der Nichtwirkung der Raphiden deren Zahl, Grösse, Zuspitzung u. s. w. eine geringere resp. unzulängliche sei. Ich werde weiterhin zeigen können, dass dies an dem von mir untersuchten Material nicht zutrifft und dass als einzige Erklärungsmöglichkeit nur noch die Annahme bleibt, dass sich diese Kalkoxalatkrystalle in den essbaren Pflanzen oder in den irgendwie behandelten nicht essbaren Pflanzen in einem Zustande geringerer Härte befinden, die ihre Einbohrung in die thierischen Weichtheile verhindert. Dieser letzte Einwand ist gesucht und nicht zu beweisen. Die mikroskopische Betrachtung lässt keinerlei Unterschiede wahrnehmen.

Erst recht würde es verfehlt sein, ohne vollen Beweis nicht nur rein örtliche, sondern auch allgemeine Vergiftungssymptome Raphiden führender Pflanzen von diesen abzuleiten, wie dies mehrfach geschehen ist. Einen solchen Beweis hat aber Stahl¹⁾ zu geben versucht. Nach ihm scheint der Genuss grösserer Mengen solcher Gewächse auf wilde Kaninchen tödtlich zu wirken.

Ein junges wildes Kaninchen erhielt grössere Mengen von *Typha latifolia* L. zu fressen. Nach einigen Tagen wurde es todt im Käfig gefunden. Die Section ergab das Vorhandensein eines Dünndarmcatarrhs. In den catarrhalisch erkrankten Geweben fanden sich keine Raphiden, wohl aber im Koth. Hieraus wird geschlossen, dass die Annahme nahe läge, dass der tödtliche Catarrh durch Raphiden entstanden sei.

Vom medicinischen Standpunkte aus kann diese Beweisführung als zulänglich nicht anerkannt werden. Ein durch Contact wirkendes Gift, z. B. *Veratrum album* L., oder *Colchicum autumnale* L., oder *Anacardium occidentale* L. kann sensible Reizung, resp. heftige Entzündung erzeugen, ohne dass es nach einiger Zeit, selbst noch nach einigen Stunden an einer Schleimhautstelle gefunden zu werden braucht. Es ist fortgeschwemmt oder sonstwie verschwunden, während der Beweis seiner Wirkung vor Augen liegt. Bei den Raphiden, die wie eindringende Splitter wirken sollen, kann das Verschwinden sich nicht so leicht vollziehen, zumal der thierische Organismus Krystalle von oxalsaurem Kalk sehr lange als solche unverändert beherbergt. Selbst wenn man annehmen wollte, dass viele der Krystalle weiter gewandert seien, so würde man bei der mikroskopischen Untersuchung, falls Einbohren der Raphiden und Catarrh in einem ursächlichen Zusammenhange stünden, nothwendig wenigstens einige der charakteristischen Krystalle haben finden müssen. Dass die Raphiden sich im Koth finden mussten, ist selbstverständlich und beweist eben nur, dass ein Raphiden führendes Futter aufgenommen worden war.

Ich kann diesem Versuche Vergiftungsfälle mit demselben Material entgegenstellen, die gerade das Gegentheil beweisen, nämlich ein Unversehrtsein der Baueingeweide. Fünf Kühe, die *Typha latifolia* L. und *Typha angustifolia* L. gefressen hatten, erkrankten mit Lähmungserscheinungen und Athmungsstörungen. Die Section ergab bei ihnen Blässe der Baueingeweide, keinerlei Entzündung an ihnen, aber starke Blutüberfüllung in den Brustorganen.

Sowohl die *Typha latifolia* L. als auch *Narcissus poeticus* L. und *Narcissus Pseudonarcissus* L., deren Fähigkeit, Magen-Darmentzündung zu erzeugen nach Stahl höchst wahrscheinlich auf die Raphiden zurückzuführen ist, sind nichts anderes als mit Allgemeinwirkungen versehene Gifte. Wollte man einen absoluten Beweis für das Unbetheiligtsein der Raphiden an der Giftwirkung der Narzisse, so brauchte man nur anzuführen, dass bereits vor mehr als 80 Jahren erwiesen wurde, dass auch wässrige Extracte von *Narcissus Pseudonarcissus* L., sogar wenn man sie auf Wunden von Hunden brachte, den Magen entzündeten.

4. Die Wirkung spitzer Fremdkörper auf die Schleimhäute.

Es ist nicht das erste Mal, dass gewisse Stoffe wegen ihrer mechanischen Wirkung als Gifte angesprochen worden sind. Die iatromathematische Schule vertrat diesen Standpunkt besonders. Ich brauche nur an die so zahlreichen Schriften und Versuche über die angebliche Giftwirkung des Glases zu erinnern.

¹⁾ Stahl, l. c. S. 652.

Hatte es doch von jeher Erstaunen erregt, wenn sich öffentlich Glasschlucker, Vitrimoren producirten, die ohne Schaden zerstoßenes Glas verschluckten oder Glas mit ihren Zähnen nur zu groben Splintern zerbissen und ohne Nachtheil verschluckten! Fabricius Hildanus konnte das Gesundbleiben dieser Menschen nur der Güte Gottes zuschreiben: „Divinae bonitati potius adscribo quam causas physicas perquiro.“ Es sind später Versuche von Forschern an sich selbst, sogar mit mehreren Linien dicken, spitzen Glasstücken, die auf nüchternen Magen verschluckt wurden, angestellt worden, ohne dass eine Benachtheiligung danach folgte. Trotzdem bedarf es keiner weiteren Begründung, dass spitze Glasstücke von genügender Grösse Verletzungen im Magen-Darmkanal mit den entsprechenden subjectiven und objectiven Folgen erzeugen können. Ganz fein gepulvertes Glas dagegen kann wohl von solchen verletzenden Wirkungen freigesprochen werden, obschon es bei geeigneter Vergrößerung doch immer noch Splitter erkennen lässt. Es ist nothwendig, gerade hieran zu erinnern, mit Rücksicht darauf, dass schon die Berührung der Blätter und Knollen von *Arum maculatum* L. mit der Zunge örtliche Veränderungen erzeugt, dagegen die noch so lange Berührung mit Glas oder einem der noch zu erwähnenden, eventuell mechanisch wirkenden Materialien biologisch absolut belanglos ist.

Dies gilt auch von gepulverten Edelsteinen und Halbedelsteinen, die ebenfalls in früheren Jahrhunderten als schädlich angesehen wurden. Selbst nach Verschlucken von Menschennägeln sollten örtliche und allgemeine Giftwirkungen auftreten, und man erklärte diese durch Eindringen „in tunicam ventriculi nervosam“. Nur Gelehrte, die an den Nägeln während des Nachdenkens kauen und die Nägeltrümmer verschlucken, sollten, wegen genügender Zerkleinerung des Materials, von Nachtheil verschont bleiben.

Thier- und Menschenhaare galten in früheren Zeiten als Gifte. Auch sie sollten durch Einbohren in die Gewebe Schaden stiften. In besonders schlechtem Rufe standen Tigerhaare, der Striegelstaub von Pferden und die Barthaare von Katzen. Nirgends ist jedoch der Beweis dafür erbracht, dass das Schadenwollen mit diesen Stoffen, oder das freiwillige Verschlucken von ganzen oder geschnittenen Haaren, so oft dies auch beobachtet worden ist, etwas anderes als gelegentliche Verdauungsstörungen oder, wenn sehr grosse Massen davon verschluckt worden waren, Darmobstruction veranlasst hat.

Kohlensplitter dringen, nach häufigem Putzen der Zähne damit, in das Zahnfleisch ein, können an demselben einen dunklen Saum erzeugen, veranlassen aber weder Entzündung noch Schmerzen. Dasselbe gilt von winzigen Kupfertheilchen, die bei Kesselschmieden in das Zahnfleisch dringen.

Nur spitzige, organische oder unorganische Fragmente, die in grösseren Mengen, z. B. im Gewerbebetriebe, in die Luftwege gelangen, können hier im Laufe langer Zeit Schaden erzeugen. Zu einer Parallelisirung mit der angeblichen Raphidenwirkung kann eine solche Einwirkung selbstverständlich nicht herangezogen werden.

Dagegen ist daran zu erinnern, dass Thiere dornige und stachelige Pflanzen aufnehmen, z. B. *Acacia*arten, Disteln u. a. m., ohne von der Stechwirkung dieser Gebilde an der Schleimhaut des Magendarmkanals sichtlich benachtheiligt zu werden. Ob die Schleimhäute irgend eine Schutzvorrichtung gegen eine solche Schädigung besitzen, weiss ich nicht. Es könnte sich höchstens um eine stärkere Verhornung handeln, die gewiss gegen so grobe mechanische Einflüsse keine ausreichende Abwehr liefert.

Als letztes grösseres Material, das eventuell zu einem Vergleiche mit den mikroskopischen Raphiden herangezogen werden könnte, will ich die Brennhaare von *Mucuna urens* D. C. (Juckbohne) und *Mucuna pruriens* D. C. (*Dolichos pruriens* L.) erwähnen. Diese erregen freilich, auf die Haut verrieben, Jucken, Brennen und auch wohl Anschwellung und sollen nach ihrem innerlichen Gebrauch gegen Askariden gelegentlich einmal zu Reizungen Anlass geben. Aber selbst wenn dies letztere so die Regel wäre, wie es eine Ausnahme ist, so würde die Wirkung nicht mit der angeblichen Stechwirkung der Raphiden parallelisirt werden können, weil die Brennhaare fast an ihrem ganzen unteren Dritttheile mit Widerhaken versehen sind und dadurch eine ganz andere Art von Wirkung bedingt wird.

Man ersieht aus diesen Darlegungen, dass das Eindringen von groben Fremdkörpern in die Schleimhäute des Nahrungsschlauches auch von Störungen gefolgt sein kann, dass solche in der Regel

jedoch nicht, oder in einem belanglosen Umfange auftreten. Wäre dem nicht so, so wäre der Genuss von Fischen wie z. B. Sardellen, Sardinen u. a. m. stets gefahrvoll. Er ist es aber nie, weil es gewöhnlich nicht zu einer Einbohrung der kleinen, relativ weichen Gräten kommt, und wenn eine solche zu Stande kommt, die Ablösung oder ein andersartiges Unschädlichmachen wieder so schnell erfolgt, dass die kleinen erzeugten Verletzungen nicht empfunden werden. Der thierische Organismus verfügt über die adäquaten regulatorischen Einflüsse, um solche Einwirkungen zu paralysiren.

Gegenüber dem Eindringen mancher grosser Fremdkörper sind wohl die meisten Menschen gleich empfindlich. Eine in das Zellgewebe eingedrungene Nadel erzeugt immer Schmerzen, Entzündung und event. Eiterung. Der Grad derartiger Reactionsäusserungen richtet sich nach der Beschaffenheit des eingedrungenen Fremdkörpers, d. h. auch nach der Art der Wunde, die er gemacht hat.

Mikroskopische Kalkoxalatkrystalle, auch wenn sie spitz sind und sich in die Gewebe einbohren, können nicht als solche grobe Fremdkörper angesehen werden. Wäre dem so, dann müssten die heftigsten Gewebsreizungen auch dann entstehen, wenn die Gelegenheit zur Bildung scharfkantiger Kalkoxalatkrystalle in Gestalt von einfachen Quadratoctäedern oder von Quadratoctäedern mit aufgesetzten kleinen Octaedern im menschlichen Körper gegeben ist. Bestimmte Stoffwechselvorgänge lassen solche Krystalle entstehen, die im Nierengewebe zu finden sind; in viel umfangreicherer Weise findet eine Einlagerung solcher Krystalle auch in die Magenschleimhaut statt nach Vergiftung mit Oxalsäure und saurem oxalsaurem Kalium. Trotz des massigen Vorhandenseins des Kalkoxalats findet man hier keine dadurch bedingten Entzündungen. Wenn solche vorhanden sind, dann sind sie primäre Folgen des genommenen Giftes.

Der Organismus verträgt solche Krystallgebilde, wenn sie nicht gerade zu grossen Infarcten oder Concretionen anwachsen. Er verträgt eine geraume Zeit hindurch Ansammlungen von Harnsäurekrystallen in interstitiellen Geweben und reagirt erst dann mit Leidenssymptomen darauf, wenn ihre grosse Menge direkt oder indirekt umfangreichere Functionsstörungen in den Geweben verursacht.

Ein Maulbeerstein aus Kalkoxalat mit seinen warzigen, harten Auswüchsen kann, wenn er frei in der Harnblase umherrollt, Blasenkatarrh, Blutungen u. a. m. veranlassen, aber Raphiden an sich können Gewebe nicht reizen, selbst wenn sie zu tausenden von Bündeln nicht nur eingekeilt im Gewebe sassen, sondern sich sogar darin frei bewegen könnten. Ihre Masse ist hierzu zu klein. Sie sind schon zu klein, um Schmerzäusserungen leichteren Grades zu veranlassen, geschweige denn Entzündung, Schwellung oder gar Blasenbildung. Nichts beweist besser diese ihre Unfähigkeit, als dass sie in den angeführten Genussmitteln ohne jeglichen Schaden aufgenommen werden.

Stahl¹⁾ führte für seine Ansicht über die Raphidenwirkung noch einen Beweis an, nämlich, dass der von *Arum maculatum* L. erzeugte Schmerz auf die Berührungsstelle beschränkt bleibt. Dies wäre eben auf die Einbohrung der Nadeln und nicht auf ein im Saft etwa gelöstes Gift zurückzuführen.

Dass dieser Beweis hinfällig ist, kann durch die rein örtliche Wirkung vieler Gifte dargethan werden. Es genüge als Beispiel *Russula emetica* Schaeff. Nicht nur das von mir dargestellte wirksame Prinzip derselben, sondern schon die Lamellen wirken so umschrieben an der Zunge brennend und beissend, ohne dass sich Entzündung wahrnehmen lässt, dass jeder andere, nicht mit dem Gifte in Berührung gekommene Zungentheil absolut von Empfindungsstörungen frei bleibt.

5. Die toxikologische Stellung der Raphiden.

Die Lösung der Frage, ob und inwieweit die Raphiden als Schädiger für Thiere und Menschen gelten können, muss an die Beobachtung des verschiedenartigen Verhaltens Raphiden führenden Pflanzen gegenüber jenen Lebewesen anknüpfen. Es kann nicht die Grösse und die Zahl dieser Krystallnadeln allein maassgebend sein für Wirkung oder Nichtwirkung, oder für die Bereitwilligkeit oder Möglichkeit des Verzehens der Pflanzen, in denen sie vorkommen. Aus eigener Anschauung weiss ich, dass ungeschädliche raphidenführende Pflanzen reich an so grossen Raphi-

¹⁾ Stahl, l. c. S. 641.

denbündeln sein können, dass ich ihre Unschädlichkeit nicht in kleinen Grössendifferenzen gegenüber den Raphiden mancher stark giftigen Gewächse zu suchen vermag. Vollends lassen sich auch unter den ungeniessbaren Raphidenpflanzen mit enorm zahlreichen, starken und langen Nadeln Wirkungsunterschiede z. B. an der menschlichen Haut oder an Schleimhäuten wahrnehmen, durch welche die Zweifel an der Schädlichkeit der Raphiden an sich erhöht werden. So wirkt *Arum maculatum* L. an der Haut, besonders aber an der Zunge so viel stärker reizend als *Scilla maritima* L., obschon Unterschiede in ihren Raphiden nicht feststellbar sind, dass hier noch andere Umstände als wesentlich für die Wirkungsunterschiede in Frage kommen müssen.

Nach meinen Versuchen und unter Berücksichtigung des über diese Frage bereits vorhandenen Materials kann ich in den Raphiden nur Gebilde sehen, deren eventuelles Eindringen in die thierischen Gewebe an sich absolut belanglos ist, die aber, wenn sie in giftigen Pflanzen vorkommen und ihnen Gelegenheit gegeben ist, Gift zu empfangen, als Instrumente für Giftübertragung in diejenigen Gewebe hinein dienen können, mit denen sie in eine für diesen Zweck erforderliche, direkte und innige Berührung kommen.

Die Bedeutung, die ich den Raphiden in Giftpflanzen beilege, ist aber keine wesentliche, sondern eine beiläufige und untergeordnete. Sie haben keine Beziehung zu den allgemeinen Giftwirkungen einer Pflanze, in denen sie vorkommen, sondern ihre Wirkung stellt sich ausschliesslich als eine unwichtige, durch die Giftbenetzung erzeugbare, örtliche Empfindungsstörung dar, während die örtlichen Entzündungen durch das Pflanzengift an sich bedingt werden.

In dem Folgenden will ich versuchen, Unterlagen zur Begründung meiner Auffassung über diese Stellung der Raphiden zu geben, soweit sie nicht schon in dem vorher Ausgeführten enthalten sind. Es wird sich dies am besten machen lassen, wenn ich einige Raphidenpflanzen in Bezug auf ihre toxischen Eigenschaften, zum Theil auch nach eigenen Untersuchungen schildere.¹⁾

Aroideae.

Arum maculatum L. Blätter und Knollen des *Arum* sind vorzugsweise giftig. Es ist bekannt genug, dass ein Mensch, der ein Blattstückchen oder die geschabte Knolle desselben auf die Zunge bringt, schmerzhaftes Brennen, auch wohl Schwellung und Blasen an derselben, sowie Schwellung des Schlundes, und nach Verschlucken genügender Mengen: Erbrechen, Pupillenerweiterung, Prostration, Coma, Delirien, auch Krämpfe und Asphyxie event. mit tödtlichem Ausgange bekommen kann. Schnecken, Kaninchen und nach meinen Beobachtungen auch Meerschweinchen versuchen wohl von Arumblättern zu fressen, lassen aber sofort davon wieder ab, und noch eine Zeit lang nach diesem Versuche putzen sich Meerschweinchen die Schnauze als Zeichen dafür, dass sie eine Reizung der Schleimhaut ihres Maulinnern empfinden.

Von dem Saft der Arumblätter giebt Stahl an, dass er keine Brennwirkung erzeugt, während Guy und Ferrier danach Stechen auf der Zunge beobachteten. Englische Untersucher sind der Ansicht, dass alle Giftwirkungen der Pflanze auf die Raphiden zurückzuführen seien.

Demgegenüber kann zuvörderst daran erinnert werden, dass sowohl der Saft als auch das wässerige Extract, ja sogar ein wässriger Aufguss, also raphidenfreie Präparate von *Arum maculatum* L. und anderen Species, örtlich entzündungserregend wirken können. Eine Stute, bei der eine Oberschenkelwunde mit einem Arumaufguss verbunden worden war, bekam, als durch Vermittelung des Schwanzes etwas von dem Verbandmittel an den After und die Vulva gekommen war, Entzündung und Schwellung dieser Theile, neben schweren, zum Tode führenden Vergiftungssymptomen.

Weiter spricht gegen eine wesentliche Betheiligung der Raphiden an den örtlichen oder allgemeinen Vergiftungssymptomen durch *Arum*, die Thatsache, dass die Pflanze durch eine geeignete Behandlung so verändert werden kann, dass sie keinerlei Functionsstörungen im Menschen mehr hervorruft. Diejenigen, die beweisen

wollten, dass die Raphiden theilweise oder ausschliesslich an der Giftwirkung betheiligt seien, behandelten Blattstücke oder die Knollen mit kochender Salzsäure, durch die die Raphiden gelöst werden, und fanden, wie Stahl, dass ein so behandeltes Material z. B. von Schnecken gefressen wird, die sonst die Pflanze scheuen. Aber auch Blattstücke, die mit kochender Essigsäure behandelt worden waren, in der sich die Raphiden nicht lösen, da oxalsaurer Kalk in Essigsäure unlöslich ist, wurden, wenn auch nicht so schnell von Schnecken verzehrt. Daraus folgt mit Nothwendigkeit, dass nicht die Raphiden die Abneigung der Schnecken gegen die Pflanze veranlassen, sondern irgend etwas anderes, das durch die Behandlung derselben mit kochenden Säuren verändert wird. Dies können nur die giftigen, chemischen Bestandtheile des Aron sein, unter denen oben glykosidische Saponine stehen, die bei einer derartigen Behandlung mit Säuren zersetzt werden, und zwar viel vollkommener durch Salzsäure als durch Essigsäure. Ausserdem enthält *Arum maculatum* L. wie *Arum italicum* Mill. nach neuen Untersuchungen ein flüchtiges, dem Coniin ähnliches Alkaloid. Dasselbe bildet zwar ein krystallinisches Chlorhydrat, das aber wahrscheinlich beim starken Kochen wieder zerlegt wird.

Wären die Raphiden allein die Ursache auch selbst nur der örtlichen Giftwirkung der Pflanze, dann würden ferner ihre Knollen auf andere Weise nicht so vollkommen entgiftet werden können, wie dies seit Jahrhunderten bekannt und thatsächlich möglich ist, d. h. dass Menschen deren Mehl geniessen können. Aus eigener Erfahrung kann ich sagen, dass das Mehl dreimal gekochter Arumknollen keinerlei Entzündung auf der Zunge erregt. Die Prozesse, die dies bewirken, d. h. Macerirung in Wasser, Trocknen, Dörren oder mehrfaches Sieden verändern aber erkennbar nicht die Raphiden, wie ich selbst oft genug constatirte. Warden und Peddler meinten, dass das getrocknete *Arum* deswegen unwirksam sei, weil die Nadeln sich aneinanderlegten und daher die einzelnen weniger stechen könnten als sonst, während Christison die Nadeln durch Kochhitze sich verbiegen und deswegen stechunfähig werden lässt. Beides sind nicht zu beweisende Annahmen.

Demgegenüber kann ich anführen, dass eine andere giftige, Saponin enthaltende Pflanze, nämlich *Agrostemma Githago* L., die Kornrade, nach Kobert ungiftig wird, wenn man den Mehlkern durch Schroten von Schale und Embryo trennt, diese aber röstet. Demnach kann auch die Saponin- und Alkaloid haltende Arumwurzel auf rein chemischem Wege durch die angeführten Prozesse entgiftet werden, und die etwa veränderten Raphiden brauchen nicht herangezogen zu werden. Wenn das Gift verändert wird, dann kommen für die örtliche Wirkung die Raphiden auch nicht mehr als partielle Giftübertrager in Betracht.

Auch längeres Kochen des Blüthenschafes macht denselben geniessbar, während er ohne diese Behandlung Reizung und Schwellung im Munde erzeugt.

In Versuchen von Stahl dagegen konnten durch Kochen mit Wasser oder Trocknen, oder Kochen mit absolutem Alkohol nur eine Verminderung der Reizwirkung von Arumtheilen erhalten werden, die er von einem, durch die genannten Einwirkungen veranlassten Nicht- oder weniger leichtem Austreten der Raphidenbündel aus ihren Behältern, und von einer Ausschaltung des für die Wirkung der Raphiden nothwendigen, sie umhüllenden Schleimes ableitete.

Wie gross die Abnahme der örtlichen Wirkung an Schleimhäuten durch die von Stahl vorgenommene Behandlung der Arumtheile war, lässt sich aus dem Mitgetheilten nicht erschliessen. Die tausendfältigen Erfahrungen über die Möglichkeit der Entgiftung von *Arum maculatum* L. in jedem Sinne — meine winzigen nicht gerechnet — müssen bis auf weiteres schwerer wiegen als die gegentheiligen. Wenn nach dem Kochen oder Trocknen Arumtheile noch örtliche Wirkungen äussern, dann ist es sicherer anzunehmen, dass noch Gift vorhanden ist, als dass die Nadeln, die ebenso spitz aussehen wie zuvor, keine Stechfähigkeit oder Stechgelegenheit haben.

Wie *Arum maculatum* L. verhalten sich auch manche andere Arumarten, z. B. *Arum italicum* Mill. und eine nicht näher gekannte Art aus Surinam (Punkin), deren ausgepresster Saft zu 0,6 g einen Hund in einer Viertelstunde tödtet, die aber durch Abkochen oder Trocknen an der Sonne so vollkommen entgiftet werden kann, dass sie essbar wird.

Alocasia indica Schott und *Alocasia fornicata* Schott,

¹⁾ Der Güte des Herrn Garteninspectors Lindemuth verdanke ich eine Reihe von Versuchspflanzen, z. B. *Cypripedium*, *Liparis*, *Maxillaria* u. a. m.

besitzen starke Reizwirkungen für die Mundtheile und sind auch allgemein giftig. Beide Pflanzen werden in Indien durch Auskochen entgiftet und gegessen. Die letztere wird mit vegetabilischen Säuren, Tamarinden etc. gekocht, die die Krystalle von Calciumoxalat nicht lösen.

Colocasia antiquorum Schott, *Colocasia macrorrhiza* Schott u. a. m. mit Ausnahme von *Colocasia virosa* Kunth, werden in ausgedehntem Maasse nach der Entgiftung als Nahrungsmittel gebraucht. Das Gift der Wurzelknollen von *Colocasia macrorrhiza* Schott, schwindet durch einfaches Trocknen oder Erwärmen.

Amorphophallus campanulatus Bl. Die Knollen der wilden Pflanze sind an Raphiden reich und besitzen in frischem Zustande einen scharfen, giftigen, die Mundschleimhaut reizenden Saft. Gewässert und wie Kartoffel, auch mit Tamarinden, also einem Pflanzensäure enthaltenden Material, gekocht, liefern sie jedoch ein vorzügliches, in Indien verbreitetes Nahrungsmittel. Schon das Wässern allein beseitigt zum grössten Theil die scharfe Wirkung. Die Cultivirung der Pflanze reducirt ihre giftigen Eigenschaften auf ein Minimum. Knollen und Samen der wilden Pflanze enthalten ein reizendes Prinzip und finden äusserlich arzneilich als Hautreizmittel Verwendung.

Amorphophallus Prainii Hook. fil. Das durch Digestion hergestellte Extract dieser Pflanze,¹⁾ die auf Malakka als Zusatz zu Pfeilgiften benutzt wird, besitzt nach meinen Untersuchungen örtlich entzündungserregende Eigenschaften.

Pythonium Wallichianum Kunth. (*Thomsonia napalensis* Wall.) Die Blütenstengel sind reich an Raphiden. Durch Kochen mit Wasser und etwas Salz werden sie ihrer Schärfe beraubt. Sie werden in Indien viel gegessen, indem man sie mit *Garuga pinnata* Roxb. oder *Averrhoa Bilimbi* L. zu Curry verarbeitet.

Calla palustris L. Ebenso scharf wie *Arum maculatum* L. ist der Geschmack des Raphiden führenden Sumpfschweinekrautes, und doch geht die Schärfe der Blätter und der Knollen beim Trocknen vollständig verloren.

Die voranstehenden Beispiele zeigen, dass eine Beseitigung der Giftwirkungen der Aroideen unter anderem auch im Munde, durch eine geeignete Behandlung, welche allem Anscheine nach die Raphiden nicht vermindert, herbeigeführt werden kann.

Nun giebt es aber auch Aroideen, deren örtliche Wirkungen so heftig sind, dass man nicht einmal wie bei anderen, den Raphiden, trotz ihres Vorhandenseins, noch die etwaige Nebenrolle als Giftüberträger zuzuschreiben braucht. Hierher gehört vor allem *Dieffenbachia Seguine* Schott, deren Saft an der Haut nicht nur Brennen, sondern auch eine roseartige Entzündung veranlasst. Ebenso wirken *Caladium bicolor* Vent. und *Caladium arborescens* Vent.

Liliaceae.

Scilla maritima L. Die Meerzwiebel ist reich an grossen, kräftigen Raphiden. Auf sie allein hat man die örtlichen Wirkungen der Pflanze zurückführen wollen, da Extracte derselben keine örtlichen Reizwirkungen besitzen.

Einer solchen Annahme stellen sich mancherlei Schwierigkeiten entgegen, von denen ich einige schon in dem Vorstehenden beleuchtet habe. Auf dem Wege des Versuches liessen sich noch andere Gegenstände auffinden.

Versuche. Kaninchen und Meerschweinchen konnte ich weder dazu bringen, frische, noch auch sehr lange Zeit in Wasser gekochte rothe Scilla zu fressen. Kaninchen machen nicht einmal, im Gegensatz zu Meerschweinchen, den Versuch des Fressens, so dass es den Anschein erweckt, als würden sie durch ihr Geruchsorgan am Einbeissen verhindert.

Dagegen ist es bekannt, dass Ratten Scilla fressen, wenn ihnen gleichzeitig Fett und Speck als Lockmittel geboten werden, und durch die wirksamen Bestandtheile der Pflanze, die Herzgifte darstellen, verenden. Es lässt sich hier mit voller Sicherheit eine auch nur geringfügige Betheiligung der Raphiden im Gegensatz zu Stahl ausschliessen, da auch Scillaextracte Ratten tödten.

Dass auch gekochte Scilla von den erstgenannten Thieren nicht gefressen wird, wird leicht erklärlich, wenn man an solchen

Stücken kaut. Sie schmecken trotz der Behandlung noch so bitter, dass das Thier sicherlich dadurch vom Fressen abgehalten wird.

Der Versuch am Menschen liefert aber noch andere Ergebnisse. Reibt man einen frischen Schnitt der Schale einer rothen Scilla in die Zungenspitze ein, so empfindet man nur einen bitteren Geschmack, kaut man ein Stückchen davon, so wird ein kaum nennenswerthes Prickeln empfunden. Eine so frische Schnittfläche, wie sie ohne jede Folge energisch auf die Zunge gerieben wurde, leise auf ein Objectglas gedrückt, lässt grosse Raphiden erkennen. Es ist nicht abzusehen, weshalb diese nicht in die Zunge eindringen und, entsprechend der Annahme ihrer Giftwirkung, Symptome erzeugen sollten, da doch unter ähnlichen Verhältnissen *Arum maculatum* L. und *Calla palustris* L. unangenehm wirken. Die Vermuthung liegt nahe, dass die beobachteten Unterschiede in der Verschiedenartigkeit der giftigen Bestandtheile dieser Pflanzen liegen. Von einer Toleranz des Menschen gegen Raphiden als solche kann keine Rede sein, da er ja durch Genuss von Ananas garnicht, von Scilla wenig und von *Arum maculatum* sehr an der Zunge gereizt wird.

Erweist sich so die Reizwirkung der frischen Scilla an der Zunge als geringfügig, so ist sie an der äusseren Haut bei geeigneter Einwirkung um so bemerkenswerther.

Reibt man eine frische Schnittfläche derselben auf den Handrücken oder besser noch zwischen die Finger ein, so entstehen durchschnittlich nach drei bis sechs Minuten ohne sichtbare Hautveränderung — wenigstens trat bei mir in vielen Versuchen nie Hautröthe oder gar Blasenbildung ein — Prickeln, Stechen und Brennen, die verschieden lange, bis zu $\frac{3}{4}$ Stunden, anhalten und zu häufigem Kratzen Veranlassung geben. Betupfen mit absolutem Alkohol oder Chloroform, oder Behandeln mit warmem Wasser lassen die abnormen Empfindungen für kurze Zeit schwinden, heben sie aber nicht auf. Wenn allein die Raphiden die Ursache der Empfindungsstörungen darstellten, dann könnte man hoffen, durch energische Behandlung mit Salzsäure oder Salpetersäure die Raphiden und mit ihnen die Wirkung aufzuheben. Ich habe zu wiederholten Malen die juckenden Stellen mit einer reinen Salzsäure vom specifischen Gewicht 1:12 oder einer concentrirten Salpetersäurelösung (Salpetersäure vom specifischen Gewicht 1:4 zur Hälfte mit Wasser verdünnt) energisch eingerieben, die Säuren ein bis zwei Minuten darauf belassen und dann abgewaschen, ohne eine Aenderung dadurch herbeizuführen. Dass eine so concentrirte Salzsäure tief genug eindringt, um eventuell eingespiessete Raphiden zu lösen, ist fraglos, und wenn sie gelöst worden sind, dann konnte nur das in die Haut eingedrungene Gift der Scilla das Brennen veranlassen.

Es musste nun die Einwirkung des heissen Wassers als Extractionsmittel für ein solches Gift, in analoger Weise wie ich dies in einigen Versuchen mit *Arum maculatum* L. vorgenommen hatte, festgestellt werden.

Frische Scillastücke, die acht Minuten in kochendem Wasser gelegen hatten, wurden energisch in die Haut eingerieben. Keinerlei Empfindungsstörung trat danach auf. Die so vergeblich eingeriebene Schnittfläche des Zwiebelstücks wurde auf ein Objectglas leicht aufgedrückt, und normal zugespitzte, kräftige Raphiden liessen sich sehen. Lässt man länger kochen, so ist der negative Erfolg der gleiche. Man sieht an solchen nicht wirkenden Flächen mikroskopisch neben Bündeln von Raphiden noch einzelne aus dem Zellenverbände ausgetretene grosse Krystalle und zerbrochene. Aber auch an nicht gekochten Stücken kann man in Schabepreparaten solche Fragmente sehen.

Legt man an solchen der Kochhitze ausgesetzt gewesenen Scillastücken frische Schnitte an und reibt diese auf die Haut ein, so entsteht Brennen, nicht so stark wie an unbehandelten Stücken und nur sehr kurze Zeit anhaltend.

Das Ergebniss dieses Versuches kann nicht so gedeutet werden, dass die Raphiden im Inneren des gekochten Stückes wirkungsvoll geblieben seien, im Gegensatz zu den an den Kochhitze direkt ausgesetzt gewesenen Flächen, weil sich mikroskopisch eben keine Veränderung nachweisen lässt. Nur ein einziger Unterschied ist festzustellen: Der Schleim ist an der freien Fläche nicht mehr vorhanden, während er, trotz des Kochens, an frischen Schnittflächen des gekochten Stückes wahrnehmbar ist. Stahl sprach die Vermuthung aus, dass eben dieser Schleim gewissermaassen eine Geleitleitung für die Raphiden bei ihrem Eindringen in die Gewebe spiele, und dass mit seinem Fortfallen die Krystalle sich nicht mehr einbohren könnten.

¹⁾ Sie wurde von Herrn A. Engler nach Exemplaren bestimmt, die ich der Generalverwaltung des Königlichen Museums für Völkerkunde, und speziell meinem Freunde, Herrn Professor Grünwedel, verdanke.

Es widerspricht diese Annahme aber allen bisherigen medizinischen Vorstellungen. Wollen wir ein örtlich reizendes Medikament einem Menschen so einführen, dass die Reizwirkung möglichst vermieden wird, so geben wir es in einem schleimigen Vehikel, gleichgiltig an welcher Körperstelle es zur Anwendung kommen soll. Der gewünschte Erfolg bleibt bei dieser Art des Vorgehens auch nie aus.

Es bleiben somit für die Erklärung des vorgenannten Versuches nur zwei Möglichkeiten übrig, nämlich dass entweder der fadenziehende Schleim giftig ist, oder dass er die Gifte im Inneren des Pflanzengewebes schützt. Die erstere würde durch einen Versuch von Stahl widerlegt werden können, der angiebt, dass der gut filtrirte schleimige Saft keine örtlichen Wirkungen erzeugt. Somit bleibt nur die zweite übrig, die ich für mehr als hypothetisch halte. Der Schutz muss sich natürlich dadurch vermindern, dass die Kochhitze auch den Schleim beeinflusst — daher die geringere örtliche Reizwirkung. Die letztere kommt aber zu Stande, weil noch immer unverändertes Gift vorhanden ist, das beim Einreiben in die Haut unter Mitbetheiligung der Raphiden übertragen werden kann.

Ja, man könnte sogar versucht sein, für die örtliche Wirkung der Scilla die Raphiden nicht einmal als mitbetheiligt anzusehen. Legt man an einem Stück Scilla einen frischen Schnitt an und bindet dieses Stück auf den Vorderarm, so entstehen nach ca. 30 Minuten die gleichen Empfindungsstörungen, als wäre die Schnittfläche energisch auf die Haut verrieben worden. Ja, noch mehr! Wenn man den unfiltrirten Scillasaft auspresst und ihn auf den Handrücken aufstreicht, so entstehen auch Empfindungsstörungen. Man kann sich nicht ohne Zwang vorstellen, dass schon das Aufbinden allein, oder gar das Aufbringen des Saftes die Raphiden in die Haut sich einbohren lässt, zumal schon aus früherer Zeit angegeben wird, dass die zerquetschte, auf die Haut gebrachte Masse sogar Blasen erzeugen könne, man früher eine Salbe aus Scilla zur Beseitigung von Warzen gebrauchte, und der Meerzwiebel-Sauerhonig durch Magenreizung zu einem Brechmittel wird, obschon in ihm keine Raphiden enthalten sind.

Eine letzte Versuchsreihe wurde mit Scillastücken angestellt, die bis zu einer Stunde in einer verdünnten Salpetersäure lagen, die oxalsäuren Kalk leicht löste. Die Stücke wurden gut mit Wasser abgespült und sieben Tage lang in Wasser liegen gelassen. Die Schnittfläche liess keine Raphiden mikroskopisch erkennen. Das auch noch so energische Einreiben in die Haut rief keine abnorme Empfindung hervor. Frische Schnitte an solchen Stücken zeigten normale Raphidenbündel, verursachten aber ebensowenig, in die Haut eingerieben, Prickeln oder Brennen. Ein besserer Beweis gegen die Theorie von der örtlichen Wirkung der Raphiden ist nicht zu erbringen. Gerade dieser Versuch lehrt, dass wenn durch lange Maceration das Gift ausgelaugt ist, die Raphiden wirkungslos sind. Das verschiedene Verhalten der Gifte in den einzelnen Raphidenpflanzen gegenüber der Wässerung oder der Kochhitze hängt natürlich von ihren speziellen Eigenschaften ab. Wollte man einwenden, dass die Raphiden durch das lange Wässern nicht mehr steif genug zum Stechen sind, so ist dem entgegen zu halten, dass sie ja auch in dem Pflanzengewebe feucht liegen.

Es lag nun noch eine experimentelle Möglichkeit vor, meine Anschauung von der Rolle der Raphiden als helfende Giftüberträger zu stützen. Ich legte Stücke von Scilla in Chloroform, von dem es ja bekannt ist, dass es, in die menschlichen Gewebe eingebracht, schwere Reizungen erzeugt. Nach 10—30 Stunden nahm ich die Stücke heraus und rieb damit Hautstellen an der Hand und dem Vorderarm ein. Da ich aus zahlreichen Selbstversuchen die Stärke der Empfindungsstörung unveränderter Scilla kannte, so war die Möglichkeit eines Vergleiches mit der Wirkung dieser von Chloroform durchtränkten Scilla gegeben. Der Unterschied ist so beträchtlich, dass man nach ihm zu suchen nicht nöthig hat. Er drängt sich durch das heftige, anhaltende Brennen an der Einreibungsstelle auf. Natürlich lässt sich ausschliessen, dass das Chloroform, für sich allein auf die Haut gebracht, analog wirkt. Die trotz der schnellen Verdunstung desselben nach Anwendung grösserer Mengen auftretende sensible Hautreizung trägt einen ganz anderen Charakter und hält nur wenige Minuten an. Die Wirkung der chloroformhaltigen Scilla lässt sich so erklären, dass die Raphiden auch das Chloroform verimpft und die dadurch in die Haut gelangten winzigen Mengen in der typischen Weise als Protoplasmagift gewirkt haben. Freilich könnte man auch an-

nehmen, dass in diesem Falle das Chloroform den Giften der Scilla den Weg in die Haut gebahnt habe — eine Rolle, die das Chloroform auch bei anderen Stoffen spielen kann. Eine solche Annahme würde die Raphiden jeder Bedeutung entkleiden.

Der analoge, mit Benzol-Scilla angestellte Versuch ergab das gleiche Resultat, d. h. der Schmerz war stärker als nach Einreibung der natürlichen Scilla, aber schwächer als nach den Chloroformstücken.

(Schluss folgt.)