

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik

Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

VIII. Band.

15. Oktober 1888.

Nr. 16.

Inhalt: **Ludwig**, Ueber weitere pflanzenbiologische Untersuchungen. Schutzmittel der Pflanzen. — **Brock**, Einige ältere Autoren über die Vererbung erworbener Eigenschaften. — **Quincke**, Ueber Protoplasmabewegung. — **Zuntz**, Zur Physiologie der Atmung.

Ueber weitere pflanzenbiologische Untersuchungen.

Von Prof. Dr. **F. Ludwig**.

Schutzmittel der Pflanzen.

Literatur:

Ernst Stahl, Pflanzen und Schnecken. Eine biologische Studie über die Schutzmittel der Pflanzen gegen Schneckenfraß. Jenaische Zeitschrift f. Nat. u. Med. Bd. XXII. N. F. XV. Jena 1888. Sonderabdruck. 126 Seiten.

Federico Delpino, Funzione mirmecofila nel regno vegetale. Prodomo d'una monografia delle piante formicarie. Parte seconda. Bologna 1888. Estratto dalla Ser. IV. Tom. VIII delle Memorie della Reale Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna e letta nella lezione del 18 Aprile 1886. p. 602—650.

Unter den pflanzenbiologischen Untersuchungen der neuesten Zeit beanspruchen die Experimentalversuche von Stahl über die Schutzmittel der Pflanzen gegen omnivore niedere Tiere, vor allen gegen die Schnecken, ein ganz hervorragendes Interesse durch ihre merkwürdigen und für die gesamte Schutzmittellehre wichtigen Ergebnisse, welche der genannte Verf. in einer dem Andenken A. de Bary's gewidmeten Abhandlung niedergelegt hat. Die zur Abwehr gegen die Angriffe höherer Tiere (Nager, Wiederkäuer etc.) dienenden Schutzwaffen, wie Stacheln, Dornen, Gifte, unangenehm riechende oder schmeckende Stoffe, sind von jeher in ihrer Bedeutung für die Erhaltung der damit versehenen Pflanzen erkannt worden; doch ist man bisher wie es scheint vielfach geneigt gewesen, diese Anpassungen wenigstens bei unserer mitteleuropäischen Flora als Ausnahmen gegenüber den zahlreichen ungeschützten Pflanzen zu be-

trachten. Verf. hat jedoch gefunden, dass von allen Pflanzen auch die scheinbar wehrlosesten Schutzmittel gegen die Angriffe gewisser Tiere haben, vermöge deren unsere einheimischen Pflanzen den Ansprüchen der einheimischen Tierwelt derartig gewachsen sind, dass sie die von ihr erlittenen Verluste zu ersetzen vermögen. Wer das nicht konnte oder kann, war und ist dem Untergang geweiht. [Unsere Futterpflanzen würden in den afrikanischen Steppen der Tierwelt erliegen, wie umgekehrt die Versetzung einer gefährlichen Tierart in eine früher sie nicht beherbergende Gegend einen vernichtenden Einfluss auf die Pflanzenwelt ausüben muss; man denke an den vernichtenden Einfluss der Ziegen (auf St. Helena) und der Kaninchen auf gewissen Eilanden. Gewächse wie die mildsaftige *Euphorbia balsamifera*, die saftigen rosettentragenden *Echium*-Arten u. a. eigentümliche Bewohner der kanarischen Inseln hätten sich auf dem benachbarten tierreichen afrikanischen Kontinent nicht entfalten können, selbst wenn sie dort die passenden klimatischen Bedingungen gefunden hätten.] Die meisten dieser Schutzmittel, welche durch fortgesetzte Auslese und gegenseitige Anpassungen zwischen Tier und Pflanze von letzterer erworben worden sind, gewähren jedoch keinen absoluten, sondern nur einen relativen Schutz, und es dürfte kaum eine Pflanze geben, welche der Tierwelt nicht ihren Tribut zu zahlen hätte. Selbst die am meisten geschützten Pflanzen (Giftpflanzen etc.) haben ihre Feinde, die sich zum Teil grade den gegen andere Tiere erworbenen Schutzmitteln angepasst, in ihnen eine Lebensbedingung gewonnen haben (Contre-Adaption Errera's). Stahl nennt solche Tiere passend Spezialisten.

Die Spezialisten, gegen welche die Schutzmittel gegen omnivore Tiere wirkungslos bleiben, sind stets auf eine geringe Anzahl von Pflanzen angewiesen. Ihre Verwüstungen führen selten zur Vernichtung der Nährpflanze. Eine Vernichtung der Nährpflanze würde gleichzeitig die der Tierspecies zur Folge haben, in solchen Fällen erfolgt stets eine Selbstregulierung. Das Auftreten derselben ist ein sporadisches, massenhaftes, die Zeit ihres Verheerungswerkes ist eine kurze und häufig fällt sie in den Frühling, so dass ein teilweise neuer Ersatz möglich ist. — Stahl hat seine Untersuchungen daher hauptsächlich auf die Schutzmittel gegen omnivore niedere Tiere und zwar, da er ausschließlich mechanische und chemische Schutzmittel in betracht gezogen hat, vorwiegend auf die Schnecken erstreckt, die bei der Ausgestaltung der heutigen Pflanzenwelt einen bedeutungsvollen Faktor gebildet haben. Den meisten Insekten thun meist weder mechanische noch chemische Schutzmittel (nur andere Tiere) Einhalt, und die von ihnen allein in betracht kommenden in größerer Zahl auftretenden omnivoren Arten, z. B. die Henschrecken, mit denen Stahl gleichfalls experimentierte, schienen eine ähnliche Geschmaeksrichtung etc. wie die Schnecken zu haben.

Von den vorwiegend verwendeten Schnecken sind Spezialisten, die hauptsächlich von Pilzen (auch *Amanita muscaria* und *A. phalloides*) leben: *Limax maximus*, *L. cereus*, *L. subfuscus*, omnivor: *Arion empiricorum*, *A. hortensis*, *A. subfuscus*, *Limax agrestis*, *Helix pomatia*, *H. hortensis*, *H. nemoralis*, *H. arbustorum*, *H. fruticum*.

Die zum Versuch verwendeten Schnecken erwiesen sich stets als hungrig, was Stahl daraus erklärt, dass sie — wegen der Schutzrichtungen der Pflanzen — wenig zusagende Nahrung finden. Während alle Schnecken in der Gefangenschaft mit besonderer Vorliebe frische (der Schutzmittel beraubte) Pflanzenteile fressen, nähren sich *Helix hortensis*, *H. fruticum*, *H. arbustorum* im freien hauptsächlich von abgestorbenen Pflanzenteilen, nur hie und da von einem frischen Blättchen. *H. pomatia* verzehrt fast ausschließlich lebende Pflanzenteile wie *Achillea millefolium*, *Galium Aparine*, *Urtica dioica*, *Chaerophyllum temulum*, und noch gefährlichere Pflanzenfeinde sind *Limax agrestis* und *Arion empiricorum*, die aber gleichfalls im freien nur dürftig zusagende Nahrung finden, während sie in der Gefangenschaft bei zuzugender Nahrung (besonders an süßen Pflanzenteilen) eine außerordentliche Gefräßigkeit zeigen.

Einleitende Versuche ergaben zunächst, dass in vielen Fällen Pflanzenteile, die verschmät oder nur ungerne gefressen wurden, gierig verzehrt wurden, nachdem sie durch Alkohol ausgelaugt und nach dem Eintrocknen in Wasser wieder aufgequell wurden. Sie mussten Säfte enthalten, die den Schnecken unangenehm waren. Wurden solche Pflanzen ausgequetscht, so konnten durch den Saft auch sonst beliebte Nahrungsmittel ungenießbar gemacht werden, ja die bloße Berührung des Schneckenkörpers, der gegen Beträufelung mit Wasser unempfindlich war, verursachte unangenehme Empfindung und trieb die Schnecken in die Flucht. Im Gegensatz zu den Teilen dieser chemisch geschützten Pflanzen wurden andere, wie die der Asperifolien, Gräser, Campanulaceen, Laubmoose im ausgelaugten Zustand ebenso wenig gefressen wie im frischen, oder frische Teile wurden vorgezogen — solche Pflanzenteile erwiesen sich dann immer als mechanisch geschützt. Der Lieblingsgeschmack der Schnecken ist der der Zuckerarten, dem entsprechend sind alle zuckerreichen Pflanzen mit besonders energischen chemischen oder mechanischen Schutzmitteln ausgestattet.

Die Methode der Auslaugung gibt hiernach Aufschluss, ob eine Pflanze chemisch geschützt ist oder nicht. Weitere Untersuchungen ergaben nun mit großer Bestimmtheit, welche Stoffe — die zum Teil zu anderem Zwecke in der Pflanze gebildet sein können — durch fortgesetzte Auslese zum Schutz gegen Schnecken herangezogen worden sind. Zu ihnen gehört in erster Linie die Gerbsäure. Ohne sie würden zahlreiche Pflanzenarten und ganze Familien nicht existenzfähig sein. Gerbsäure

wird auch von den meisten pflanzenfressenden Säugetieren verschmäht; nur bei Nahrungsmangel werden gerbsäurehaltige Rinden etc. abgeschält. Gegen geringe Quantitäten von Gerbsäure, wie sie sich bei unsern Futterkräutern, den Papilionaceen, finden, sind jedoch Nagetiere und Wiederkäuer unempfindlich. Dagegen genügen solch relativ kleine Mengen, um die Pflanze gegen Schnecken zu schützen. Bei Bestreichen mit einprozentiger Tanninlösung blieb selbst die Lieblingsspeise *Daucus Carota* von *Limax agrestis* von dieser trotz Aushungerung intakt; eine Berührung des Körpers mit 1%-Tanninlösung verjagt die Tiere und $\frac{1}{4}\%$ beunruhigt sie, während dies reines Wasser nicht thut. Dem entsprechend werden alle Kleearten von den Schnecken nur wenig geschädigt. Die Blätter und Stengel von *Trifolium*, *Medicago sativa*, *Coronilla*, *Poterium Sanguisorba*, *Fragaria* u. a. Rosafloren, Saxifrageen, *Sedum*, *Sempervivum*, von den meisten Bäumen und Sträuchern und Farnen wurden frisch wenig oder gar nicht von den ausgehungerten Schnecken angegriffen; erst Auslaugen machte sie zum Teil genießbar, oft wurden sie erst gern genossen, wenn sie durch Kalibromat ihrer Gerbsäure beraubt waren. Auch die Wasserschnecken sind gegen Gerbsäure empfindlich und verschmähen die gerbstoffreichen Wasserpflanzen wie *Potamogeton*, *Hippuris*, *Hydrocharis*, *Trapa* etc. Häufig ist der Gerbstoff zum Schutz gegen Schnecken in den äußern Zellen oder in besonders (Schutz-) Haaren abgelagert. So dürften die eigentümlichen Haargebilde zwischen den Endstacheln der Blattgebilde von *Ceratophyllum* (die Referent im „Kosmos“ V 1881 S. 7 ff. beschrieben und abgebildet hat), welche Gerbstoffbehälter sind, ein Schutzorgan sein. Die Frage, ob etwa der rote Farbstoff in gerbstoffführenden Zellen junger Triebe, Blätter, der Antheren windblütiger Pflanzen etc., wie auch die Fleckenzeichnung an Blätter bei *Arum*, *Orchis*, *Phyteuma*, *Polygonum*, *Sempervivum* etc. eine Schutzfärbung sei, lässt Stahl unbeantwortet. — Wie Gerbsäure so wirken saure Säfte und Kaliumbioxalat als Schutzmittel gegen Schnecken; *Rumex*, *Oxalis*, *Begonia* werden nicht gefressen. Mohrrübenscheiben, mit verschiedenen Lösungen von Sauerkleesalz bestrichen, werden von den ausgehungerten Schnecken schließlich in der umgekehrten Reihenfolge des Sauerkleegehaltes verzehrt. Bespritzung mit 1%-Lösung treibt die Schnecken eilig zur Flucht. — Ein eigentümliches Schutzmittel bilden Haare mit saurem Exkret. Bei den Onagraceen (*Oenothera grandiflora*, *O. tetraptera* etc., *Gaura*, *Epilobium hirsutum*, *Circaea lutetiana* etc.) bei Papilionaceen (*Cicer arietinum*) geht die Säureausscheidung von einzelligen, zylindrischen Haaren aus, die am Ende große Tropfen der Flüssigkeit tragen. Durch Wasser abgespült werden diese Tröpfchen bald von neuem gebildet. Ihre Anwesenheit lässt sich schon durch Belecken der Stengel oder Abdrücken auf Lakmuspapier erkennen. Die Versuchs-Schnecken zogen ihre Fühler von diesen Tröpfchen rasch zurück ohne Fressversuche, fraßen

aber die Zweige, deren Tröpfchen durch Wasser abgespült waren. — Aetherische Oele mit ihrem penetranten Geruch und scharf brennenden Geschmack bilden ein weiteres verbreitetes Schutzmittel (*Ruta*, *Acorus* etc.). Das Sekret der Drüsenhaare von *Geranium Robertianum*, von *Dictamnus Fraxinella*, *Mentha piperita* etc. schreckt die Schnecken schon bei Berührung mit den Tentakeln sofort zurück. Ein Strich mit dem drüsigen Stengel auf eine Glasplatte hat die gleiche Wirkung. Bitterstoffe wirken ähnlich. Pflanzen mit solchen, wie *Gentiana lutea*, *Menyanthes*, *Polygala* etc. wurden von ausgehungerten Schnecken frisch nur sehr ungerne gefressen, gern dagegen nach Auslaugung mit Alkohol. Dass auch die bitteren Exkrete hauptsächlich mit durch Landschnecken gezüchtet worden sind, darauf deutet die außerordentliche Empfindlichkeit der Schnecken gegen sie hin, die sich bei Berührung des Körpers mit den Bitterstoffen äußert. Das Cnicin der Drüsenhaare von *Carduus benedictus* wirkt im Streifen auf der Glasplatte ähnlich wie das Drüsenexkret von *Geranium Robertianum*. Bei den Lebermoosen, deren Immunität gegen Schnecken häufig wahrgenommen worden ist, stellen die nach Pfeffer's Untersuchungen nicht weiter verwendbare Exkrete bildenden sogenannten Oelkörper die „Schutzkörper“ dar. Viele Lebermoose besitzen einen brennenden pfefferartigen Geschmack. Nur ausgelagte Lebermoose werden gern gefressen. Vermutlich enthalten jene „Schutzkörper“ alle den Schnecken widerliche Substanzen; ihr frühzeitiges Auftreten u. a. spricht dafür. Sie kommen jedenfalls bei der großen Mehrzahl der Lebermoose vor. Stahl hat sie bis jetzt nur bei *Blasia pusilla* und *Anthoceros levis* vermisst, welche die vielbesprochenen *Nostoc*-Kolonien beherbergen. *Nostoc* wird von den Schnecken ganz vermieden; vielleicht bilden die *Nostoc*-Kolonien einen Ersatz für die Oelkörper. —

Die mechanischen Schutzmittel, deren Wirksamkeit gegen Schneckenfraß Stahl experimentell nachgewiesen hat, können 1) das Ankriechen der Tiere erschweren [in dieser Beziehung sind die ganzen Pflanzen im freien noch mehr geschützt, als die zum Versuch verwendeten am Boden liegenden Pflanzenteile], 2) den Angriff durch die Mundteile erschweren oder verhindern und 3) können die angefressenen Gewebe auf rein mechanischem Weg Schmerz in den Weichteilen der Fresswerkzeuge verursachen.

Der Borstenschutz hält im freien die Schnecken von vielen Pflanzen ab. Im ausgehungerten Zustand gehen die Schnecken zwar an die borstigen Stengel etc., sie werden aber am Ankriechen durch die abwärts gerichteten Borsten bedeutend gehindert und können sich nur sehr unbeholfen bewegen. Dies bewiesen Versuche mit *Symphytum officinale* und *Salvinia natans*. Wie eine schwimmende Festung ist diese letztere bewehrt, zunächst mit den ziemlich vergänglichen gerbstoffhaltigen Haaren, dann an den untergetauchten Teilen mit allseitig ausstrahlenden spitzen Borstenhaaren.

Von der Brennessel, welche neben den längern zerstreuten Brennhaaren (Schutz gegen Säugetiere) in sehr großer Anzahl kurze abwärts gerichtete Borstenhaare hat, wurden zerriebene gequetschte Exemplare von Schnecken in wenigen Stunden verzehrt, intakte nicht einmal vollständig in 2—3 Tagen. (Der großen *Helix pomatia* gelang es allein damit fertig zu werden.) Ähnlich wurden *Pulmonaria officinalis*, *Symphytum* etc. im zerquetschten Zustand sehr bald verzehrt, im ungequetschten Zustand schwer oder (von *Helix hortensis*) gar nicht angegriffen. Von Wundstellen aus gelang der Angriff leichter. — Immerhin haben die glatten chemisch geschützten Pflanzen weniger zu leiden, als die mechanisch geschützten.

So wurden bei den Versuchen mit ausgehungerten Schnecken (von dem Standorte ihres Vorkommens) durch *Arion empiricorum* ganz aufgefressen, zuerst *Cirsium*, *Hieracium Pilosella*, *H. silvaticum*; weniger litten *Myosotis Jasione*, *Chaerophyllum* und die drüsige *Senecio*. Ganz verschont wurden die scheinbar wehrlosen Arten von *Veronica*, *Crepis*, *Rumex*, *Valeriana*, *Trientalis*. *Helix arbustorum* var. *alpestris* verschont die glatten Pflanzen *Silene acaulis*, *Gypsophila repens*, *Gentiana campestris*, *Gnaphalium*, während die borstigen von ihr schließlich gefressen werden. *Limax agrestis* verschonte mit Ausnahme von *Anthyllis Vulneraria*, *Senecio doronicoides*, *Cardamine alpina* die glatten Pflanzen des gleichen Standortes: *Leontodon taraxacum*, *Senecio carniolica*, *Chrysanthemum alpinum*, *Gnaphalium Leontopodium*, *Gentiana bavarica*, *G. campestris*, *Silene acaulis*, *Ranunculus glacialis*, *Chamaeorchis alpina*. Auch als die Arten nicht nach dem Standort, sondern nach Familien ausgewählt wurden, hatten die borstigen mehr zu leiden als die chemisch geschützten. So wurden von *Hieracium Pilosella*, *H. silvaticum* die borstigen Blätter gefressen, die glatten von *H. Auricula* nicht, von Umbelliferen wurden die borstigen *Heracleum Sphondylium*, *Pimpinella Saxifraga*, *Chaerophyllum temulum* von den verschiedensten Schnecken rasch gefressen, während die nicht borstigen *Conium maculatum*, *Bupleurum rotundifolium*, *Carum Carvi* viel weniger zu leiden hatten und erst nach Auslaugung mit Alkohol rasch vertilgt wurden. Pflanzenteile, die den Schnecken wegen der glatten Oberfläche und weichen Beschaffenheit zugänglich sind, widerstehen diesen Tieren durch die Beschaffenheit ihrer Säfte; umgekehrt sind die Pflanzen, deren Geschmack den Schnecken zusagt, ihnen durch mechanische Schutzmittel unzugänglich gemacht. (Der Geschmack der Schnecken stimmt mit dem unsern in bezug auf die Zuckerarten überein, ist aber sonst oft ein anderer. So sagt der Geschmack des borstigen *Chaerophyllum temulum* und *Heracleum Sphondylium* den Schnecken zu, während diese auf unserer Zunge einen unangenehmen Geschmack verursachen.) Auch beim Weidevieh ist ähnliches zu beobachten. Die Schafe fressen lieber die spärlichen Blättchen der Dornbüsche (Schlehe, *Ulex* etc.) als die ihrem Geschmack wenig zusagenden mechanisch ungeschützten

Pflanzen. In Algier fand Stahl den stechenden *Juniperus Oxycedrus* durch Schafe und Ziegen abgeschoren, den durchaus unbewehrten *J. phoenicea* verschont. Aehnlich wird in Europa *J. communis* gefressen, *J. Sabina* verschont. —

Manche Pflanzen besitzen jedoch beiderlei Schutzmittel nebeneinander. Welche Strukturverhältnisse machen nun die Borstenhaare besonders zum Schutz gegen Tierfraß geeignet? In vielen Fällen sind es einfach die starren, sich leicht in die Haut einbohrenden Spitzen der Borsten (z. B. der Asperifolien), am vorteilhaftesten sind jedoch die verschieden gestalteten höckerigen Haare, deren Entwicklungsgeschichte kürzlich H. Schenk verfolgt hat, die vermöge ihrer rauhen Oberfläche wie eine Feile wirken (Fingernägeln ritzen) und ähulich wie die mit Widerhaken versehenen Angelborsten der Opuntien in den Weichteilen fest sitzen. Stahl betrachtet diese Feilhaare, die sich innerlich bei *Nymphaea* und *Nuphar*, äußerlich bei Asperifolien, Compositen, Dipsaceen, Campanulaceen, Umbelliferen, Cruciferen, *Deutzia scabra* — verkieselt oder unverkieselt — finden, als Schneckenanpassung. Aehnlich den Feilhaaren wirken rauhe Oberflächen. Hierher gehören die verkieselten Zellmembranstücke in der Mitte der Epidermiszellen von *Campanula persicifolia* etc., welche als vorspringende Pfropfen oder der Epidermis aufgesetzte Zähne erscheinen; Heinricher hatte diese Gebilde als reduzierte Trichome beschrieben. *C. medium* hat Feilborsten und wird lieber als *C. persicifolia* von Schnecken gefressen. Die Würzchen der Moosblätter haben vielleicht ähnliche Bedeutung wie die Heinricher'schen Körper. — Es wird in der Stahl'schen Abhandlung des weitem experimentell erwiesen, dass auch Verkalkung und Verkieselung der Zellhäute zu den wirksamen Mitteln gegen Schneckenfraß gehören. Zuweilen finden sich Kalkeinlagerungen bei den Feilborsten, die daher durch Ausglühen ihre Gestalt und höckerige Oberfläche nicht verlieren. So bei Cruciferen, die erst durch Essigsäure entkalkt werden. Bei *Erysimum cheiranthoides*, *Pastinaca sativa*, *Torilis Anthriscus*, *Chara fragilis* etc. nützt Auslaugung mit Alkohol nichts; erst nach Behandlung mit Essigsäure werden die Pflanzenteile für Schnecken genießbar. Vermutlich bildet auch die Verkalkung der Algen *Scinaia*, *Halimus*, *Acetabularia*, *Corallinum* etc. vorwiegend einen Schutz gegen Schnecken.

Die Verkieselung der Zellhäute, die bei vielen Gräsern des tropischen Afrika so stark ist, dass die Blätter für unsere Haustiere ganz ungenießbar werden, ist bei den einheimischen Gräsern etc. mit wenigen Ausnahmen (*Phragmites*, *Nardus*) eine geringere und erstreckt sich hauptsächlich auf die von Gäntz untersuchten sogenannten Zwergzellen, welche zwischen den relativ schwach verkieselten langen Epidermiszellen gelegen sind. Ohne diese letztern würden viele scheinbar schutzlose Gräser durch Schneckenfraß längst vertilgt worden sein. Die Verkiese-

lung ist nach den Versuchen Stahl's eine *Conditio sine qua non* für die Existenz der Gräser. Bei andern Pflanzen bilden häufig die schon früh vorhandenen Haare, wenn sie nicht selbst verkieselt sind, die Centra der Verkieselung, welche in Form von Scheiben auftritt, welche entweder isoliert bleiben oder zu einem zusammenhängenden Panzer verschmelzen. Dass hier die Kieselsäure das wirksame Schutzmittel gegen Schnecken abgibt, bewiesen u. a. die Parallelversuche mit auf dem Weg der Wasserkultur kieselfrei gezogenen Exemplaren der Versuchspflanzen; letztere wurden gern und gierig verzehrt. Schleime erwiesen sich als Schutzmittel z. B. bei *Tilia ulmifolia*, *Althaea officinalis*, *Valerianella olitoria*, *Symphytum*-Wurzeln etc., wo die üblichen Methoden weder andere mechanische noch durch Alkohol extrahierbare Schutzmittel erkennen ließen. Am auffälligsten war dies bei den Cacteen, wo sich Schleime (bei *Cereus flagelliformis*, *C. giganteus*, *Opuntia vulgaris*) und — bei schleimfreien Arten — widerwärtig schmeckende Stoffe (bei *Echinocereus Williamsii*, *Mammillaria prolifera* etc., welche aber ausgelaugt gefressen werden) als Schutzmittel vertreten. Gallertbildungen dienen gleichfalls als Schneckenschutz und stellen vermutlich häufig Züchtungsprodukte der Schnecken dar, die nicht im stande sind, *Nitella sycaripa*, *Batrachospermum moniliforme*, *Rivularia*, *Nostoc commune*, *Collema granosum* etc. zu verzehren, indem die Zähne der Radula von der schlüpfrigen Oberfläche dieser Pflanzen abgleiten. Der Gallertbildung entbehrende Algen haben häufig andere Schutzmittel, so *Oedogonium*, *Bulbochaete* etc. Borsten. Auch die Gallerte des Frosch- und Fischlaiches bildet einen wirksamen Schutz gegen Wasserschnecken etc. — Auch bei schleimfreien oder schleimarmen Pflanzen hatte zuweilen die Auslaugung mit Alkohol keinen Erfolg. Fortgesetzte Versuche lieferten hier den Beweis, dass die betr. Pflanzen dann dem Vorkommen der Rhabdiden ihre Immunität verdanken, welche durch ihre mechanische Wirkung (der Schmerz und brennende Geschmack ist streng lokalisiert) auch auf der menschlichen Zunge sich (z. B. bei *Arum maculatum*) bemerkbar machen. Tabernaemontanus sagt von der ähnlich wie *Arum* schmeckenden *Calla palustris*: „Am Anfang wo man sie kaut, scheint sie ungeschmackt zu sein, aber bald darauf zwackt sie die Zungen gleich als steche man sie mit den allerkleinsten Dörnern“. Durch kochen etc. wird der brennende Geschmack nicht beseitigt. Wird der dicke schleimige Saft der zerriebenen Blätter von *Arum* ohne Wasser wiederholt filtriert bis zur klaren Flüssigkeit, so hat diese einen süßlichen, nicht unangenehmen Geschmack, während der Filterrest Brennen verursacht. Zentrale Teile der Pflanze sind frei von Rhabdiden und einzelnen ähnlich wirkenden Krystallen von Kalkoxalat. Blattfragmente von *Arum maculatum* wurden in Alkohol gekocht, ein Teil davon mit Essigsäure, ein anderer mit verdünnter Salzsäure gekocht, welche letztere die Kalkoxalatkrystalle auflöst. Die Säuren wurden dann durch kochen-

den Alkohol entfernt, die Blätter eingetrocknet und nachträglich in Wasser aufgequellt. *Arion hortensis* und *Limax agrestis* verzehrten rasch die von Rhaphiden befreiten Stücke, nur allmählich die bloß mit Essigsäure behandelten. Die im Alkohol allein ausgelaugten wurden kaum berührt, selbst wenn sie mit Zucker überzogen waren. Ein Anbeißen raphidenhaltiger Gewebe erzeugt den Schnecken Würgbe-
 wegung. Aehnlich wie *Arum* verhalten sich: *Scilla maritima*, *Asparagus*, *Narcissus*, *Galanthus*, *Leucoium*, Orchideen, Onagraceen (*Fuchsia*, *Epilobium*, *Circaea*), Ampelideen etc. Auch Kaninchen fressen Rhaphidenpflanzen wie *Ornithogalum*, *Convallaria*, *Asparagus*, *Tradescantia*, Orchideen, *Impatiens parviflora*, *Galium*-Arten nur sehr ungern. Der Genuss größerer Quantitäten von Rhaphidenpflanzen (z. B. *Typha latifolia*) erzeugt bei diesen Darmentzündungen und wirkt tödlich. Von Schnecken werden nur *Galium*, *Typha*, *Tradescantia* beschädigt. (Auch die Heuschrecken zeigten ein ähnliches Verhalten.) Für gewisse Spezialisten ist der Rhaphidenapparat eine notwendige Ingredienz der Nahrung, so für *Sphinx elpenor* (Futterpflanzen: *Galium*, *Epilobium*, Weinstock, Waldbalsamine), *S. Galii*, *S. porcellus* und *S. lineata* (auf *Galium*, Weinstock, *Impatiens*), *S. vespertilio* (*Epilobium*), *S. celerio* (Wein und *Impatiens*), welche 4 in der natürlichen Verwandtschaft weit auseinanderstehende durch den Rhaphidengehalt ausgezeichnete Nahrungspflanzen teilen.

Das letzte Kapitel der Stahl'schen Abhandlung enthält zusammenfassende Bemerkungen über das Vorkommen der Schutzmittel (Häufung von Schutzmitteln, provisorischer Ueberblick der mit einfachen oder mehrfachen Schutzmitteln ausgerüsteten Pflanzen), über das Vikarieren der Schutzmittel etc. — während manche Schutzmittel für ganze Familien charakteristisch sind, wie die Verkieselung der Gramineen, Cyperaceen, Equisetaceen; Feilhaare bei den Asperifolien, Rhaphiden bei den Amaryllideen, Asparagineen, Orchideen, Onagraceen, Bitterstoffe bei Geraniaceen, Papilionaceen, Ericaceen; ätherische Oele bei Labiaten, Alkaloide bei Solaneen, vertreten sich häufiger innerhalb derselben Gruppe und Familie verschiedene Schutzmittel, so bei den Moosen, wo die Laubmoose vorwiegend mechanische, die Lebermoose chemische Schutzmittel besitzen, bei den Pteridophyten, wo die Equisetaceen mechanisch, die Filicineen chemisch geschützt sind. Unter den Liliaceen hat *Scilla* Rhaphiden, *Allium* Knoblauchöl, *Tulipa* ein Alkaloid (*Tulipin*), unter den Aroideen *Arum* Rhaphiden, *Acorus* einen scharfen Stoff, *Sedum boloniense* (*sexangulare*) Gerbstoff, *Sedum acre* ein Alkaloid (brennenden scharfen Geschmack) als Schutzmittel gegen Schnecken. — Schutzlos den berücksichtigten Schnecken preisgegeben fand Stahl nur Kulturpflanzen, vor allen den Salat, der daher nur unter dem Schutz des Menschen existenzfähig ist (*Lactuca Scariola* wird nur ausgelaugt gefressen). Die letzten Abschnitte handeln von der Verteilung der Schutzmittel auf dem Quer-

schnitt der Organe, der frühzeitigen Ausbildung der Schutzmittel und den Schutzexkreten; sie schließen mit dem Ergebnis, dass die die Pflanzen umgebende Tierwelt nicht bloß auf die Gestaltung, sondern auch auf den Chemismus der Pflanzenwelt von tief greifendem Einfluss gewesen ist.

Wie die Stahl'sche Arbeit neue wichtige Beiträge zur Lehre von den mechanischen und chemischen Schutzmitteln der Pflanze geliefert hat, so sind anderseits über die Schutztiere der Pflanzen und über die ihnen angepassten Ameisenpflanzen wichtige Arbeiten erschienen. Bereits besprochen wurden in dieser Zeitschrift kürzlich die wichtigen Arbeiten von Delpino und von Schimper. Dem erstern Forscher verdanken wir einen weitem umfassenden Beitrag zu diesem Kapitel, die Fortsetzung der früher besprochenen Arbeit.

Delpino erörtert noch die Myrmekophilie der nachbenannten Familien.

Bignoniaceae. Die von Caspary beschriebenen blassgrünen Nektarien an der Blattunterseite von *Catalpa bignonioides* fand D. ebenso wie die an Laubblättern und Kelch von *Catalpa Kaemferi* (auf einem Laubblatt zeigte die Oberseite 32, die Unterseite 36 Nektarien mit zusammen gegen 2000 honigabsondernden Drüsen) reichlich von Ameisen besucht. So wird der extranuptiale Nektarienapparat und Besuch durch Ameisen, Ichneumoniden etc. geschildert bei *Tecoma radicans*, *T. grandiflora*, *Amphilophium paniculatum*, *A. molle*, *Bignonia grandifolia*, *B. capreolata*, *B. Tweediana*, *B. Unguis*, *B. acutissima*, *B. tetraquetra*, *Tecoma stans* (*T. scorbigolia* hat keine Nektarien), *T. capensis*, *T. jasminoides*, *T. diversifolia*, *Pithecoctenium buccinatorium*, *Adenocolymna* (19 Spec.), *Spathodea* (8 Spec.), *Pachyptera foveolata*, *P. umbelliformis*, Arten von *Couralia*, *Delostoma*, *Diplanthera*. Im ganzen finden sich in dieser Familie gegen 66% myrmekophile Arten. — **Pedaliaceae.** Von *Sesamum orientale* und *Pedaliium Murex* erwähnt bereits Linné die extranuptialen Nektarien, welche sich noch bei 11 Arten (unter den ca. 28 Arten der Familie) finden. — Die myrmekophilen **Convolvulaceen** bilden gegen 30% der gesamten Arten. Besonders erörtert werden: *Batatas edulis*, *B. glaberrimus*, *Ipomoea muricata*, *Pharbitis Nil*, *Calonyction Roxburghii*, *C.? muricatum*, *Quamoclit vulgaris*, *Pharbitis Learii*.

Die Familie der **Verbenaceen** zeigt alle Grade der Myrmekophilie, selbst innerhalb derselben Gattung; so sind *Clerodendron fragrans* und *C. Bungei* ausgeprägte Ameisenpflanzen, während *C. siphonanthus* kaum noch Ameisen anlockt. *Verbena* und *Vitex* etc. haben keine extranuptialen Nektarien. Von *Cerodendron* sind etwa 33%, von *Citharoxylum* 66% der Arten, von *Duranta* und *Callicarpa* je 3 Arten myrmekophil. — Von **Scrofularineen** sind die *Melampyrum*-Arten mit extranuptialen Nektarien versehen; die Ameisen scheinen hier zur Verbreitung des Samens herangezogen zu werden. — Bei

den Polygoneen haben *Polygonum cuspidatum*, *Mühlenbergia adpressa*, *M. sagittifolia*, *M. platyclada*, vielleicht auch *Polyg. Convolutus* und *P. dimetorum* extranuptiale Nektarien. Unter den Euphorbiaceen sind Ameisennektarien in augenfälliger Menge bei *Ricinus communis*, *Carumbium populneum*, *Crozophora tinctoria* in der Laub- und Blütenregion vorhanden. Dieselben finden sich bei den Crotoneen (56%), Acalyphceen und Hippomaneen (je 20%), Euphorbieen (2%); sie fehlen den Caliticeen, Ricinoearpeen, Ampereen, Phyllantheen, Bridelieen, Dalechampieen. Die Verbreitung derselben bei den Salicineen und ihr Insektenbesuch sind von Trelease (Bot. Gaz., Nov. 1881) eingehend erörtert worden. Delpino schätzt die „potenze della funzione mirme-cofila“ auf 87%. Von Orchideen werden als myrmekophil *Epidendron elongatum*, *Limodorum Tankervilleae*, *Oncidium*, *Notilia*-Arten geschildert, bei denen die Nektarsekretion entweder an den Blättern oder Brakteen oder am Kelch und Grund des Blütenstieles vor sich geht. Von Liliaceen werden besonders *Lilium croceum*, *L. tigrinum*, von Asparagineen *Asparagus acutifolius*, von Smilaceen etwa 95 Arten, von Dioscoreaceen 3 Arten, von Emodoraceen *Wachendorfia thyrsiflora*, von Irideen *Iris xyphium*, *I. halophila*, *I. graminea*, von Musaceen ca. 25 Species von *Heliconia*, 4 von *Strelitzia*, 2 von *Ravenala*, von Palmen *Korthalsia debilis*, *K. lacinoso*, *K. ferox* als myrmekophil aufgeführt. Von Farnkräutern besitzt bekanntlich *Pteridium aquilinum*, der Adlerfarn, an der Basis der untern Blattabschnitte Nektarien, die in Brasilien durch die Ameisengattung *Crematogaster* reichlich besucht werden und so einen wirksamen Schutz gegen die Blattschneiderameisen, *Oecodoma*, heranziehen.

Zum Schluss erwähnt Delpino noch die Honigsekretion der Uredineen, Spermogonien und die Beobachtung von Ameisen an denselben durch Rathay. Ob die Sekretion auch hier dem Pilz zum Schutz dient (wie Delpino meint, indem das pilzbewirtende Blatt vor Tierfraß geschützt wird, oder, wie Referent meint, indem die Ameisen den Verheerungen des Pilzes durch Cecidomyidenlarven etc. direkt entgegenwirken), oder ob sie aus früherer Zeit übrig geblieben ist, wo etwa Insekten die Verbreitung der Spermarien besorgten, entzieht sich vorläufig einer sichern Kontrolle.

Einige ältere Autoren über die Vererbung erworbener Eigenschaften.

Von Dr. Brock.

Unter den Um- und Weiterbildungsversuchen der Darwin'schen Lehre steht die für dieselbe wichtige Frage nach der Erbllichkeit erworbener Eigenschaften augenblicklich im Vordergrund des Interesses. Von der einen Seite sucht man auf dem Wege der exakten Beobachtung und des Experiments ihrer Lösung näher zu treten, von einer andern Seite erachtet man das Problem, bis zu einem gewissen Grade wenigstens — so weit es sich um „funktionelle Anpassung“ handelt —

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1888-1889

Band/Volume: [8](#)

Autor(en)/Author(s): Ludwig Friedrich

Artikel/Article: [Ueber weitere pflanzenbiologische Untersuchungen. 481-491](#)