

# Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

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

Prof. in Erlangen

Prof. in München

herausgegeben von

**Dr. J. Rosenthal**

Prof. der Physiologie in Erlangen.

---

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.  
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

---

**XVI. Band.**

15. August 1896.

**Nr. 16.**

---

**Inhalt:** **Zopf**, Zur biologischen Bedeutung der Flechtensäuren. — **Lindner**, Studien über die Biologie parasitischer Vorticellen. — Deutscher Verein für öffentliche Gesundheitspflege.

---

## Zur biologischen Bedeutung der Flechtensäuren.

Von Prof. Dr. **Wilhelm Zopf** in Halle.

In der botanischen Litteratur findet sich verschiedentlich die Behauptung, dass die sogenannten Flechtensäuren, die bekanntlich seitens der Flechtenhyphen in Form von feinsten Kryställchen oder Körnchen zur Abscheidung gelangen, ein wirksames Schutzmittel gegen Tierfraß darstellen.

Mit dieser Annahme wollten indessen gelegentlich in der freien Natur gemachte Beobachtungen durchaus nicht harmonieren.

Ich fand nämlich im Laufe der letzten Jahre, wo ich Gelegenheit hatte, mich mehrfach mit Flechten zu beschäftigen, eine ganze Reihe von strauchigen, laubigen und krustigen Formen der verschiedensten Familien bald deutlich angefressen, bald förmlich zernagt, mitunter sogar bis zur fast völligen Unkenntlichkeit zerstört.

Zunächst wollte es mir allerdings nicht gelingen, die Tiere, welche solche Attentate ausführten, ausfindig zu machen, offenbar weil ich in dem Glauben befangen war, es müssten makroskopisch augenfällige Objekte die Ursache sein. Bei weiterem Verfolg der Sache ermittelte ich indessen, dass es sich meist um winzige, dem bloßen Auge leicht entgehende Orthopteren und Spinnentiere (Poduriden und Acarinen) handele. In einem Falle beobachtete ich eine kleine Schnecke als Flechtenfresser.

Mit den betreffenden Flechten werden natürlich gleichzeitig mehr oder minder große Quantitäten von „Flechtensäuren“ verzehrt. Es

war nun meine Aufgabe zu ermitteln, welche Flechtenstoffe es denn seien, die von jenen Tieren gefressen werden, mit anderen Worten, welche Flechtenstoffe kein Schutzmittel gegen den Fraß gewisser Tiere bieten.

Für die Lösung dieser Frage war ich dadurch genügend vorbereitet, dass ich in den letzten vier Jahren zahlreiche Flechtenstoffe isolierte und untersuchte<sup>1)</sup>.

#### 1. *Physcia aipolia* (Ach.).

Als ich eines Tages die Flechtenvegetation von jungen Eschen bei St. Ulrich in Gröden (Südtirol) musterte, fiel es mir auf, dass zahlreiche Thalli der oben genannten Lichene häufige Fraßstellen zeigten und gleichzeitig von einer Unmenge winziger grauer Tierchen besetzt erschienen, die wie Springschwänze (Poduriden) aussahen. Auf einigen Thalli waren sie in so großer Zahl vorhanden, dass dieselben wie mit einer grauen wimmelnden Masse bedeckt erschienen.

Da die einzelnen Individuen etwa die Größe eines Millimeters hatten, konnte man schon mit einer starken Lupe, besser noch bei schwacher Mikroskopvergrößerung konstatieren, dass sie sowohl an den Thalluslappen als auch an den Apothecien, besonders an deren Schlauchschiebt, herum nagten, überall Löcherbildungen hervorrufend. Ohne Zweifel waren die starken Durchlöcherungen des Thallus und die Aushöhlung und Durchlöcherung der Schlauchfrüchte, welche die Flechte teilweise fast unkenntlich gemacht hatten, ausschließlich auf Rechnung dieser Tierchen zu setzen, zumal von anderen tierischen Organismen sich nichts vorfand.

Einige Wochen später trat mir die Flechte mit ganz denselben charakteristischen Fraßstellen an alten Brückenbalken bei Oberwinkel unweit St. Ulrich entgegen, auch hier wieder mit zahlreichen im Nagen begriffenen Poduriden besetzt, die in Form und Größe den obigen vollkommen gleich waren.

Ich setzte die Tierchen in Alkohol und übergab sie Herrn Prof. O. Taschenberg in Halle, der mir freundlichst mitteilte, dass es sich um zwei verschiedene Poduriden handle und auch die Einsendung des Materials an einen gründlichen Poduriden-Kenner, Herrn Harald Schött in Skara (Schweden) vermittelte. Letzterer hatte die Gefällig-

1) Meine diesbezüglichen Publikationen sind: 1. Zur Kenntnis der Färbungsursachen niederer Organismen: II. Ueber die Färbungsursachen einiger Flechten mit gelbem Kolorit. Beiträge zur Physiol. u. Morphol. niederer Organismen aus dem Kryptog. Laborat. d. Univers. Halle, Heft I, (1892). 2. Zur Kenntnis der Stoffwechselprodukte der Flechten. Dasselbst Heft V. 3. Die Weißfärbung von *Thamnolia vermicularis*, bedingt durch eine neue krystallisierende Flechtensäure, Hedwigia 1893. 4. Zur Kenntnis der Flechtenstoffe, in Liebig's Annalen, Bd. 284. 5. Ueber Atranorsäure und ihre Begleitstoffe. Dasselbst Bd. 288.

keit, eine nähere Bestimmung der Species vorzunehmen, nach welcher es sich um *Isotoma cinerea* (Nie.) Tullberg und *Xenylla brevicauda* Tullberg handelt <sup>1)</sup>.

Als ich nach ein paar Tagen die oben erwähnten Eschenbäumchen wiederum besichtigte, war übrigens von den grauen wimmelnden Poduriden-Massen auch nicht ein einziges Individuum mehr vorhanden. Ich hatte also zufällig den richtigen Moment getroffen, wo Fraß und Urheber gleichzeitig zu beobachten waren. Das Auswandern der Flechtenfraß bewirkenden Tiere kann in manchen Fällen deren Auffindung recht erschweren oder auch ganz unmöglich machen.

Es ist längst bekannt, dass *Physcia aipolia* an der Oberfläche der Thallus-Rinde, wie auch an den oberflächlichen Teilen der Schlauchfrüchte und ferner an den Hyphen des Markes feine farblose Körnchen zur Ausscheidung bringt. Am reichlichsten erfolgt die Ausscheidung seitens der Rinde und der Schlauchschieht, welche Teile daher mehr oder minder stark „bereift“ erscheinen.

Es handelt sich bei diesen Ausscheidungen um zwei Flechtensäuren. Dass die eine derselben Atranorsäure darstellt, wurde von mir bereits früher nachgewiesen <sup>2)</sup> und zwar für Materialien, welche mir Herr Dr. F. Arnold freundlichst zukommen ließ und von Baumstämmen bei München (Ahorn und Rosskastanien) stammten. Neuerdings untersuchte ich eine größere Quantität (260 g) der Flechte von *Crataegus*-Hecken bei Oberwinkel in Gröden und gewann diesen Stoff abermals, im Ganzen 1½ g. Daneben wurde noch ein anderer krystallisierender, ebenfalls farbloser Körper erhalten, aber in so geringer Menge, dass ich seine Natur nicht feststellen konnte.

Die Atranorsäure wird, wie bei so vielen anderen Flechten, so auch bei vorliegender *Physcia* in den oberflächlichen Teilen produziert, diesen die weiße Färbung verleihend, der andere Körper scheint an den Hyphen des Markes zur Ausscheidung zu kommen.

Die Poduriden fressen nun besonders jene Atranorsäure-haltigen Teile, greifen aber auch die Markregion an. Die genannten beiden Stoffe sind mithin nicht im Stande, die *Physcia aipolia* vor Poduriden-Fraß zu schützen.

## 2. *Gasparrinia elegans* (Link).

An Porphyrböcken bei St. Ulrich in Gröden von mir gesammelte Thalli dieser Flechte zeigten bei näherer Besichtigung an den Becherfrüchtchen sowohl wie an den Thallusteilen selbst zahlreiche auffällige

1) Ich spreche hierdurch beiden Herren für Ihre gütige Bemühung meinen besten Dank aus.

2) Ueber Atranorsäure und ihre Begleitstoffe. Annalen der Chemie, Bd. 288, S. 68 (1895).

Fraßstellen. Aus vielen Früchtchen waren die schön rotgelben Hymenien so vollständig herausgefressen, dass die darunter liegende Algenzone als grüne Schicht frei dalag. Die Thalli erschienen teils durchlöchert, teils ihrer rotgelben Rinde an zahlreichen Stellen beraubt.

Die genauere Betrachtung mit einer starken Lupe ergab die Gegenwart von zahlreichen Individuen einer Milbenart. Von anderen Tieren war absolut nichts aufzufinden.

Es drängte sich hiernach die Vermutung auf, dass jene Milbe die Fraßerscheinungen verursacht habe. Zur näheren Prüfung dieser Vermutung stellte ich folgenden Versuch an:

Ein fruktifizierender Thallus der genannten *Gasparrinia*, welcher von einem ganz anderen Standorte (Dolomithfelsen an der Regensburger Hütte in den Dolomiten) stammte und sich bei genauerer Betrachtung von Milben wie von anderen Tieren vollkommen frei zeigte, auch keine Spur von Fraßstellen aufwies, wurde angefeuchtet in ein Doppelschälchen gelegt und mit einem größeren, stark mit Milben behafteten Exemplar überdeckt. Nach zweitägigem Liegen ergab sich, dass eine ganze Anzahl von Milben auf den erstgenannten Thallus übergegangen war, und bereits an den Apothecien wie an den vegetativen Teilen deutliche Fraßstellen der Tiere vorhanden waren, einige Apothecien sogar ihre Hymenien schon ganz verloren hatten.

Ich brachte nun den Thallus samt den Milben unter das Mikroskop und konnte Folgendes konstatieren: Eine erwachsene Milbe, die sich eben auf der Schlauchschiebt eines Apotheciums festgesetzt hatte und von diesem Zeitpunkte an ( $1\frac{1}{2}$  Stunden hindurch bei 40facher Vergrößerung) kontinuierlich beobachtet wurde, fraß innerhalb dieser Zeit ein Loch in die Hymenialschicht, welches in der Länge 0,24 mm, in der Breite 0,16 und in der Tiefe etwa eben so viel maß.

Eine andere, ebenfalls erwachsene Milbe, welche 2 Stunden lang zur kontinuierlichen Beobachtung kam, fraß in dieser Zeit in die Hymenialschicht eines Apotheciums ein Loch von 0,44 mm Länge, 0,24 mm Breite und einer Tiefe, die etwa der Höhe der Schlauchschiebt entsprach.

Aus solchen direkten Beobachtungen ergibt sich, dass die genannten Tiere die Hymenien der Flechte thatsächlich angreifen und dabei eine relativ große Gefräßigkeit entwickeln. Bei 4—6 Stunden ununterbrochener Thätigkeit vermag eine solche Milbe ein *Gasparrinia*-Hymenium von 1 mm Durchmesser vollständig aufzuzehren, und man begreift, dass eine größere Milbenzahl in wenigen Tagen sämtliche Hymenien eines stattlichen Individuums jener Flechte zum Verschwinden bringen kann.

So lange noch intakte Hymenien vorhanden sind, pflegen die Milben Thallusteile zu verschmähen, offenbar weil jene Organe von mehr weicher und saftiger Beschaffenheit sind.

Sind die Hymenien aber verspeist, so kommen bald auch die vegetativen Teile an die Reihe, einschließlich der Apothecium-Hülle.

Zerdrückt man Milben, die längere Zeit sich an einem Hymenium delektiert haben, in vorsichtiger Weise, so wird der Inhalt des Verdauungstraktus herausbefördert, und man sieht, dass derselbe aus Unmassen von Schlauchsporen, zerbissenen Schläuchen und zum Teil noch intakten Paraphysen der *Gasparrinia elegans* besteht, untermischt mit zahllosen Häufchen winziger goldgelber Körnchen einer Flechtensäure, die bei Zusatz von Kalilauge mit purpurroter Farbe in Lösung gehen.

Diese Körnchen stellen nichts anderes als Chrysophysein (Flechtenchrysophansäure im Sinne von Rochleder und Heldt) dar, welches jene charakteristische Reaktion zeigt. Dasselbe kömmt an der Oberfläche der Schlauchschiebt wie der Thallusrinde relativ reichlich zur Abscheidung und verleiht der Flechte ihre rotgelbe bis rotbräunliche Färbung.

Seitens der Milben wird dieser Körper in relativ großer Menge mitgefressen und verleiht daher dem Inhalt des Verdauungstraktus die goldgelbe Färbung.

Das Chrysophysein ist also nicht im Stande, als Schutzmittel gegen den Fraß der obengenannten Milbe zu dienen. — Ich sandte dieselbe an Herrn Dr. Kramer in Magdeburg, einen der ausgezeichneten Kenner der Milben, und erhielt von ihm die Nachricht, dass es sich um einen Vertreter der Familie der Oribatiden und zwar um *Notaspis pilosa* Koch handle, die von A. O. Michael in seinen *British Oribatidae*, Bd. II, p. 370 und Taf. 29, Fig. 11—16 beschrieben und abgebildet und durch besonders stark und lang entwickelte Rückenborsten ausgezeichnet ist<sup>1)</sup>.

### 3. *Cetraria pinastri* (Scopoli).

Auf bei St. Ulrich in Gröden am Grunde von Lärchenstämmen gesammelten Exemplaren obiger Flechte traf ich zahlreiche Individuen einer kleinen schwarzen Oribatiden-artigen Milbe an, welche in die Thalli Löcher frisst und die stark gelben Soredien abweidet<sup>2)</sup>.

Wie bereits an anderer Stelle gezeigt wurde<sup>3)</sup>, produziert die Flechte zwei gefärbte krystallisierende Säuren. Die eine derselben, welche Usninsäure darstellt, hat ihren Sitz in der graugrünen Rinde, die andere, meine Pinastrinsäure, wird sowohl im Mark, als auch

1) Herrn Provinzialschulrat Dr. Kramer spreche ich für seine gütigen Bemühungen hierdurch meinen besten Dank aus.

2) Sie ist nicht *Notaspis pilosa* Koch, schon weil sie nicht die langen und starken Rückenborsten aufwies.

3) Zopf, Beiträge Heft I S. 41—45 u. Heft V S. 68—71; ferner *Annalen der Chemie*, Bd. 284, S. 107.

an den stark soredialen Rändern des Thallus ausgeschieden und verleiht diesen Teilen intensiv zitronengelbe Färbung.

Da nun jene Milben sowohl Rinde als Mark und Soredien fressen, so werden gleichzeitig auch die genannten Säuren mit verzehrt.

Usninsäure und Pinastrinsäure sind daher nicht im Stande, die *Cetraria pinastri* vor Milbenfraß zu schützen.

Es ist dies um so bemerkenswerter, als beide Säuren auf gewisse andere Tiere entschieden giftig wirken. Nach R. Kobert<sup>1)</sup> ist die Pinastrinsäure für Frösche sogar eben so giftig, wie die bekannte Vulpinsäure.

#### 4. *Parmelia tiliacca* (Hoffmann).

Zahlreiche, an alten Bretterzäunen bei Oberwinkel im Grödener Thale aufgenommene Exemplare dieser stattlichen Laubflechte fand ich reichlich besetzt mit einer winzigen Oribatiden-artigen Milbe, welche die Thalli hier und da durchfraß und auf diese Weise Löcherbildungen hervorrief.

Hierbei werden natürlich die in dieser Lichene vorhandenen Flechtensäuren ebenfalls mit verzehrt.

Da sich über die Natur derselben in der Litteratur nichts auffinden ließ, so habe ich eine besondere Untersuchung in dieser Richtung vorgenommen, welche zu dem Resultate führte, dass zwei auch in anderen Lichenen vorkommende Säuren vorhanden sind, von denen die eine Evernsäure, die andere Atranorsäure darstellt.

Man gewinnt sie, indem man die Thalli durch wiederholtes Auskochen mit Aether erschöpft und das Lösungsmittel vollständig abdestilliert. Kocht man nun den Rückstand mit einer geringen Menge von Chloroform aus, so geht nebst kleinen Harzmengen die Atranorsäure in Lösung, während die Evernsäure als in Chloroform sehr schwer löslich zurückbleibt. Nach dem Einengen der Chloroformlösung fällt die Atranorsäure auf Zusatz eines 3—4fachen Volums gewöhnlichen Alkohols fast rein aus. Durch erneutes Auflösen in heißem Chloroform, Einengen der Lösung und Ausfällen mit Alkohol gereinigt schmolz sie bei 196° und verhielt sich schon hiernach wie auch nach Krystallform und Löslichkeitsverhältnissen als echte Atranorsäure. Völlige Sicherheit bezüglich der Identität gab der Umstand, dass ich durch 6 Stunden langes Kochen einer Quantität der Krystalle mit viel absolutem Alkohol einen in weißen Nadeln krystallisierenden Körper gewann, der aus Alkohol umkrystallisiert alle Charaktere meiner Hämatomsäure zeigte, namentlich auch deren Schmelzpunkt (112—113°).

Aus 35 g der lufttrocknen Flechte wurden 0,16 g Atranorsäure erhalten also etwas über  $\frac{1}{2}\%$ .

1) Ueber Giftstoffe der Flechten. Sitzungsber. d. Dorpater Naturforscher-Gesellschaft, Jahrg. 1892, S. 165.

Zur Reinigung der Evernsäure benutzte ich Auskochen mit Benzol, in welchem sie fast ganz unlöslich ist und darauf folgendes mehrmaliges Umkrystallisieren aus 70proz. Alkohol. Man erhält hierbei eine schneeweiße Masse feinsten Nadelchen, die bei  $165^{\circ}$  unter Gasentwicklung schmelzen (Hesse gibt den Schmelzpunkt zu  $164^{\circ}$  an), in heißem Alkohol und Aether sehr reichlich, in heißem Chloroform sehr schwer, in kochendem Benzol nahezu unlöslich sind und sich in Kalilauge mit gelber Farbe lösen. In der alkoholischen Lösung rufen Spuren von Eisenchlorid violette bis purpurne Färbung hervor. Die alkoholische Lösung rötet Lakmuspapier.

Nach allen diesen Eigenschaften muss ich die Säure als die echte Evernsäure im Sinne von Stenhouse<sup>1)</sup> und Hesse<sup>2)</sup> ansprechen.

Sie ist in relativ großer Menge vorhanden, denn aus 35 g der lufttrocknen Flechte erhielt ich 1,03 g mithin etwa 3%. Trotzdem vermag sie das Gefressenwerden der *Parmelia tiliacea* seitens jener Milbe ebensowenig zu verhindern, wie die zu  $\frac{1}{2}\%$  vorhandene Atracorsäure.

#### 5. *Xanthoria parietina* (L.).

Auch unsere gemeine Wandflechte wird von gewissen Oribatidenartigen Milben vielfach gefressen und oft bis zur fast völligen Unkenntlichkeit zerstört. In letzterem Falle pflegen alle Hymenien abgeweidet und die Thallusteile teils oberflächlich abgenagt, teils tief und dicht durchlöchert zu sein.

Die Flechtenstoffe, die hierbei mit verzehrt werden, sind bereits bekannt. Am reichlichsten vorhanden ist das goldgelbe Chrysophyscin (Chrysophansäure von Rochleder und Heldt) das nach Lilienthal<sup>3)</sup> zu fast 1% sich vorfindet<sup>4)</sup> und in den oberflächlichen Teilen der Flechte so reichlich zur Abscheidung kömmt, dass diese die bekannte gelbe bis rotgelbe Farbe erhalten.

Nach O. Hesse<sup>5)</sup> enthält die Flechte ferner noch das farblose krystallisierende Physcianin und das ebenfalls farblose Physciol.

Es ist also keiner dieser drei Stoffe im Stande, die Milben von ihrem Fraße abzuhalten. Ja man kann leicht konstatieren, dass gerade diejenigen Teile, welche das Chrysophyscin am reichlichsten enthalten, mit ganz besonderer Vorliebe angegriffen werden. Letzterer Stoff hat sich nach R. Kobert's Untersuchungen auch für höhere Tiere als nicht giftig erwiesen.

1) Liebigs Annalen 68, 83—93 und 155, 55—57.

2) Daselbst 117, 297—303.

3) Ein Beitrag zur Chemie des Farbstoffs der gemeinen Wandflechte. Dorpat 1893.

4) Herberger will es sogar zu 4% erhalten haben.

5) Annalen der Chemie, Bd. 284, S. 188.

Von *Xanthoria parietina* nähren sich nach O. Wilde<sup>1)</sup> ferner die Raupen folgender Schmetterlinge: *Naclia ancilla*, *Fumica sepium*, *Setina mesomella* (*eborina*), *S. irrorella* (*irroreu*), *Lithosia rubricollis*, *L. quadra*, *L. aureola*, *L. lutarella* (*luteola*), *L. complana*, *L. lurideola* (*plumbella*), *L. depressa* (*helveola*), *L. griseola*, *Calligena rosca*, *Aventia flexula* (*flexularia*), *Boletobia fuliginaria*, *Boarmia glabraria*, *B. lichénaria*, *Talaeporia pseudobombycella*.

Chrysophysein, Physeianin und Physeiol vermögen also die *Xanthoria parietina* auch gegen diese Tiere nicht zu schützen.

#### 6. *Anaptychia speciosa* (Wulf).

Auf dieser Laubflechte habe ich bei St. Ulrich in Gröden eine kleine *Clusilia*-artige Schnecke gefunden, welche die Thallusrinde auf kleine Strecken hinwegnagte.

Schon früher<sup>2)</sup> wurde der Nachweis geliefert, dass die Flechte relativ reichlich Atranorsäure erzeugt, was besonders in den oberflächlichen Teilen der Fall ist, die daher ausgesprochen weiß erscheinen. Bei neuerlicher Untersuchung einer größeren Quantität der Flechte vom Plansee, die ich durch die Gefälligkeit des Herrn Dr. F. Arnold erhielt, konnte ich den Gehalt zu etwa 2% bestimmen, so dass *Anaptychia speciosa* zu den atranorsäure-reicheren Lichenen gehört.

Die Schnecke entledigte sich ihrer Exkremente in Wurstform. Beim Betupfen dieser weißlichen Massen mit verdünnter Kalilauge trat lebhaft gelbfärbung ein, was darauf hindeutet, dass die Atranorsäure im Verdauungstraktus nicht verändert wird, denn die reine Säure zeigt diese Farbenreaktion ebenfalls.

#### 7. *Parmelia saxatilis* (L.).

Gefressen wird die Flechte nach Wilde (l. c.) von den Raupen der *Bryophila glandifera*, *Br. perla*, *Br. algae* und *Br. ereptricula*.

Welche Flechtensäuren die Species enthält, ist noch nicht näher geprüft. Ich habe daher eine Untersuchung in dieser Richtung vorgenommen. Hierbei erhielt ich zwei farblose krystallisierende Körper, von denen die eine meine Stereocaulsäure, die andere Paterno's Atranorsäure darstellt<sup>3)</sup>.

1) Die Pflanzen und Raupen Deutschlands, Berlin 1860, S. 168.

2) Annalen der Chemie, Bd. 288, S. 68.

3) Zur Gewinnung derselben kocht man die Flechtenmassen mit Aether aus, destilliert von den vereinigten Auszügen das Lösungsmittel fast vollständig ab und lässt auskrystallisieren. Nachdem die Mutterlauge abgesaugt ist, kocht man die Krystallmasse ganz kurze Zeit mit Alkohol aus, wobei die Atranorsäure zurückbleibt, während die Stereocaulsäure in Lösung geht. Nach starkem Einengen dieser Lösung krystallisiert die Stereocaulsäure in feinen zu Rosetten und Polstern vereinigten Nadelchen oder Prismen aus. Durch Umkrystallisieren aus Alkohol gereinigt schmilzt sie bei 193–195° unter Gas-

8. *Sticta Pulmonaria* (L.).

Der Thallus dieser großen laubigen Lichene wird von den Raupen verschiedener Schmetterlinge gefressen und zwar nach O. Wilde der *Nactia ancilla*, *Lithosia rubricollis*, *Lith. quadra*, *Boarmia viduaria*, *Talaeporia pseudobombycella*.

Die in der Flechte enthaltene, bereits 1846 von Knop und Schneedermann isolierte Stictinsäure, ein farbloser krystallisierender Körper von ähnlich-bitterem Geschmacke wie die Cetrarsäure, vermag also die genannten Schmetterlingsraupen nicht vom Fraße abzuhalten.

9. *Evernia furfuracea* (L.).

Beobachtungen, welche ich am Arlberg in Tirol an fichtenbewohnenden Exemplaren machte, zeigten, dass die Thalli von einer sehr kleinen schwärzlichen Oribatiden-artigen Milbe angefressen werden, trotzdem die Flechte außerordentlich reich an Atranorsäure ist. Ich habe den Gehalt zu 3 $\frac{1}{2}$ % bestimmt. Unter 35 Atranorsäurebildnern, die ich im Laufe meiner Untersuchungen nachweisen konnte, ist diese Flechte die reichste.

10. *Evernia prunastri* (L.).

Die Flechte dient nach Wilde (l. c.) den Raupen von *Fumea betulina*, *Lithosia lutarella* (*lutcola*), *L. complana*, *Boarmia lichenaria* und *Mniophila corticaria* (*cremiiaria*) zur Nahrung.

Sie enthält Usninsäure, Evernsäure und Everninsäure, wie von Stenhouse und O. Hesse längst festgestellt ist.

11. *Cladina silvatica* (L.)

Seitens des Herrn Dr. von Schlechtendal in Halle wurde mir mündlich mitgeteilt, dass die Flechte im feuchten Zustande von einer kleinen schwarzen Oribatide ziemlich stark angefressen werden kann. Es sind hier zwei von mir noch nicht näher untersuchte Flechtensäuren vorhanden

12. *Cladina rangiferina* (L.)

enthält nach Stenhouse<sup>1)</sup> Cladoninsäure (von Hesse als  $\beta$ -Usninsäure bezeichnet, von Roehleder und Heldt irrtümlich für Usnin-entwicklung. Mit Essigsäureanhydrid gekocht geht sie in denselben, bei 185–186° schmelzenden weißen Körper über, den ich auf dem gleichen Wege aus der echten Stereocaulsäure erhielt.

Die durch wiederholtes Auflösen in kochenden Chloroform mit der 3–4 fachen Menge Alkohol gereinigte Atranorsäure schmolz bei 195–197° und lieferte durch stundenlanges Kochen mit absolutem Alkohol die bei 114° schmelzende Hämatomsäure, wodurch der Atranorsäure-Charakter völlig sicher gestellt ist.

1) Ueber die näheren Bestandteile einiger Flechten. Annalen der Chemie, Bd. 68, S. 98 und Ueber einige Flechten. Dasselbst Bd. 155, S. 58.

säure gehalten), ferner nach Stenhouse und Groves<sup>1)</sup> Barbatinsäure und endlich nach F. Schwarz<sup>2)</sup> Evernsäure.

Die Gegenwart dieser 3 Substanzen hindert indessen nicht, dass die Flechte nach Wilde (l. c.) gefressen wird von den Raupen der *Lithosia arideola*.

#### 13. *Usnea barbata* (L.).

Wird nach Wilde (l. c.) gefressen von den Raupen folgender Schmetterlinge: *Gnophos mucidaria*, *G. pullata*, *Acidalia calcarca*, *A. confinaria* und *A. submutata*.

Durch die Untersuchungen verschiedener Chemiker, wie Knop, Hesse, Salkowski, ist längst sicher gestellt, dass die Flechte Usninsäure enthält. Stenhouse und Groves<sup>3)</sup> haben außerdem Barbatinsäure nachgewiesen. Beide Stoffe sind also nicht im Stande, jene Raupen vom Fraße abzuhalten.

#### 14. *Ochrolechia pallescens* (L.). [*Lecanora parella* (Ach.)]

Diese krustenbildende Lichene enthält ziemlich reichlich Lecanorsäure<sup>3)</sup> (aus welchem Grunde sie früher nebst *Ochrolechia tartarea* zur Orseillebereitung benutzt wurde) außerdem aber noch Parellsäure<sup>4)</sup>. Trotzdem wird sie nach Wilde (l. c.) von den Raupen der *Nudaria mundana*, *Bryophila creptricula*, *B. receptricula* und *B. raptricula* als Nahrung benutzt.

#### 15. *Placodium saxicolum* (Poll.).

Diese nach meinen Untersuchungen Zeorin und Atranorsäure enthaltende Flechte dient nach Wilde den Raupen von *Lithosia lutarella* (*lutcola*), *Nudaria mundana* und *Bryophila creptricula* (*troglydyta*) zur Nahrung.

#### 16. *Parmelia caperata* (L.).

Wie den Lichenologen wohl bekannt sein dürfte, ist die Flechte durch sehr bitteren Geschmack ausgezeichnet. Durch eine besondere Untersuchung, über die an anderer Stelle berichtet werden soll, habe ich ermittelt, dass derselbe auf der Gegenwart der bisher nur aus *Cetraria islandica* bekannten Cetrarsäure beruht. Daneben kömmt reichliche Usninsäure vor, welche der Flechte ihre gelbgrüne Farbe verleiht. Trotz der Gegenwart der bitteren Cetrarsäure wird die Flechte, wie ich in den Alpen (auf Porphyry bei St. Ulrich in Gröden) beobachtete, von einer winzigen Milbe stark angefressen. Es ist daher zu

1) Annalen der Chemie, Bd. 68, S. 304.

2) Chemisch-botanische Studien über die in den Flechten vorkommenden Flechtensäuren. Cohn's Beitr. zur Biologie, Bd. III, S. 259.

3) Beitrag zur Geschichte der Oreine. Ann. d. Chemie, Bd. 203, S. 302.

4) Schunk E., Ueber die Bestandteile der *Lecanora parella*. Annalen der Chemie, Bd. 54, S. 257 u. 275.

vermuten, dass jene Säure für dieses Tier nicht den bitteren Geschmack hat, wie für den menschlichen Gaumen.

Die eingangs dieser Mitteilungen gestellte Frage:

Welche Flechtenstoffe werden von gewissen Tieren zugleich mit den Flechtenteilen verzehrt? mit andern Worten:

Welche Flechtenstoffe bilden kein Schutzmittel gegen den Fraß gewisser Tiere?

lässt sich durch vorstehende Ermittlungen mithin wie folgt beantworten:

1. Atranorsäure ist nicht im Stande, die *Physcia aipolia* vor dem Fraß gewisser Springschwänze (Poduriden), die *Parmelia tiliacea*, *P. saxatilis* und *Evernia furfuracea* vor dem Fraß gewisser Milben (Oribatiden) und Raupen, die *Anaptychia speciosa* vor dem Fraß einer Schnecke (*Clausilia*) zu schützen.

2. Usninsäure vermag keinen Schutz zu verleihen der *Usnea barbata* und der *Evernia prunastri* gegen den Fraß gewisser Raupen und der *Cetraria pinastri* sowie der *Parmelia caperata* gegen den Fraß gewisser Milben.

3. Zeorin schützt *Placodium saxicolum* nicht gegen den Fraß mehrerer Raupen.

4. Barbatinsäure kann gewisse Raupen nicht vom Fraß der *Usnea barbata* und der *Cladonia rangiferina* abschrecken.

5. Stictinsäure ist trotz ihrer Bitterkeit kein Hinderungsgrund für das Gefressenwerden der *Sticta pulmonaria* durch einige Raupen.

6. Stereocaulsäure bietet der *Parmelia saxatilis* keinen Schutz gegen Milbenfraß wie gegen den Fraß mehrerer Raupen.

7. Parellsäure, in *Ochrolechia pallescens* (*Lecanora parella*) vorhanden, schützt diese Flechte nicht gegen Raupenfraß.

8. Pinastrinsäure ist nicht im Stande die *Cetraria pinastri* gegen das Gefressenwerden seitens gewisser Milben zu schützen.

9. Evernsäure, in *Evernia prunastri* und *Cladonia rangiferina* in geringer Menge, in *Parmelia tiliacea* sehr reichlich (zu 3%) vorhanden, hat für diese Flechten nicht den Wert eines Schutzmittels gegen Raupen- resp. Milbenfraß.

10. Everninsäure schützt *Evernia prunastri* nicht gegen den Angriff seitens gewisser Raupen.

11. Chrysophycin (Flechtenchrysophansäure) bietet der *Xanthoria parietina* wie der *Gasparrinia elegans* keine Schutzmittel gegen Milbenfraß.

12. Physcianin und Physciol, in *Xanthoria parietina* vorkommend, sind kein Hindernis für das Gefressenwerden dieser Flechte durch Milben.

13. Lecanorsäure schreckt gewisse Raupen nicht von dem Fraß der *Ochrolechia pallescens* ab.

14. Die sehr bittere Cetrarsäure schützt *Parmelia caperata* nicht gegen den Fraß einer Milbe.

Nach diesen Ergebnissen ist mit Sicherheit zu erwarten, dass sich bei weiter fortgesetzter Untersuchung noch zahlreiche andere Flechtensstoffe als nicht schützend gegen Milben-, Poduriden-, Raupen- und Schneckenfraß erweisen werden.

Jedenfalls bin ich schon jetzt berechtigt zu behaupten, dass die neuerdings mit sehr starker Betonung vorgebrachte Ansicht Zukal's<sup>1)</sup>, die Flechtensäuren hätten die biologische Bedeutung eines wirksamen Schutzmittels gegen Tierfraß in solch weiter Fassung gänzlich unzutreffend und darum unhaltbar ist.

Dass sehr kleine Vertreter der Spinnentiere (Arachniden), speziell der Acarinen und insbesondere der Oribatiden, sowie sehr kleine Repräsentanten der Orthopteren, speziell Poduriden, zu den Flechtenfressern zählen, ist den Botanikern, die übrigens ihr Augenmerk immer nur auf Schnecken gerichtet haben, bisher, wie es scheint, unbekannt geblieben, trotzdem die durch jene Tiere bewirkten Fraßerscheinungen gar nicht so selten und vielfach höchst auffällig sind. Auch in der zitierten Arbeit von Zukal finde ich nichts von Milben- und Poduridenfraß erwähnt. Den Zoologen aber scheint die Thatsache längst geläufig zu sein, wie ich aus den Zuschriften der Herren Dr. Kramer und Schött ersehe. Ersterer schrieb mir, „dass man auch noch andere Arten der reichen Oribatidenfamilie beobachten könne, wie sie Flechten abweiden und dabei ihre Zangen zum Abrupfen gebrauchen“; und Letzterer teilte mit, dass außer den beiden von mir auf *Physcia aipolia* beobachteten Poduriden *Isotoma cinerea* (Nic.) Tullberg und *Xenylla brevicauda* Tullb. auch noch andere Vertreter der Familie als Flechtenfresser bekannt seien, so *Entomobrya rivalis* L., *E. corticalis* Nic., *E. arborea* Tullb., *E. marginata* Tullb. und *Anurophorus laricis* Nic.

Von Schmetterlingen scheint eine große Anzahl im Raupenzustande sich von Flechten zu nähren. Nach O. Wilde's schon erwähnter Zusammenstellung waren bereits im Jahre 1860 in Deutschland allein 35 Species bekannt, von denen eine zu den Microlepidopteren gehört (*Talaeponia pseudobombycella*), 10 zu den Spannern (*Acidalia calcaria*, *confinaria*, *submutata*, *Boarmia lichenaria*, *glabraria*, *viduaria*, *Mniophila cineraria*, *corticaria*, *Gnophos mucidaria*, *pullata*), 24 zu den Macrolepidopteren (*Botetobia fuliginaria*, *Bryophila glandifera*, *perla*, *algae*, *creptricula*, *receptricula*, *raptricula*, *Aventia flexula*, *Calligena rosea*, *Funera sepium*, *betulina*, *Lithosia aureola*, *lutarella*, *complana*, *griseola*, *depressa*, *luridecola*, *quadra*, *rubricollis*,

1) Morphologische und biolog. Untersuchungen über Flechten II. Sitzungsberichte der Wiener Akademie, 1895.

*arideola*, *Naclia ancilla*, *Nudaria mundana*, *Setina mesomella* und *irrorella*).

Von Schnecken sind nur wenige als Flechtenfresser beobachtet.

Nach Rudolf von Oestreich<sup>1)</sup> sollen eine Anzahl von *Clausilia*-artigen sich von Kalkflechten nähren, auch auf *Peltigera*-Arten sind nach Arnold und Zukal (l. c. S. 28) einige Species, die nicht näher bezeichnet wurden, fressend angetroffen worden. Ich selbst beobachtete, wie bereits gezeigt, eine kleine *Clausilia*, welche die oberflächlichen Teile der *Anaptychia speciosa* verzehrte.

Nach meinen Beobachtungen im Freien und meinen Experimenten im Zimmer fressen Poduriden sowohl wie Milben die Flechtenteile nur dann, wenn dieselben durch Thau oder Regen resp. durch künstliche Benetzung mehr oder minder stark aufgeweicht sind. Sobald Abtrocknung der Teile eingetreten ist, stellen die Tiere ihren Fraß ein. Ob das auch auf Raupen zutrifft, weiß ich nicht, da ich mit ihnen nicht experimentierte, halte es aber für wahrscheinlich.

Milben und Poduriden attackieren nach meinen Beobachtungen im Freien und insbesondere auch nach meinen Experimenten im Zimmer in der Regel zuerst die Schlauchschicht der Apothecien, weil diese besonders weich ist, erst später greifen sie die weniger weichen Thallusteile an.

Ob die Apothecien oder Thalli geringe oder massenhafte Abscheidung von Flechtensäuren tragen, ist nach meinen Beobachtungen an Poduriden, Milben sowie einer Schnecke (*Clausilia*) völlig gleichgiltig, wenn nur die betreffenden Teile feucht, also weich sind.

An *Xanthoria parietina*, *Gasparinia elegans*, *Physcia aipolia*, *Anaptychia speciosa* und anderen Flechten habe ich beobachtet, dass von den genannten Tieren gerade die säurereichsten oberflächlichsten Teile zuerst und mit besonderer Vorliebe gefressen werden.

Exemplare von *Xanthoria parietina*, welche mir Herr Dr. Glück brachte, waren von zahlreichen Individuen der noch darauf sitzenden Milbe (Oribatide) so angefressen, dass die säurereichsten gelben Teile (Rinde) fast vollständig hinweggenommen waren, die säureärmsten Teile dagegen (das weißliche resp. durch die Algen grünliche Mark) fast ganz verschont geblieben.

Der (für den menschlichen Gaumen wenigstens) bittere Geschmack der Stictinsäure ist für die auf *Sticta Pulmonaria* lebenden Raupen von *Naclia ancilla*, *Lithosia rubricollis*, *L. quadra*, *Aventia flexula*, *Boarmia viduaria*, *Talaeponia pseudobombycella* kein Fraß-Hindernis.

1) Die östreichisch-ungarische Monarchie in Wort und Bild S. 278 des Uebersichtsbandes.

## Fütterungsversuche mit rein dargestellten Flechtensäuren.

Von den Flechtensäuren, welche ich im Laufe der letzten Jahre aus verschiedenen Flechten isoliert habe, wurde eine kleine Reihe zu Fütterungsversuchen benutzt.

Als Versuchstiere dienten Schnecken und zwar *Helix ericetorum*, *H. hortensis*, *H. nemoralis*, *H. pomatia* sowie *Succinea amphibia*.

Die Versuchsanordnung geschah in der Weise, dass ich dünne Scheiben ungekochter Kartoffeln, welche von jenen Tieren gern gefressen werden, mit der betreffenden Säure an der Oberfläche gleichmäßig einrieb, sie in Krystallisierschalen legte und in jedes dieser mit übergreifendem Glasdeckel verschließbaren Gefäße je einen Vertreter der betreffenden Schnecken-Art setzte. Durch Hinzufügung von ein paar Tropfen Wasser wurde Sorge getragen, dass die Kartoffelschnitte nicht abtrockneten, weil hierdurch die Schnecken leicht vom Fraß abgehalten werden.

Anfangs wählte ich zum Einreiben der Kartoffelscheiben intensiv rot oder gelb gefärbte Substanzen, um eventuell intensiv gefärbte Exkremente zu erhalten, später kamen auch farblose Säuren in Anwendung. Die nach einiger Zeit abgesetzten Exkremente wurden auf die Gegenwart der betreffenden Stoffe auch mikroskopisch resp. mikrochemisch geprüft.

### 1. Solorinsäure.

Es ist dies ein prächtig rubinroter Körper, den ich aus *Solorina crocea* isolierte<sup>1)</sup>. In Wasser ist er völlig unlöslich.

Die Kartoffelscheiben waren so stark mit der Säure eingerieben, dass sie ziegelrot erschienen. Ich setzte *Helix ericetorum*, *H. nemoralis*, *H. hortensis* und *Succinea amphibia* auf dieselben und alle 4 Arten weideten, obwohl sie gar nicht hungrig waren (sie hatten kurz vorher Gras, resp. Alliumblätter oder andere Pflanzenteile gefressen) die Oberflächenschicht der Kartoffel und damit auch die Solorinsäure alsbald teilweis ab.

Die nach einigen Stunden ausgestoßenen Exkremente sahen dunkelgrün aus, infolge der früheren chlorophyllhaltigen Nahrung, die später abgesetzten, ebenfalls prall-wurstförmigen waren leuchtend-zinnoberrot. Unter dem Mikroskop zeigte sich dieser Darminhalt als hauptsächlich aus den in Farbe und Form unveränderten Kryställchen und Krystallfragmenten der Solorinsäure bestehend, und nur zum Teil aus Teilchen der Kartoffel selbst (meist Stärkekörnchen). Die Krystalle gaben mit Kalilauge die schön violette, mit konzentrierter Schwefelsäure die schön purpurne Reaktion der reinen Solorinsäure.

1) Zopf, Beiträge, Heft V, S. 65. Ann. d. Chemie, Bd. 284.

## 2. Chrysophyscin (Flechtenchrysophansäure).

Das Material war aus *Gasparrinia decipiens* von mir dargestellt. Die stark eingeriebenen Kartoffelscheiben sahen, wie die Säure selbst, goldgelb aus. Ich setzte *H. nemoralis* und *H. hortensis* auf dieselben, und beide nahmen mit der Kartoffel die Substanz so reichlich auf, dass die Exkremente ocher- bis goldgelb aussahen. Mit Kalilauge zusammengebracht wurden sie schön purpurrot, wie das Chrysophyscin selbst.

Letzteres ist in Wasser unlöslich. Nach R. Kobert's eingehenden Untersuchungen (l. c.) ist es für höhere Tiere völlig ungiftig.

## 3. Rhizocarpsäure.

Sie stellt ein schön zitronengelb gefärbtes Derivat der Pulvinsäure dar und wurde von mir in *Rhizocarpon geographicum*, *Catocarpus alpicolus*, *Pleopsidium chlorophanum*, *Raphiospora flavovirescens* und *Biatora lucida* aufgefunden. In Wasser ist sie sehr wenig löslich mit deutlich gelber Farbe.

Die mit der Säure stark eingeriebenen Kartoffelstücke setzte ich einer *Helix pomatia* vor, die 24 Stunden gefastet hatte und sie fraß beides mit großem Appetit. Die Exkremente sahen hell zitronengelb aus und enthielten die Fragmente der ziemlich großen Krystalle sehr zahlreich. Das Tier blieb in der Folge völlig gesund. Ich hatte dieses Resultat eigentlich nicht erwartet, da die Pulvinsäure und gewisse Derivate derselben nach Kobert's bekannten Untersuchungen für höhere Tiere mehr oder minder stark giftig sind.

4. Pinastrinsäure<sup>1)</sup>.

Ein prächtig rotgelber Stoff aus *Cetraria pinastri*. In viel Wasser ist derselbe ein wenig löslich und zwar mit goldgelber Farbe.

Die mit der Substanz stark eingeriebene Kartoffelscheibe sah rötlich-goldgelb aus. Von dem darauf gesetzten Exemplar der *Helix hortensis* wurde die Scheibe alsbald energisch angefressen. Die Exkremente sahen dementsprechend goldgelb bis gelbbraun aus.

Dass das Tier keinerlei schädliche Folgen des Fraßes zeigte, war mir eigentlich auffällig, insofern wenigstens, als Kobert (l. c.) die ziemlich starke Giftigkeit dieser Substanz für höhere Tiere zeigte. In den Exkrementen waren die Krystalle und ihre Fragmente wohl erhalten.

## 5. Atranorsäure.

Diese nach meinen Untersuchungen in vielen Flechten vorkommende farblose Säure wurde aus *Lecanora thiodes* Sprengel dargestellt: In Wasser ist sie etwas löslich. Auf die mit ihr eingeriebenen

1) Zopf, Beiträge Heft I S. 41—44 und Heft V S. 68—72.

Kartoffelscheiben setzte ich *Helix ericetorum*, *H. hortensis*, *H. nemoralis* und *Succinea amphibia*. Die Tiere nahmen mit den Kartoffelteilen die Säure reichlich auf, wie denn auch in den nach einiger Zeit abgesetzten kreideweißen Exkrementen aller 4 Arten sich dieselbe in Masse in Form der charakterischen Prismen oder deren Fragmenten vorfand. Korrosionserscheinungen fehlten auch hier.

#### 6. Vulpinsäure.

Ich benutzte aus *Lepra chlorina* von mir isoliertes Material. Die Substanz ist in Wasser sehr wenig löslich und, wie aus den Experimenten Kobert's hervorgeht, für Kalt- und Warmblütler insbesondere für Katzen stark giftig.

Die mit der Säure eingeriebenen Kartoffelscheiben wurden von allen den Schnecken, denen ich sie vorsetzte (*Helix pomatia*, *H. nemoralis*, *H. hortensis*, *H. ericetorum* und *Succinea amphibia* nicht angeführt, auch nicht wenn die Tiere ausgehungert waren. Setzt man sie mitten auf die Kartoffelscheibe, so scheiden sie stark Schleim ab und suchen bald aus dem Bereich der Säure zu kommen. Die Substanz übt also auf die genannten Schneckenarten, vielleicht schon durch ihren Geruch, eine entschieden abstoßende Wirkung aus.

#### 7. Cetrarsäure.

Sie ist in Wasser fast unlöslich und schmeckt stark bitter. Ich setzte Kartoffelscheiben, welche mit der Säure so stark eingerieben waren, dass sie milchweiß erschienen, hungrigen Exemplaren von *Helix pomatia* vor. Nach ein paar Stunden hatte das eine Individuum über 2 cm<sup>2</sup> von der Oberfläche hinweggenommen und damit relativ viel von der Säure, das andere, in einem anderen Gefäß gehalten, innerhalb derselben Zeit 1½ cm<sup>2</sup>. Später wollten die Tiere nichts mehr fressen, wahrscheinlich weil die Säure eine Veränderung erfuhr, die sich darin äußerte, dass die anfänglich weiße Krystallschicht gelbe bis gelbbraunliche Farbe annahm.

---

Aus der vorstehenden Versuchsreihe ergibt sich, dass alle angewendeten Säuren, mit Ausnahme der Vulpinsäure, also Solorinsäure, Chrysophysein (Flechtenchrysophansäure), Rhizocarpsäure, Pinastrinsäure, Atranorsäure und Cetrarsäure von gewissen Schnecken mit den Kartoffelteilen in relativ beträchtlichen Mengen aufgenommen werden können, ohne irgend welche schädlichen Wirkungen auszuüben.

A priori sollte man glauben, dass solche Mengen scharfer Krystalle und Krystallfragmente die Schleimhäute des Verdauungstraktus irgendwie verletzen oder doch wenigstens stark reizen müssten. Namentlich verwunderlich erscheint es, dass die kleinen Exemplare der *Helix ericetorum*

und der *Succinea amphibia*, die im Vergleich zu den übrigen, größeren Arten doch einen Darmkanal von sehr geringem Durchmesser besitzen, augenscheinlich gar nicht affiziert werden, selbst wenn man sie tagelang hinter einander mit den Kartoffelteilen die verschiedenartigsten Säuren, darunter solche mit relativ großen Krystallen, fressen lässt.

Allein bei näherer Untersuchung der Exkremeute überzeugt man sich, dass eine mechanische Verletzung oder Reizung der Schleimhäute des Verdauungstraktus eigentlich ganz unmöglich ist. In den prallwurstförmigen Exkrementen sind nämlich die Verdauungsreste inclusive der Krystallmassen in einen dicken zähen Schleimsack eingehüllt, den man mit einer gewissen Gewalt öffnen muss, um den Inhalt herauszubringen. Auch an der Schleimhaut der Mundhöhle kann, wie ich glaube, keine Verletzung oder Reizung durch die Krystallmassen hervorgerufen werden, weil die Tiere auch aus dem Munde Schleim absondern, in den die Krystallteile sofort eingehüllt werden.

Da die Versuchstiere nach dem Fraße von Solorinsäure, Chrysophysein, Pinastrinsäure, Rhizocarpsäure, Atranorsäure völlig munter und fresslustig blieben, so darf man wohl ferner annehmen, dass diese Stoffe auch in chemischer Beziehung nicht schädlich wirken. Und ich glaube dies dadurch erklären zu müssen, dass erstens Solorinsäure und Chrysophysein in Wasser gänzlich unlöslich, Pinastrinsäure, Rhizocarpsäure, Atranorsäure nur sehr schwer löslich in Wasser sind, und die etwa von der geringen Wassermenge der Kartoffelscheiben gelösten minimalen Substanzmengen letzterer Stoffe keine schädlichen Wirkungen auszuüben vermögen; zweitens von Seiten des Verdauungstraktus alkalische Säfte, welche die genannten Flechtensäuren in Lösung zu bringen vermöchten, nicht abgeschieden werden. Für die Richtigkeit dieser letzteren Vermutung sprechen zwei Thatsachen: einmal die glatten glasglänzenden Flächen und scharfen Kanten der Krystalle und Krystallfragmente in den Exkrementen, und sodann die Abwesenheit von Farbenreaktionen (Chrysophysein z. B. wird mit Alkalien purpurrot, Atranorsäure gelb, Solorinsäure violett).

Die Krystalle jener von mir zur Verfütterung verwandten rein dargestellten Flechtensäuren sind natürlich Riesenobjekte gegen die höchst winzigen Körnchenformen, in denen die Flechtensäuren, wie zuerst Schwendener zeigte, an den Flechtenhyphen zur Abcheidung gelangen. Können nun schon die wohlausgebildeten Krystalle im Schnecken-Verdauungskanal keine schädlichen mechanischen Wirkungen ausüben, so werden es natürlich die mit den betreffenden Flechten teilen gefressenen winzigen Flechtenstoff-Körnchen vollends nicht vermögen.

Ich glaube daher, dass auch die seitens der oben genannten Milben, Poduriden, Raupen zugleich mit den Flechtenteilen ver-

zehrten Flechtensäuren sich im Darmkanal dieser Tiere mechanisch völlig indifferent verhalten.

Aber auch chemisch dürften solche Stoffe gänzlich indifferent sein, denn jene Tiere würden sonst nicht die betreffenden Flechten in so großer Fresslust immer und immer wieder angehen, vorausgesetzt, dass dieselben genügend feucht sind; sie würden auch nicht, wie z. B. die auf *Xanthoria parietina* und *Gasparrinia elegans* vorkommenden Milben oder wie die von *Physcia aipolia* lebenden Poduriden, gerade die säurereichsten Teile mit Vorliebe abweiden, insbesondere die Hymenien und oberflächlichen Rindenteile. [67]

Kryptogamisches Laboratorium der Universität Halle. Juni 1896.

## Studien über die Biologie parasitischer Vorticellen.

Von Dr. G. Lindner in Cassel.

Die im Biolog. Centralblatt, Bd. XV, Nr. 23 und in anderen Zeitschriften von mir beschriebenen charakteristischen Eigenschaften gewisser stielloser Vorticellen, deren Cysten sich häufig auf und in Tierkörpern ablagern und die sich mir neuerdings als regelmäßige Inwohner der sogenannten Miescher'schen Schläuche entpuppt haben, sind in hygienischer Beziehung von so hoher Bedeutung, dass ich meine Studien über ihre Biologie bisher ununterbrochen fortgesetzt und im Laufe dieses Frühjahrs auch von neuem eingehende Untersuchungen des von Rainey'schen Körpern durchsetzten Muskelfleisches bei Schweinen vorgenommen habe.

Besonders habe ich meine Aufmerksamkeit auf die Prüfung der Lebensfähigkeit und der Widerstandsfähigkeit der Vorticellencysten gegen Trockenheit, Fäulnis und Temperaturwechsel, ferner auf die Beobachtung der Vermehrungsweise der [von mir „Ascoïdien“ genannten] stiellosen Vorticellen-Art aus niederen Entwicklungsphasen, bezw. aus kleinsten Sprösslingen des Nucleus gerichtet.

Bei diesen Forschungen fand ich zunächst meine früher gemachte Wahrnehmung bestätigt, dass jene stiellose Form von der überall verbreiteten *V. microstoma* abstammt, welche unter gewissen Bedingungen, namentlich bei drohendem Austrocknen ihres Nährbodens, oder bei weit vorgeschrittener Fäulnis desselben etc. ihren Stiel verliert.

An seiner Stelle entwickelt sich ein hinterer Wimperkranz, nach dessen Vollendung die Tierchen unter öfteren Drehungen um ihre Längsaxe sehr gewandt rückwärts schwimmen.

Mit der vollzogenen Umwandlung der gestielten in die stiellose Form verliert letztere zugleich die Fähigkeit, wieder einen Stiel zu bilden und sie führt von jetzt ab ein selbständiges, dem Anschein nach vorwaltend parasitisches Familienleben. Gleichzeitig macht sich eine auffallende Veränderung ihrer Lebensfunktionen bemerkbar. Die verwandelte Vorticelle vermehrt sich nicht, wie dies vorher der Fall war,

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: [16](#)

Autor(en)/Author(s): Zopf Wilhelm Friedrich

Artikel/Article: [Zur biologischen Bedeutung der Flechtensäuren. 593-610](#)