

## **Chemische Untersuchungen über Pflanzengallen.**

### **III. Mitteilung.**

Von

**Karl Branhofer und Julius Zellner.**

(Der Redaktion zugegangen am 25. November 1919.)

Seit dem Erscheinen der II. Mitteilung über diesen Gegenstand<sup>1)</sup> haben wir, um weiteres Tatsachenmaterial zur Aufklärung der anscheinend sehr komplizierten biochemischen Verhältnisse bei der Gallenbildung herbeizuschaffen, zwei weitere Gallen untersucht, worüber im folgenden berichtet werden soll.

Die eine dieser Gallen ist die bekannte, von *Chermes abietis* L. (= *Adelges abietis* Kieffer) auf jungen Fichtensprossen hervorgebrachte, weißlich oder grünlich gefärbte, einer kleinen Ananas ähnlich gestaltete Galle. Gleichzeitig wurden auch gesunde Sproßenden der gallentragenden Bäume untersucht. Das Material war im August 1918 (kurz vor dem Auskriechen der Insekten) zu Patzau in Böhmen gesammelt worden. Die erhaltenen Werte sind aus der Tabelle auf der nächsten Seite ersichtlich.

Die Zahlen bedeuten mit Ausnahme der ersten in jeder Kolonne Prozente der Trockensubstanz.

In qualitativer Hinsicht ist zu bemerken, daß der hohe Gehalt an in Petroläther löslichen Stoffen nicht etwa auf einer Fetтанreicherung, sondern auf einer Ansammlung des Fichten-

<sup>1)</sup> Diese Zeitschr. Bd. 101, S. 255 (1918).

|  | Galle | Fichten-<br>sprosse |
|--|-------|---------------------|
|  | %     | %                   |
| Wassergehalt des frischen Materials        | 65,65 | 51,79               |
| Petrolätherauszug . . . . .                | 8,19  | 4,55                |
| Ätherauszug . . . . .                      | 1,24  | 3,62                |
| Wasserauszug . . . . .                     | 47,68 | 22,94               |
| Gerbstoff . . . . .                        | 16,15 | 3,02                |
| Lösliche Nichtgerbstoffe . . . . .         | 31,53 | 19,92               |
| Reduzierender Zucker . . . . .             | 3,50  | 1,13                |
| Freie Säure in Prozenten KOH . . . . .     | 1,69  | 1,79                |
| In Wasser lösliche Mineralstoffe . . . . . | 2,90  | 1,88                |
| Gesamtstickstoff . . . . .                 | 0,79  | 0,96                |
| Proteinstickstoff . . . . .                | 0,59  | 0,89                |
| Asche . . . . .                            | 2,97  | 4,21                |

balsams beruht, den man nicht selten in klaren Tropfen auf der Oberfläche der Gallen ausgeschieden findet. Petroläther- und Ätherauszug sind rotbraun gefärbt, während sie bei den Fichtensprossen tiefgrüne Farbe zeigen. Der heiß bereitete Wasserauszug enthält neben anderen Stoffen nicht unerhebliche Mengen Stärke. Die letztere ist in Gestalt kleiner, meist ovaler Körner besonders im zentralen Teil der Galle, also dem umgewandelten Stammesorgan, stellenweise reichlich zu finden. Der reichlich vorhandene Gerbstoff gibt eine tiefgrüne Eisenreaktion, wird durch basisches Bleiacetat gelblichweiß, durch Kupferacetat grünlichgrau und durch Kaliumbichromat rotbraun gefällt. Der Gehalt an reduzierendem Zucker und an löslichen Mineralstoffen ist erheblich größer, die freie Säure unerheblich geringer wie in den gesunden Sprossen. Der Stickstoffgehalt ist sehr niedrig, namentlich der Eiweißstickstoff. Verholzung ist nur stellenweise und schwach ausgebildet nachweisbar.

Wir haben in diesem Falle auch die quantitative Analyse der Mineralstoffe durchgeführt, da in dieser Hinsicht bisher noch wenig Angaben vorliegen. Es wurden folgende Zahlen erhalten:

|   | Galle | Fichten-<br>sprosse |
|---|-------|---------------------|
|   | %     | %                   |
| $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ . | 0,66  | 1,58                |
| $\text{Mn}_2\text{O}_3$ . . . . .                 | 2,31  | 4,46                |
| $\text{CaO}$ . . . . .                            | 4,69  | 22,82               |
| $\text{MgO}$ . . . . .                            | 4,09  | 4,40                |
| $\text{K}_2\text{O}$ . . . . .                    | 53,33 | 33,07               |
| $\text{Na}_2\text{O}$ . . . . .                   | Spur  | 1,01                |
| $\text{SiO}_2$ . . . . .                          | 1,87  | 15,19               |
| $\text{CO}_2$ und Verlust                         | 14,35 | 8,06                |
| $\text{P}_2\text{O}_5$ . . . . .                  | 12,00 | 6,13                |
| $\text{SO}_3$ . . . . .                           | 2,62  | 1,04                |
| $\text{Cl}$ . . . . .                             | 1,56  | 0,69                |
| $\text{C}$ . . . . .                              | 2,52  | 1,55                |

Wir werden auf diese Resultate weiter unten zu sprechen kommen.

Die zweite untersuchte Gallenart war die von *Hormomyia fagi* Hartig (= *Mikiola fagi* Löw.) auf den Blättern der Rotbuche erzeugte, hornartig feste, blaßgrüne oder rötliche Galle. Das Material war im Juli 1919 im Wienerwalde gesammelt worden; zu dieser Zeit waren die gallenbildenden Tiere im Beginne ihrer Entwicklung. Zum Vergleich wurden die gallentragenden Blätter analysiert. Dabei ergaben sich die in der Tabelle auf der nächsten Seite enthaltenen Werte.

Die Analysen zeigen mehrfache Abweichungen von den bisher in der Regel bei Gallen beobachteten Verhältnissen: dahin gehört der im Vergleich zu den befallenen Blättern geringere Gehalt an wasserlöslichen Stoffen (der erste bisher beobachtete Fall dieser Art), ferner der verminderte Prozentsatz an Gerbstoff und freier Säure; dies steht im Zusammenhang mit einer ungewöhnlich großen Menge von Membranstoffen, die, wie das Mikroskop zeigt, einem sklerenchymatischen Gewebe angehören und die hornartige Beschaffenheit der Galle bedingen. Diese Membranen geben keine Liguinreaktionen. In qualitativer Hinsicht wäre noch zu bemerken, daß mitunter

|  | Galle    | Gallen-<br>tragende<br>Buchenblätter |
|--|----------|--------------------------------------|
|  | %        | %                                    |
| Wassergehalt des frischen Materials        | 42,44    | 39,48                                |
| Petrolätherauszug . . . . .                | } 0,84 } | 3,04                                 |
| Ätherauszug . . . . .                      |          | 5,34                                 |
| Wasserauszug . . . . .                     | 20,00    | 25,65                                |
| Gerbstoff . . . . .                        | 3,18     | 7,03                                 |
| Löslicher Nichtgerbstoff . . . . .         | 16,82    | 18,62                                |
| Reduzierender Zucker . . . . .             | 5,91     | 2,73                                 |
| Freie Säure als KOH berechnet . . . . .    | 0,37     | 1,54                                 |
| Im Wasser lösliche Mineralstoffe . . . . . | 1,59     | 2,76                                 |
| Gesamtstickstoff . . . . .                 | 0,58     | 2,30                                 |
| Eiweißstickstoff . . . . .                 | —        | 2,12                                 |
| Rohfaser . . . . .                         | 42,59    | 25,42                                |
| Asche . . . . .                            | 1,96     | 4,58                                 |

in den peripheren Zellschichten Anthokyan vorkommt, und zwar reichlicher bei Gallen, die in 1200 m Seehöhe, als bei solchen, die bei etwa 250 m Seehöhe gesammelt worden waren. Der spärlich vorhandene gerbstoffartige Körper gibt eine olivbraune Eisenreaktion, mit basischem Bleiacetat eine gelbe, mit Kupferacetat eine grünliche, mit Kaliumbichromat keine Fällung. Er unterscheidet sich durch diese Reaktionen nicht von dem in den Buchenblättern enthaltenen Gerbstoff.

Im Gegensatz zu den oben erwähnten, von den sonst bei Gallen beobachteten abweichenden chemischen Verhältnissen ergab die Aschenanalyse ein ganz ähnliches Bild wie bei *Adelges abietis*. Es wurden nämlich die aus der Tabelle auf der nächsten Seite ersichtlichen Werte erhalten.

Wie bereits in der II. Mitteilung erwähnt wurde, sind die vorliegenden Untersuchungen von dem Gedanken ausgegangen, daß in den chemischen Verhältnissen bei Gallen einerseits und chlorophyllarmen Phanerogamen und Pilzen andererseits gewisse Analogien obwalten dürften. Nachdem nun in die chemische Beschaffenheit der heterotrophen Phanerogamen ein

|   | Galle | Buchenblätter |
|---|-------|---------------|
|   | %     | %             |
| $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ . | 0,73  | 1,88          |
| $\text{Mn}_2\text{O}_4$ <sup>1)</sup> . . . .     | 2,58  | 2,50          |
| $\text{CaO}$ . . . . .                            | 14,79 | 25,11         |
| $\text{MgO}$ . . . . .                            | 7,26  | 6,63          |
| $\text{K}_2\text{O}$ . . . . .                    | 49,44 | 30,51         |
| $\text{Na}_2\text{O}$ . . . . .                   | Spur  | —             |
| $\text{SiO}_2$ . . . . .                          | 2,71  | 16,93         |
| $\text{CO}_2$ und Verlust                         | 11,88 | 7,33          |
| $\text{P}_2\text{O}_5$ . . . . .                  | 7,36  | 5,40          |
| $\text{SO}_3$ . . . . .                           | 2,65  | 3,43          |
| $\text{Cl}$ . . . . .                             | 0,60  | 0,28          |

gewisser Einblick gewonnen worden ist<sup>2)</sup>, und nunmehr auch einiges Beobachtungsmaterial hinsichtlich der Gallen vorliegt, dürften die folgenden Erwägungen nicht unbegründet sein.

Vor allem ist es wahrscheinlich, daß die Gallenbildung nicht als ein einheitlicher, d. h. stets in gleicher oder ähnlicher Weise verlaufender Vorgang betrachtet werden kann. Dagegen sprechen schon äußere Umstände: die große Verschiedenheit der Gallenerzeuger — selbst wenn man nur durch Tiere verursachte Gallen in Betracht zieht —, die Verschiedenheit der auf demselben Pflanzenorgan von verschiedenen Gallenerzeugern hervorgerufenen Neubildungen und endlich die Verschiedenheit der befallenen Pflanzen sowie deren Organe. Demgemäß lassen sich auch nur wenige biochemische Gesetzmäßigkeiten anführen, die für alle Gallen gelten, meist lassen sich nur Regeln mit mehr oder weniger zahlreichen Ausnahmen aufstellen.

1. Der erhöhte Wassergehalt der Galle gegenüber dem normalen Organ ist eine allgemein verbreitete Erscheinung, von der noch keine Ausnahme beobachtet wurde. Der

<sup>1)</sup> Das Mangan liegt in der Asche größtenteils als Manganat vor.

<sup>2)</sup> Monatshefte f. Chem. Bd. 40. S. 293 (1919).

Unterschied im Wassergehalt ist oft sehr groß, kann aber bis auf wenige Prozente herabsinken.

2. Die Verminderung des Chlorophylls wird als ein Hauptphänomen der Gallenbildung betrachtet. Bei den bisher untersuchten Gallen war auch der Chlorophyllgehalt sehr gering. Doch sind auch Gallen mit reichlichem Chlorophyllgehalt bekannt (*Pontania proxima* auf *Salix*, *Eriophyes piri* auf *Pirus communis*), andererseits können auch normalerweise chlorophyllarme Organe Gallenbildung aufweisen (Pilze, Blüten).
3. Mit dem Chlorophyllmangel sollen nach Ansicht einiger Forscher gewisse bei den Eiweißkörpern und deren Abkömmlingen obwaltende Verhältnisse zusammenhängen. In der folgenden Tabelle ist das einschlägige Zahlenmaterial zusammengestellt. Die Zahlen bedeuten Prozente der Trockensubstanz, der lösliche Stickstoff ist durch Subtraktion des Eiweißstickstoffes vom Gesamtstickstoff ermittelt. Aus diesen Zahlen geht hervor, daß in der Mehrzahl (70%) der Fälle der Gesamtstickstoff vermindert und in mehreren Fällen ganz auffallend gering ist. Weiters zeigt sich in allen untersuchten Fällen die von Molliard gefundene Gesetzmäßigkeit bestätigt, daß das Verhältnis des löslichen, nicht eiweißartig gebundenen zum Gesamtstickstoff größer ist bei den Gallen wie bei den normalen Organen.
4. Die Regel, daß der Gerbstoffgehalt in den Gallen erhöht sei, trifft häufig zu, hat aber Ausnahmen (z. B. *Mikiola*). Es scheint eine gewisse Korrelation mit dem Zuckergehalt in der Weise stattzufinden, daß sehr gerbstoffreiche Gallen wenig Zucker enthalten und umgekehrt. Dies ist nicht befremdlich, wenn man bedenkt, daß die Gerbstoffe, auch wenn sie nicht glukosidisch sind, wahrscheinlich in einem genetischen Zusammenhang mit dem Zucker (bes. Traubenzucker) stehen. Auch hat Koch<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Phytochemische Studien, Dissertation der Universität Lausanne (1895).

| Galle   | Ge-<br>samt-<br>stick-<br>stoff | Lös-<br>licher<br>Stick-<br>stoff | Befallene Pflanze                               | Ge-<br>samt-<br>stick-<br>stoff | Lös-<br>licher<br>Stick-<br>stoff | Autor                  |
|---|---------------------------------|-----------------------------------|---|---------------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| <i>Schizoneura lanuginosa</i> , Aphide . . .        | 2,24                            | 1,12                              | <i>Ulmus campestris</i> , Blätter . . .         | 3,06                            | 0,62                              | Molliard               |
| <i>Tetraneura Ulmi</i> , Aphide . . . . .           | 5,3                             | 2,7                               | <i>Ulmus montana</i> , Blätter . . . . .        | 4,3                             | 0,8                               | "                      |
| <i>Pemphigus cornicularius</i> , Aphide . . .       | 1,5                             | 0,7                               | <i>Pistacia Terebinthus</i> , Blätter . . .     | 2,4                             | 0,7                               | "                      |
| <i>Adelges abietis</i> , Aphide . . . . .           | 0,79                            | 0,20                              | <i>Picea excelsa</i> , junge Sprosse . . . . .  | 0,96                            | 0,07                              | Branhofer u. Zellner   |
| <i>Neuroterus baccarum</i> , Hymenoptere . . .      | 2,94                            | 0,68                              | <i>Quercus spec.</i> , Blätter . . . . .        | 2,73                            | 0,28                              | Paris u. Trotter       |
| <i>Cynips folii</i> , Hymenoptere . . . . .         | 0,29                            | —                                 | <i>Quercus sessiliflora</i> , Blätter . . . . . | 1,60                            | —                                 | Zellner                |
| <i>Cynips Kollari</i> , Hymenoptere . . . . .       | 0,38                            | —                                 | <i>Quercus sessiliflora</i> , Sproßenden . . .  | 1,85                            | —                                 | "                      |
| <i>Pontania gallarum</i> , Hymenoptere . . . . .    | 0,57                            | —                                 | <i>Salix daphnoides</i> , Blätter . . . . .     | 2,25                            | —                                 | "                      |
| <i>Pontania proxima</i> , Hymenoptere . . . . .     | 1,6                             | 0,2                               | <i>Salix alba</i> , Blätter . . . . .           | 2,8                             | 0,2                               | Molliard               |
| <i>Rhodites spinosissima</i> , Hymenoptere . . .    | 0,62                            | 0,16                              | <i>Rosa spinosissima</i> , Sprosse . . . . .    | 1,6                             | 0,3                               | "                      |
| <i>Isosoma hyalipenne</i> , Hymenoptere . . . . .   | 1,6                             | 0,72                              | <i>Psamma arenaria</i> . . . . .                | 1,0                             | 0,13                              | "                      |
| <i>Pediaspis aceris</i> , Hymenoptere . . . . .     | 1,8                             | 0,8                               | <i>Acer pseudoplatanus</i> , Blätter . . . . .  | 3,2                             | 1,1                               | "                      |
| <i>Oecocercis Guyonella</i> , Lepidoptere . . . . . | 1,7                             | 0,7                               | <i>Limoniastrum Guyonianum</i> . . . . .        | 1,7                             | 0,4                               | "                      |
| <i>Mikiola fagi</i> , Diptere . . . . .             | { 0,4<br>0,58                   | 0,18                              | <i>Fagus silvatica</i> , Blätter . . . . .      | { 2,1<br>2,3                    | { 0,1<br>0,28                     | { Branhofer u. Zellner |

gezeigt, daß der Zuckergehalt von *Cynips folii* mit der Reife bedeutend zunimmt.

5. Von höher molekularen Kohlehydraten in den Gallen ist noch wenig bekannt, nur bezüglich der Stärke weiß man, daß sie hie und da, wenn auch nicht in auffallender Menge, vorkommt. Die Membranstoffe (die Rohfaser) sind in der Regel vermindert. Im allgemeinen sind die Gallengewebe aus dünnwandigen und locker verbundenen Zellen zusammengesetzt. Doch sind auch sklerenchymatische Gewebe nicht selten. Sie bilden meist nur eine bestimmte Schichte oder die ganze Galle besteht aus solchem Gewebe. Verholzte Elemente finden sich hie und da, meist nur spärlich.
6. Der Gehalt an freien Säuren (sauren Salzen) scheint bald vermindert, bald erhöht zu sein, doch sind noch zu wenige Fälle in dieser Beziehung untersucht.
7. Anthokyan findet sich bei Gallen häufig, und zwar in ähnlicher Weise wie bei Früchten, so zwar, daß die stärkst belichteten Stellen eine Anreicherung des Farbstoffes in den peripheren Zellschichten aufweisen. Auch die Höhenlage spielt eine Rolle (siehe Mikiola).
8. Der Gehalt an Stoffen, die in Petroläther löslich sind, ist sehr wechselnd. Fette sind immer nur in geringer Menge vorhanden, dagegen mitunter reichlich harz- und wachsartige Körper. Solche Stoffe scheinen für die Gallenbildung nicht von Belang zu sein, ihre Menge hängt von der Natur des befallenen Organes ab. Ähnliches gilt von den in Äther löslichen Stoffen (siehe die II. Mitteilung).
9. Bezüglich der Mineralstoffe liegt noch nicht viel analytisches Material vor. Nach einer Angabe von Koch (l. c.) soll die Asche „mitteleuropäischer Galläpfel“ (wahrscheinlich von *Cynips folii*) enthalten:  $\text{CaO}$  5,17 %,  $\text{K}_2\text{O}$  15,65 %,  $\text{SiO}_2$  17,79 %,  $\text{P}_2\text{O}_5$  32,38 %,  $\text{SO}_3$  24,82 %, kein  $\text{MgO}$ ; Fe, Al, Mn und Cl wurden nicht bestimmt. Diese Analyse sieht sehr unwahrscheinlich aus; eine derartig saure Pflanzenasche stünde wohl ohne alle Analogie da. Weiter hat Molliard (l. c.) eine Analyse der Asche von

Schizoneura lanuginosa sowie der Ulmenblätter (*Ulmus campestris*), auf denen sich jene Galle entwickelt, mit folgendem Ergebnis veröffentlicht:

|  | Galle | Ulmenblätter |
|--|-------|--------------|
|  | %     | %            |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . | 0,47  | 1,42         |
| Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . . | 0,04  | 0,21         |
| CaO . . . . .                            | 20,73 | 38,92        |
| K <sub>2</sub> O . . . . .               | 42,64 | 19,20        |
| SiO <sub>2</sub> . . . . .               | 12,10 | 35,80        |
| CO <sub>2</sub> . . . . .                | 9,87  | 0,79         |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .  | 1,50  | 0,40         |
| SO <sub>3</sub> . . . . .                | 4,88  | 1,57         |
| Cl . . . . .                             | 2,87  | 3,00         |
| C . . . . .                              | 0,00  | 2,70         |

Auch diese Analysen sind nicht einwandfrei. Erstens ergeben sie Summen von 95,10 % bzw. 104,01 %; zweitens fehlt das MgO gänzlich; wenn dies bei der Gallenasche auch möglich (wenngleich nicht wahrscheinlich) sein mag, da von anderer Seite ebenfalls die Armut der Gallen an Magnesia erwähnt wird, so kann dies unmöglich bei der Asche der Ulmenblätter zutreffen. Immerhin ergibt sich ein beiläufiges Bild von der Verteilung der Mineralstoffe in den Aschen, ähnlich demjenigen, das unsere Analysen liefern.

Aus unseren früheren Untersuchungen geht hervor, daß die Gallen zumeist ärmer an Mineralsubstanz sind wie die normalen Organe. Dagegen ist der in Wasser lösliche Anteil im Verhältnis zur Gesamtasche in der Regel größer. Dies steht im Zusammenhang mit der auffallenden Anreicherung des Kaliums. Die Phosphorsäure, Schwefelsäure und Chlor scheinen ebenfalls meist vermehrt zu sein, ebenso die Kohlensäure, was auf einen größeren Gehalt der Gallen an organischsauren Salzen hinweist. Sehr auffallend vermindert ist der Kalk, auch Eisenoxyd und Tonerde, häufig auch das Mangan, während die Magnesia un-

gefähr in gleicher Menge wie in den Aschen der normalen Organe auftritt. Sehr bemerkenswert ist die Verminderung der Kieselsäure.

10. Das chemische Hauptphänomen der Gallenbildung liegt offenbar in der Anreicherung niedrig molekularer, kristalloider oder doch leichter diffusionsfähiger Körper. Dies scheint auch für die Gallengerbstoffe zu gelten, insofern sie, wie man vom Tannin weiß, wenn schon nicht kristalloid, so doch niedriger molekular sein dürften wie die normalen Pflanzentannoide. Die in der I. Mitteilung geäußerte Anschauung ist nunmehr dahin zu erweitern, daß als osmotisch wirksame Stoffe nicht bloß Mineralstoffe, organische Säuren und Zucker, sondern auch einfacher gebaute Stickstoffverbindungen, ferner Gerbstoffe und ihnen nahestehende Körper in Betracht kommen. Mit der Anreicherung solcher Stoffe wäre, sowie in jungen Pflanzenteilen, Früchten und rübenartigen Wurzeln eine Erhöhung des osmotischen Druckes und eine lebhaftere Saftbewegung zur Galle hin verbunden. Daß die Saftzufuhr eine lebhafte ist, geht schon daraus hervor, daß die von der Galle befallenen Organe nur wenig und meist nur in der nächsten Umgebung der Ansatzstelle leiden und daß, wie Molliards Untersuchungen zeigen, die Zusammensetzung gallentragender Blätter keine Verarmung an stickstoffhaltigen Stoffen aufweist, während allerdings nach Vandervelde<sup>1)</sup> eine Verminderung an Mineralstoffen bemerkbar ist. Eine energische Saftbewegung findet auch zu den Früchten hin statt und es scheint, daß der oft betonten morphologischen Ähnlichkeit zwischen Gallen und Früchten (wobei nicht bloß saftige, sondern auch trockene Früchte in Betracht kommen) auch eine gewisse chemische Analogie entspricht.
11. In den Gallen verlaufen die synthetischen Prozesse offenbar langsamer und unvollständiger wie in den normalen Organen. Ob der Chlorophyllmangel dabei die fundamentale

<sup>1)</sup> Bot. Jaarb. Dodonaea 8, 102 (1896).

Erscheinung ist, wie mehrfach angenommen wird, ist angesichts der Tatsachen zu bezweifeln, daß, wie schon erwähnt, Gallenbildung auch an chlorophyllarmen Organen (z. B. Blüten) auftritt und andererseits auch stark grüne Gallen existieren.

Wenn auch die bisherigen Forschungen einen gewissen Einblick in die Biochemie der Gallenbildung gewähren, so ist doch nicht zu verkennen, daß der Kern der ganzen Frage, nämlich die Natur der Reizstoffe, noch nicht angeschnitten ist. Auch besteht nicht viel Hoffnung, dieser Frage gegenwärtig auf makrochemischem Wege beizukommen, besonders mit Rücksicht auf die vielen, meist vergeblichen Versuche, durch Einwirkung von chemischen Stoffen, Organsäften u. dgl. künstlich Gallen zu erzeugen, da wir selbst in den Fällen, in denen eine Art Gallenbildung gelungen ist, über die Natur der Reizstoffe im Dunkeln sind.

Die Annahme, daß in den Sekreten der Gallenerzeuger Fermente (besonders Karbohydrasen und Proteasen) enthalten seien, hätte im Sinne unserer Anschauungen insofern etwas für sich, als die enzymatischen Prozesse die Bildung niedrigmolekularer Stoffe erklärlich machen. Der Nachweis solcher Fermente ist uns aber bisher nicht gelungen, wobei freilich zu bemerken ist, daß es sich möglicherweise um eine lokal engbegrenzte Erscheinung an der Ansatzstelle und somit um so kleine Fermentmengen handelt, daß der makrochemische Nachweis versagt. Das Vorhandensein solcher Fermente könnte übrigens nur die Tumorbildung und auch diese nur zum Teil erklären, da die Mineralstoffbewegung oder die Bildung von Sklerenchym dadurch nicht begreiflicher wird. Ganz dunkel bleibt nach wie vor die Natur des formativen Reizes. Bemühungen in dieser Richtung sind wohl aussichtslos, solange wir über den Zusammenhang der spezifischen Konstitution des Protoplasmas und der spezifischen Gestalt der normalen Pflanze nichts wissen.

Die nächsten Aufklärungen auf diesem schwierigen Gebiete sind nach unserer Meinung auf dem Wege der Mikrochemie, verbunden mit der Entwicklungsgeschichte, zu erhoffen.