

Chemische Untersuchungen über Pflanzengallen.

II. Mitteilung.

Von

Julius Zellner.

(Der Redaktion zugegangen am 16. Februar 1918.)

Unter Bezugnahme auf die erste Mitteilung über diesen Gegenstand¹⁾ berichte ich im folgenden über einige Untersuchungen, die sich inhaltlich ergänzend und erweiternd an die früheren Studien anschließen.

Zunächst wurde noch eine Eichengalle untersucht und zwar die sehr bekannte, von Cynips Kollari auf den Sproßenden von *Quercus sessiliflora* hervorgebrachte, nahezu kugelförmige, feste, braungrüne Galle, die zu der Gruppe der in der Praxis nicht immer genügend unterschiedenen «mitteleuropäischen Galläpfel» gehört. Sie wurde im November 1914 auf dem Bisamberge bei Wien gesammelt. Die Analyse ergab folgende Zahlen (in Prozenten der Trockensubstanz):

Petrolätherauszug	0,79	Rohfaser	35,58
Ätherauszug	1,09	Asche	2,21
Wasserauszug	45,65	In Wasser unlösl. Teil der	
Gerbende Stoffe	30,73	Gesamtasche	22,45
In Wasser lösliche Nichtgerb-		Mn ₂ O ₄	verhanden
stoffe	14,92	Extraktasche	2,17
Reduzierender Zucker	1,07		

Es liegen nunmehr die Analysen von dreierlei Gallen vor, die auf demselben Organ derselben Pflanzenart von dreierlei Arten der Insektengattung Cynips (*C. conglomerata*, *tinctoria* und *Kollari*) hervorgebracht werden. Die Unterschiede liegen hauptsächlich in dem Gehalt an Rohfaser und Gerbstoff.

¹⁾ Diese Zeitschr., Bd. 90, S. 495 (1914).

Hingegen herrscht bezüglich mehrerer anderer Bestandteile: der in Wasser löslichen Nichtgerbstoffe, des reduzierenden Zuckers und der Asche eine bemerkenswerte Übereinstimmung, ferner auch darin, daß fast sämtliche Mineralstoffe in wasserlöslicher Form in den Gallen vorhanden sind, daß alle Mangan enthalten, daß der Stickstoffgehalt in allen Fällen sehr klein ist (unter 0,5%) und daß Stärke entweder gar nicht oder nur in sehr geringer Menge nachgewiesen werden konnte. Holzsubstanz (Lignin) ist in allen drei Gallen vorhanden. Dieser Tatsachenkomplex weist entschieden auf einen gemeinsamen Typus der Achsensproßgallen der Eiche hin.

Als Gegenstück zu diesem Fall (Gallen verschiedener Insekten auf demselben Pflanzenorgan) wurde nun auch derjenige in Betracht gezogen, in welchen Gallen von demselben Insekt auf analogen Organen verschiedener Pflanzen erzeugt werden.

Die Untersuchung der betreffenden Gallen wurde ursprünglich zur weiteren Prüfung der Ansicht unternommen, daß obstartig aussehende Gallen reich an Zucker sind (I. Mitteilung). Es handelt sich um die zwar äußerlich obstartigen, aber lederig dünnen, hohlen Gallen der *Pontania gallarum* Hart. (= *P. salicis* Christ) auf den Blättern von *Salix daphnoides*. Das Material war im August 1916 in Aussee (Steiermark) gesammelt worden; die Ergebnisse der Analyse, die sich gleichzeitig auf normale Blätter desselben Baumes bezog, sind (in Prozenten der Trockensubstanz) folgende:

	Blätter von <i>Salix daphnoides</i>	Galle von <i>Pontania gallarum</i>
Petrolätherauszug	5,29	1,87
Ätherauszug	2,51	0,69
Wasserauszug	40,96	50,20
Gerbende Stoffe	5,59	11,16
Wasserlösliche Nichtgerbstoffe .	35,37	39,04
Reduzierender Zucker	3,49	9,49
Rohfaser	13,67	21,11
Asche	10,80	3,84
In Wasser unlösl. Teil der Gesamtasche	91,53	28,71
Extraktasche	6,97	3,47

Es zeigt sich, daß tatsächlich der Zuckergehalt bedeutend erhöht ist; auch die übrigen in der 1. Mitteilung besprochenen Verhältnisse wiederholen sich hier mit der bemerkenswerten Ausnahme, daß die Galle einen höheren Rohfasergehalt aufweist, als das Blatt der Weide.

Dasselbe Insekt bringt nun auch auf den Blättern der *Salix purpurea* Gallen hervor, die den auf *Salix daphnoides* erzeugten zwar ähnlich, aber doch von ihnen deutlich unterscheidbar sind (durch geringere Größe, derbere, dickere Wandung und eine mehr ins Rote spielende Farbe). Das Material wurde bei Obergrafendorf (in Niederösterreich) im August 1916 gesammelt.

Die Analyse ergab in Prozenten der Trockensubstanz:

Petrolätherauszug	2,43	Reduzierender Zucker	10,73
Ätherauszug	1,13	Rohfaser	13,31
Wasserauszug	60,02	Asche	3,36
Gerbende Stoffe	11,04	In Wasser unlösl. Teil in Pro-	
In Wasser lösl. Nichtgerbstoffe	48,98	zenten der Gesamtasche .	35,97

Die Übereinstimmung der chemischen Zusammensetzung der beiden Gallen ist, wie man sieht, eine recht weitgehende; der Unterschied liegt auch hier hauptsächlich in dem ungleichen Rohfasergehalt und dem damit zusammenhängenden ungleichen Gehalt an wasserlöslichen Stoffen.

Da in den Untersuchungen Molliards¹⁾ auf die von mir bisher nicht berücksichtigten Stickstoffsubstanzen ein großes Gewicht gelegt wird, habe ich nun auch in einigen der bisher studierten Gallen sowie in den zugehörigen Pflanzenorganen Stickstoffbestimmungen ausgeführt. Die untenstehenden Zahlen bedeuten Prozente Stickstoff in der Trockensubstanz.

Blätter von <i>Quercus sessiliflora</i>	1,60	Galle von <i>Cynips folii</i> auf <i>Quercus</i>	0,29
Junge Zweige von <i>Quercus sessiliflora</i>	1,85	Galle von <i>Cynips Kollari</i> auf <i>Quercus</i>	0,38
Blätter von <i>Salix daphnoides</i>	2,25	Galle von <i>Pontania gallarum</i> auf <i>Salix</i>	0,57

¹⁾ Revue Générale de Botanique, Tome 25 (1913).

Ich brauche wohl kaum zu bemerken, daß die Gallen vor der Analyse von den Insekten und ihren Exkrementen sorgfältig befreit worden waren.

Bezüglich der qualitativen Zusammensetzung der bisher untersuchten Insektengallen hätte ich noch folgendes zu bemerken:

Die Petrolätherauszüge, deren relative Menge gering ist, enthalten neben Fett Chlorophyll, wachsartige Stoffe,¹⁾ kleine Mengen von Phytosterinen. Daß der Chlorophyllgehalt in den Gallen wesentlich kleiner ist als in den normalen Organen, ist eine längst bekannte Tatsache.

Die Ätherauszüge enthalten nur wenig Harz, sie bestehen der Hauptsache nach aus weißen oder gelblichen, pulverigen Körpern, die zu den Gerbstoffen in naher Beziehung zu stehen scheinen.²⁾ Diese Körper sind in Holzgeist und Alkohol löslich und geben in diesen Lösungen mit Eisenchlorid grüne oder braungrüne Färbungen; durch basisches Bleiacetat werden sie gefällt.

In die Wasserauszüge gehen außer den Gerbstoffen meist beträchtliche Mengen amorpher Kohlenhydrate; Stärke findet sich in manchen Gallen gar nicht (*Cynips tinctoria*, *folii*, *Rhodites rosarum*), in andern nur in geringer Menge (*Cynips Kollari*, *conglomerata*, *Pontania gallarum*); weiters läßt sich Traubenzucker in sehr wechselnder Menge nachweisen; Anthokyan wurde bei den Gallen von *Cynips folii*, *Rhodites* und *Pontania* gefunden; endlich sind stets organischsaure Salze (bes. Kaliumverbindungen) und kleine Mengen stickstoffhaltiger Stoffe (wahrscheinlich Eiweißabkömmlinge) nachweisbar. Abgesehen von den Gerbstoffen zeigt die Zusammensetzung der Gallen somit nichts besonders Auffallendes. Damit steht der mikroskopische Befund im Einklang. «Die leblosen Inhaltsbestandteile der Gallen — Stärke, Eiweißkörner, Fetttropfen, Calciumoxalatkrystalle u. dgl. mehr — zeigen keine nennenswerten Abweichungen vom Normalbefund» (Küster).³⁾

¹⁾ Dahin gehört wohl auch Kochs Gallocerin (Phytochemische Untersuchungen, Dissertation Lausanne 1895).

²⁾ Stoffe dieser Kategorie sind die von Kuntz-Krause dargestellte Cyclogallipharsäure (Archiv d. Pharmazie, Bd. 242, S. 256 [1904] und das von Nierenstein isolierte Galloyl-leucin (Diese Zeitschr., Bd. 92, S. 53 [1914]).

³⁾ Küster, Die Gallen der Pflanzen 1911, S. 204.

Von Membranstoffen ist in erster Linie Cellulose zu nennen; je nach dem Organ, das in die Gallenbildung eingeht, kann auch Holzstoff (Lignin) vorkommen (so bei den Stengelknospengallen von *Cynips conglomerata*, *tinctoria*, *Kollari*, *Rhodites*); außerdem sind stets erhebliche Mengen anderer, in indifferenten Lösungsmitteln unlöslicher, aber leichter als Cellulose abbaufähiger Polysaccharide vorhanden; wie aus den obigen Analysen hervorgeht, beträgt die Quantität derselben im Mittel ungefähr 20%. Auch diese Verhältnisse weichen von denjenigen normaler Organe nicht wesentlich ab.

Der geringe Gehalt an Nährstoffen (Fett, Eiweiß, Stärke) weist deutlich darauf hin, daß die untersuchten Gallen keinesfalls als Speicherorgane betrachtet werden können. Wenn auch längst bekannt ist, daß in den inneren Teilen vieler Gallen Nährgewebe vorhanden sind, die den Inwohnern die nötige Nahrung liefern,¹⁾ so kann die Menge dieser Nährstoffe im Verhältnis zum Gesamtgewicht der Galle doch nur gering sein. Dies wird auch begreiflich, wenn wir bedenken, daß in den untersuchten Fällen das Gewicht des gallenbildenden Tieres und damit auch sein Nährstoffbedarf im Verhältnis zur Galle nur klein ist. Nennen wir das Verhältnis zwischen dem Gewicht der völlig ausgebildeten Galle zum Gewicht des vollkommen entwickelten Insektes die gallenbildende Kraft des letzteren, so erhalten wir in einigen der oben genannten Fälle folgende Werte.

Spezies	Trockensubst. in Grammen (Mittel aus 50 Individuen)			Gallen- bildende Kraft
	Galle	Insekt	Exkreme- nte i. einer Galle	
<i>Cynips Kollari</i>	1,192	0,0011	0,010	1083
<i>Cynips folii</i>	0,320	0,0020	—	160
<i>Pontania gallarum</i> auf <i>Salix daph- noides</i>	0,068	0,0012	0,016	56
<i>Pontania gallarum</i> auf <i>Salix pur- purea</i>	0,058	0,0012	0,003	48

¹⁾ Küster, l. c., S. 232.

Wichtig wäre es vielleicht auch die Lebendgewichte zu vergleichen, da auch der pathologisch erhöhte Wassergehalt der Galle für den abnormen Stoffwechsel in Betracht kommt. Für *Cynips folii* z. B. ergeben sich folgende Werte: Lebendgewicht einer Galle im Mittel 2,506 g, einer Gallwespe 0,0043 g, daher gallenbildende Kraft 595.

Ich unterlasse es vorläufig, aus den bisher gewonnenen Resultaten weitergehende Schlüsse zu ziehen. Bei einem so vielgestaltigen und komplizierten Phänomen, wie es die Gallenbildung ist, können nur auf Grund umfassender Untersuchungen allgemeine Gesichtspunkte gewonnen werden. Ich will nur auf einige Umstände hinweisen, die deutlich zeigen, wie vorsichtig man hier mit Verallgemeinerungen sein muß. Der Stickstoffgehalt der von mir bisher untersuchten Gallen ist recht niedrig; ähnliches fanden auch Koch¹⁾ und Manceau²⁾ bei verschiedenen Eichengallen; Molliard³⁾ dagegen gibt für eine Reihe anderer Gallen Stickstoffwerte von 0,4—5,3% an und Roncali⁴⁾ für Gallen von *Pemphigus cornicularius* Werte von 2,5—6,99%. Ähnlich liegt die Sache beim Stärkegehalt: die von mir untersuchten Gallen waren stärkefrei oder sehr arm daran; Roncali⁴⁾ fand dagegen bei Gallen von *Cynips Mayri* 8,9%, Figdor⁵⁾ gibt für Aleppogallen (*Cynips tinctoria* auf *Quercus lusitanica*) 2%, für chinesische Galläpfel (*Schlechtendalia chinensis* auf *Rhus semialata*) 8% Stärke an. Wie sehr der Gehalt an reduzierendem Zucker schwankt, geht aus Kochs¹⁾ und meinen Untersuchungen hervor.

Analoges wird sich wohl auch noch für andere Stoffe herausstellen, wenn einmal reichlicheres Analysenmaterial vorhanden sein wird. Dies ist auch nicht anders zu erwarten. Denn die chemische Beschaffenheit der Galle muß sich natur-

¹⁾ l. c., S. 10.

²⁾ Sur le tannin de la Galle d'Alep et la Galle de la Chine, Thèse, Paris 1896.

³⁾ l. c., II. Abschnitt, Kapitel 7.

⁴⁾ Contributo alla studio della composizione chimica delle galle (Marcellia, Jg. 1904 und 1905).

⁵⁾ In Wiesners Rohstoffen des Pflanzenreichs. 2. Aufl., 1. Bd., S. 678.

gemäß nach derjenigen der betreffenden Pflanzenspezies im allgemeinen und der des befallenen Organes im besonderen richten; die Galle ist ja doch ein Teil der befallenen Pflanze und wird daher deren chemische Eigenheiten bis zu einem erheblichen Grade an sich tragen. Auch wird der Entwicklungszustand von Wirtspflanze und Galle von Einfluß sein. In einem andern Sinne kann aber die Galle auch als ein pflanzlicher Parasit betrachtet werden, der allerdings nicht aus eigener Initiative, sondern unter dem Druck des Gallenerzeugers seine Tätigkeit entfaltet und daher die den parasitischen Pflanzen gemeinsamen chemischen Züge aufweisen wird. Diese letztere Idee war es, die mich vom Studium der heterotrophen Phanerogamen¹⁾ auf das der Gallen geführt hat, und ich werde in dieser Meinung dadurch bestärkt, daß, wie ich erst später erfuhr, auch andere Bearbeiter der Frage sehr verwandte Anschauungen geäußert haben (Pantanelli,²⁾ Paris und Trotter,³⁾ Molliard.⁴⁾ Doch halte ich, wie bereits erwähnt, das bisher gewonnene Tatsachenmaterial nicht für ausreichend, um den Chemismus der Gallenbildung in seiner Allgemeinheit aufzuklären.

¹⁾ Monatshefte, Bd. 35, S. 333 (1914) und Bd. 35, S. 1511 (1914).

²⁾ Stazione sperim. agrar. ital., 1909, S. 42.

³⁾ Marcellia 1911, S. 10.

⁴⁾ Revue Générale de Botanique 1913.
