einer einzelnen Blüte oder mit einem ganzen Blütenstand endigen, niemals kann sich derselbe nach dem Abfallen der Früchte geradlinig verlängern, sein Spitzenwachstum ist ein für allemal abgeschlossen. Dagegen können aus den Achseln tieferstehender Laubblätter Seitentriebe hervorgehen und über die vernarbte Stelle hinauswachsen, was natürlich den Typus der Verzweigung und die Architektonik des ganzen Stammes wesentlich beeinflußt. Dieser Einfluß tritt insbesondere bei den Holzpflanzen, zumal bei hochgewachsenen Sträuchern und Bäumen, auffallend hervor. Indem nämlich der vernarbte Gipfel eines Zweiges durch zwei nahe unterhalb der Narbe entspringende Seitenzweige überragt wird, entsteht eine mehr oder weniger regelmäßige zweizinkige Gabel, und wenn sich an den Zinken dieser Gabel der eben geschilderte Vorgang wiederholt, so ergibt sich eine sehr zierliche Form der Verzweigung, die selbst an den älteren Ästen noch zu erkennen ist und dem Strauch oder Baum ein ganz eigentümliches Gepräge verleiht. Während der jährliche Höhenzuwachs an den in solcher Weise verzweigten Holzpflanzen nur ein geringer ist, geht die Krone derselben auffallend in die Breite, und die älteren blattlosen Äste haben gewöhnlich das Ansehen eines Geweihes oder eines verschränkten, nach oben zu sich verbreiternden Gitterwerkes, wie das in auffallender Weise bei dem Essigbaum (Rhus typhina) und bei mehreren Äskulusarten (z. B. Aesculus flava und discolor) zu sehen ist. Bei dem Oleander (Nerium Oleander) und häufig auch bei unserer bekannten Mistel (Viscum album) wird der vernarbte Scheitel des Hauptsprosses von drei wirtelig gestellten Seitensprossen überholt, wodurch wieder eine eigentümliche Abänderung dieser Verzweigungsform veranlaßt wird.

Der innere Bau des Hochblattstammes, zumal die Anordnung des mechanischen Gewebes, entspricht immer den Aufgaben, welche dem Träger von Blüten und Früchten naturgemäß zukommen. Handelt es sich darum, daß die Blütenteile und die aus ihnen hervorgehenden Früchte in aufrechter Lage erhalten werden, so sind die Stiele und auch die betreffende Spindel biegungsfest gebaut. Die Stiele und Spindeln hängender Blüten und besonders hängender schwerer Früchte sind dagegen zugfest gemacht und in beiden Fällen mit entsprechend gelagertem und verstärktem mechanischem Gewebe ausgestattet. Derselbe Bastzylinder, welcher zur Zeit des Öffnens der Blumen die Biegungsfestigkeit des aufrechten Blütenstieles herzustellen hatte, wird später auf Zugfestigkeit in Anspruch genommen, wenn aus der aufrechten Blüte eine hängende Frucht hervorgegangen ist. Auch das Umgekehrte kommt vor, und nicht selten werden aus hängenden zugfesten Blütenstielen aufrechte, sehr biegungsfeste, bei dem Ausstreuen der Samen beteiligte Fruchtstiele. Übrigens spielt bei allen diesen Lageänderungen auch die Turgeszenz des an der Peripherie der Blütenstiele ausgebildeten parenchymatischen Gewebes eine hervorragende Rolle.

---

9. Abweichende Formbildung im Pflanzenreiche.

Mißbildungen.

Es ist nicht zu verkennen, daß in der Formbildung der Organe eine wiederkehrende, feste Regel herrscht, die dem Beobachter so zur Gewohnheit geworden ist, daß er Abweichungen davon nicht erwartet. Treten sie doch ein, so wirken sie überraschend, und indem man das als regelrecht angenommene als das Normale bezeichnet, nennt man die abweichenden Formen

abnorm, pathologisch, krankhaft. Was die Regel normaler Bildungen beherrscht, ist unbekannt. Man spricht wohl von inneren, erblichen Eigenschaften und bildlich von einem Typus, einem Bauplan. Aber das sind nur Bekenntnisse unserer unvollkommenen Einsicht. Die regelmäßigen Formbildungen sind in diesem Bande ausführlich beschrieben worden. Aber auch die gelegentlich vorkommenden „Bildungsabweichungen", wie man sie genannt hat, erfordern unsere Aufmerksamkeit und unser Interesse bis zu einem gewissen Grade. Sie erscheinen beinahe als Abwege von dem in der Natur vorgezeichneten Gesetz, was man mit dem Ausdruck des Pathologischen bezeichnen möchte, und dennoch haben auch diese Formen ihre Ursachen, denen zufolge sie so gut wie die normalen entstehen müssen. Besonders ist hervorzuheben, daß nicht jede Abweichung von einer als normal bezeichneten Form krankhaft zu nennen ist. Man nennt krankhaft z. B. eine übermäßige Vermehrung der Gewebe, was man als eine Hypertrophie bezeichnet. Wenn aber bei einer Zuckerrübe eine Hypertrophie der Wurzel eintritt, so nennt man das nicht krankhaft, obgleich die Wurzelform von der normalen abweicht. Man erkennt in diesem hypertrophischen Wachstum der Wurzel einen wichtigen Zweck für das Leben der Pflanze, die Schaffung eines Speicherraumes. Daher wird man am besten nur dann Formänderungen als krankhaft oder pathologisch bezeichnen, wenn dabei eine Herabsetzung oder ein Verlust wichtiger Funktionen stattfindet. Blätter, die durch Eisenmangel ihr Chlorophyll nicht entwickeln, sind krankhaft verändert. Einen Pilz, der von Anfang an chlorophyllos ist, kann man nicht als krankhafte Bildung bezeichnen.

Campanula Medium mit einfachen und gefüllten Blüten. (Zu S. 197.)

Die pathologischen Erscheinungen sind so gut wie die normalen mit Formbildung verbunden, sie treten überhaupt meist nur durch ihre charakteristischen Formen in die Erscheinung. Ihre Fülle ist so groß, daß man ganze Bände mit der Beschreibung der krankhaften Gestaltungen füllen kann. Hier kann daher nur das Auffallendste von solchen Tatsachen geschildert werden.

Von vielen pathologischen Erscheinungen kennt man die Ursachen, namentlich von allen denen, die man besonders als „Pflanzenkrankheiten" bezeichnet. Sie werden nur zum kleinen Teil durch Einflüsse des Bodens und des Klimas allein hervorgerufen. Meistens sind es Insekten oder Pilze, welche als Parasiten die Pflanze oder ihre Teile befallen, worauf schon in Band I hingewiesen wurde. Der Parasit veranlaßt fast immer abnormes Wachstum der befallenen Gewebe, wobei dann Formen entstehen, die vom Normalen abweichen, und an denen man auch gemeiniglich die Natur des Parasiten erkennt.

Digitalis purpurea mit großer glockenförmiger Gipfelblüte, die durch Verwachsung und Umbildung mehrerer Blüten entstanden ist. (Zu S. 197.)

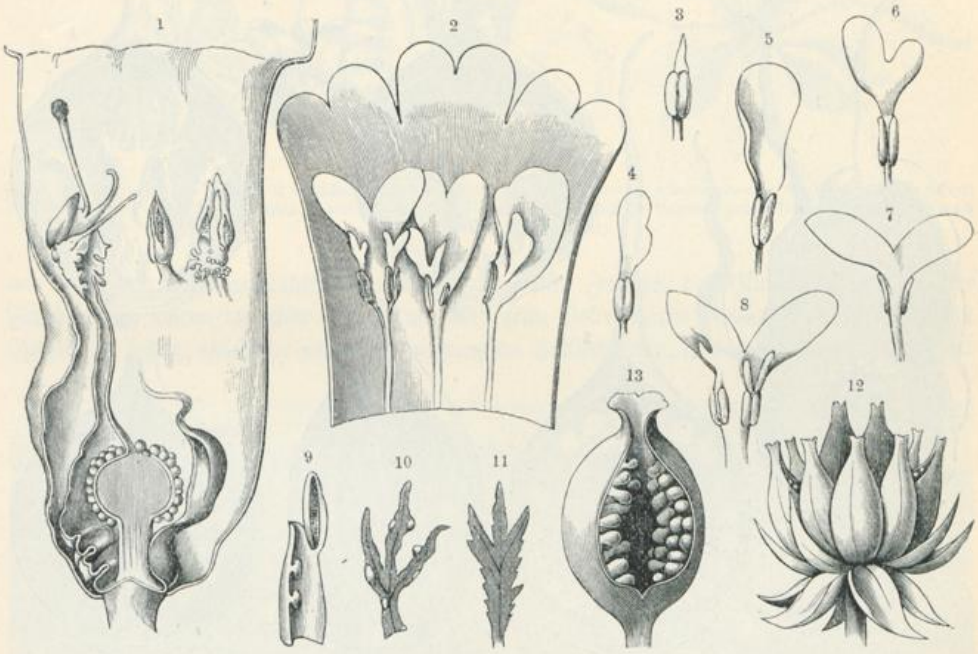
In anderen Fällen sind die Ursachen der Formabweichung nicht bekannt. Es sind innere Stoffwechselvorgänge, welche die Entwickelung der Organe abnorm beeinflussen. Die dadurch entstehenden Formen pflegt man im Gegensatze zu den Pflanzenkrankheiten als Mißbildungen zu bezeichnen.

Es gibt nun hier allerlei Übergänge von dem Normalen zum Abnormen, was namentlich bei den Blüten sehr anschaulich wird. Manche der Formabweichungen, die man bei Blüten beobachtet, können deshalb nicht als pathologisch bezeichnet werden, weil die Funktion als Fortpflanzungsorgan unter Umständen noch erhalten bleibt. Das ist z. B. bei vielen gefüllten Blüten der Fall, die man auch in der Regel nicht als pathologische Bildungen betrachtet. Man braucht nur an die „Königin der Blumen", die Rose, zu denken.

Die gefüllten Blüten sind sehr häufig nichts anderes, als Blüten, in welchen Pollenblätter in Blumenblätter umgewandelt wurden. Bei den gefüllten Rosen, Nelken und Primeln kann man alle Übergangsstufen und Mittelformen zwischen Pollenblättern und Blumenblättern sehen (s. Abbildung, S. 197, Fig. 3—8). Häufig bemerkt man an der Stelle, wo das Blumenblatt in den sogenannten Nagel zusammengezogen ist, eine Schwiele von gelblicher Farbe, welche eine verkümmerte Anthere ist, nicht selten ist dort auch eine wirkliche Anthere zu sehen, welche ausgebildeten Pollen enthält. Eine bei diesen gefüllten Blüten oftmals beobachtete Erscheinung ist auch, daß mit der Umwandlung der Pollenblätter in Blumenblätter eine Vermehrung der Blattgebilde Hand in Hand geht. An Stelle eines Pollenblattes treten zwei nebeneinander

stehende, halb in Blumenblätter umgewandelte Pollenblätter auf, oder es findet eine Vermehrung in der Weise statt, daß überzählige hintereinander stehende Blätter entstehen, oder endlich es kommen beide Erscheinungen zugleich vor (s. die gefüllte Primel in Fig. 2 und 8 der untenstehenden Abbildung). Gefüllte Blüten können aber häufig noch so viel entwickelte Staubgefäße und Fruchtknoten enthalten, daß sie Samen bilden.

Sehr auffallende Gestalten entstehen, wenn die Füllung nur eine beschränkte bleibt, z. B. wenn sich der Kreis der Staubfäden in eine zweite Blumenkrone umwandelt, was die auf S. 195 gegebene Abbildung einer Blüte von Campanula Medium erläutert. Es sieht aus,



Pollenblätter aus gefüllten und vergrünten Blüten: 1) Längsschnitt durch eine vergrünte Blüte der Primula japonica; 2) Längsschnitt durch eine gefüllte Blüte der Primula spectabilis, 3—8) einzelne Pollenblätter aus derselben Blüte; 9) Pollenblatt aus einer vergrünten Blüte der Tigerlilie (Lilium tigrinum); 10) und 11) vergrünte Pollenblätter aus den Blüten einer Glockenblume (Campanula Trachelium); 12) vergrünte Blüte eines Steinbrechs (Saxifraga stellaris), 13) ein einzelnes Pollenblatt aus dieser vergrünten Blüte. Sämtliche Figuren 3—10fach vergrößert. (Zu S. 196—200.)

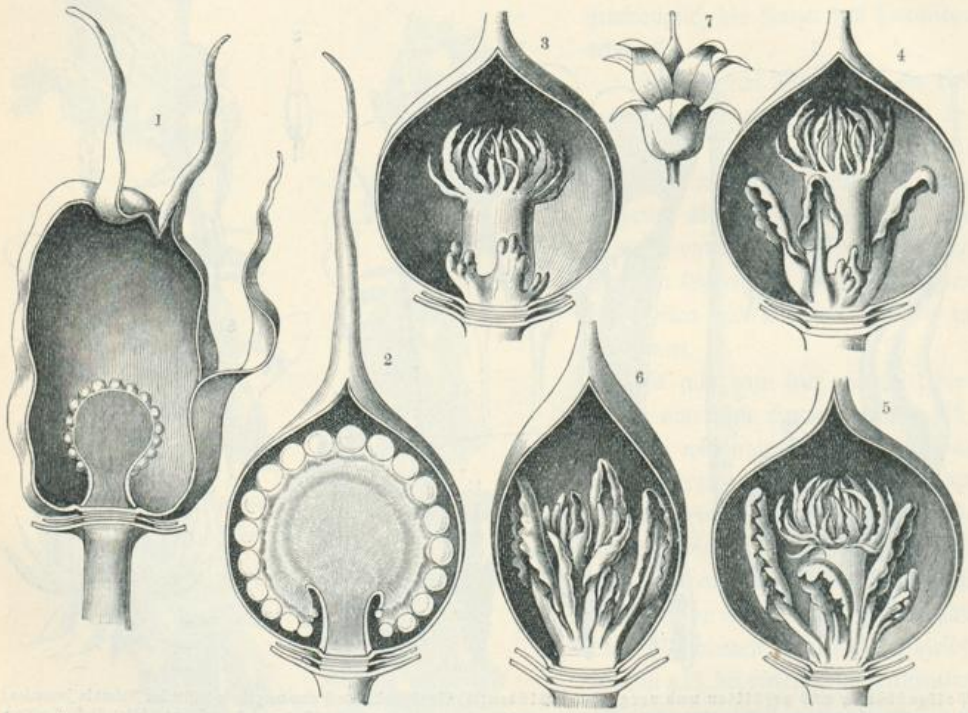
als ob man künstlich eine Krone in die andere gesteckt hätte. Die Staubgefäße sind aber gewöhnlich durch diese Umwandlung in eine Blumenkrone verbraucht worden.

Beim roten Fingerhut, dessen Blüten zygomorph sind, steht am Gipfel gelegentlich eine große, scheinbar regelmäßige Blüte (s. Abbildung, S. 196), die einer Glockenblume so ähnlich sein kann, daß der Laie dem Botaniker das Wunder berichtet, er habe einen Fingerhut mit einer Kampanulablüte gefunden. Diese Mißbildung entsteht in der Weise, daß mehrere Fingerhutblüten miteinander verwachsen. Man erkennt diese Verwachsung daran, daß die Mißbildung viel mehr Staubfäden als die normale Blüte besitzt, die aber meist verbildet sind. In der Mitte steht ein ebenfalls verbildeter Fruchtknoten, aus dem oft kleine grüne Blätter hervorkommen.

Andere Mißbildungen finden sich bei Blüten an deren einzelnen Teilen in verschiedener Form. Bald sind es die Blumenblätter, bald Staubfäden oder Fruchtblätter, die in grüne

Blätter von der Form kleiner Laubblätter umgebildet sind. Man bezeichnet darum diese Mißbildungen als „Vergrünungen" der Blüten, und es kann auch ein ganzer Blütenstand, z. B. bei Kompositen wie Bellis oder Dahlia, vergrünen. Von Dahlia variabilis befindet sich im Gießener Botanischen Garten eine Pflanze, welche dauernd allerlei Übergänge von gefärbten zu vollständig vergrünten Blütenköpfen erzeugt.

Bei allen Vergrünungen von Blüten pflegen die Blütenorgane, wie der Name andeutet, mehr oder weniger laubartig und grün zu werden, wodurch die Mißbildung natürlich besonders in die Augen fällt. In den S. 199 abgebildeten Vergrünungen sind bei Fig. 2 die Blumenblätter



Vergrünungen der Fruchtknoten der Primula japonica: 1—6) vgl. untenstehenden Text; 7) eine einzelne vergrünte Blüte von Primula japonica. (Zu S. 200.)

zu grünen Blättern geworden, Staubfäden sind vorhanden, die Fruchtblätter sind ebenfalls da, aber abnorm ausgebildet; bei Fig. 1 sind dagegen die drei Fruchtblätter völlig blattartig geworden; in Fig. 3 ist ein einzelnes solches verbildetes Fruchtblatt dargestellt.

Bei den Vergrünungen der Blüten kommt es mitunter vor, daß die Pollenblätter in Fruchtblätter umgewandelt erscheinen, oder daß sich in den Blüten einzelne Blätter finden, welche halb Pollenblatt, halb Fruchtblatt sind. An solchen Mißbildungen ist bemerkenswert, daß die Anthere oder doch die Schwiele, welche als verkümmerte Anthere gedeutet werden muß, gewöhnlich höher steht als der Teil des Fruchtblattes, welcher die Samenanlagen trägt (s. Abbildung, S. 197, Fig. 1 und 9). Übrigens zeigt die Vergrünung der Blüte eines Steinbrechs (Saxifraga stellaris), welche in der Abbildung auf S. 197 durch die Figuren 12 und 13 dargestellt ist, daß Antheren und Samenanlagen auch aus demselben Teile der Blüte hervorgehen können. Es waren bei dieser Blüte (Fig. 12) zehn Blumenblätter, fünf herabgeschlagene

Kelchblätter und fünf schmale, aufrechte vergrünte Kronenblätter, entwickelt; den Abschluß der Blüte bildete eine Fruchtanlage aus zwei Fruchtblättern (in der Fig. 12 dunkel schraffiert),

Blütenmißbildungen: 1) und 2) vergrünte Blüten des Rittersporns (Delphinium caschmirianum), 3) vergrüntes Fruchtblatt derselben Pflanze, 4) normale Fruchtknoten derselben Pflanze; 5) Längsschnitt durch ein einzelnes Fruchtblatt; 6) Längsschnitt durch die Samenanlage. (Zu S. 200.)

wie sie in den Steinbrechblüten gewöhnlich vorkommt. Zwischen den Blumenblättern und der Fruchtanlage waren an jener Stelle, wo sonst zehn Pollenblätter einen Wirtel bilden, zehn Gebilde zu sehen, welche in gewisser Beziehung an Pollenblätter, in anderer Beziehung wieder

Celosia cristata (Hahnenkamm) mit verbänderten Blütensprossen. (Zu S. 200.)

an Fruchtblätter mahnten. Ein einzelnes derselben ist durch die Figur 13 abgebildet. Das freie Ende wurde durch eine unregelmäßig gekerbte Schuppe gebildet, welche mit der Narbe eines Stempels, aber ebensogut mit dem über die Anthere sich erhebenden Fortsatz verglichen werden kann. Was darunter folgt, war tief ausgehöhlt, und in der Höhlung waren rechts und

links in je vier Reihen gelbe warzenförmige Körper zu sehen, welche man beim ersten Anblick für Samenanlagen hätte halten mögen, die sich aber bei näherer Untersuchung als sogenannte Urmutterzellen des Pollens herausstellten, indem jede derselben aus einer großen Zelle bestand, welche die Mutterzellen des Pollens umschloß. Die Abbildungen der japanischen Primel, S. 198, zeigen sehr verschiedene Stufen der Vergrünung. In Fig. 2 erscheint der Fruchtknoten noch ziemlich normal, die Säule im Inneren (die Plazenta) ist ausgebildet und mit Samenknospen besetzt. Der Griffel und die Narbe sind dagegen verkümmert. In Fig. 1 haben sich die zusammengewachsenen Fruchtblätter zum Teil getrennt und zu schmalen Blättern entwickelt. Im Inneren des Gehäuses ist eine Plazenta mit verkümmerten Samenknospen vorhanden. Die Abbildungen 3—6 zeigen sehr hübsch die verschiedene Umbildung der Säule in eine beblätterte Achse und der Samenanlagen in Blätter und bedürfen, ebenso wie die auf S. 199 abgebildeten Blütenmißbildungen, keiner ausführlichen Beschreibung mehr.

Fasziation eines Spargelsprosses.

In einer Reihe von Fällen hat man nachgewiesen, daß Blüten vergrünen, wenn sich in ihren Knospen Blattläuse ansiedeln und die jungen Organe verletzen. Ob dabei Stoffe von den Blattläusen abgeschieden werden, die in die Anlagen eindringen, oder ob nur der mechanische Reiz der Saugwerkzeuge der Tiere wirksam ist, um diese auffallenden Formänderungen herbeizuführen, ist noch nicht festgestellt.

Eine ganz auffallende, an Stengeln einer ganzen Reihe von Pflanzen häufig auftretende Mißbildung ist die Verbänderung oder Fasziation. Die normalerweise zylindrischen Stengel werden bei ihrem krankhaften Wachstum ganz flach, und da die auf schmalem Raume zusammengedrängten Gefäßbündel auf der Oberfläche des bandförmigen Stengels hervortreten, so sieht es aus, als ob derselbe aus zahlreichen Stengeln verwachsen wäre. Das ist aber nicht der Fall, es handelt sich nur um eine Verbreiterung eines Stengels. Man findet solche Verbänderungen bei Ranunculus bulbosus, Matthiola incana, Reseda odorata, Cichorium Intybus, Asparagus officinalis, Lilium candidum, Pinus sylvestris u. a. Die obenstehende Abbildung stellt eine sehr hübsche, dabei auch noch spiralig gedrehte Verbänderung eines Spargelstengels dar, der im Gießener Botanischen Garten auftrat. An dem bandförmigen flachen Hauptsprosse stehen eine Menge junger Seitensprosse.

Ursachen für die Verbänderung lassen sich nicht angeben. Bekannt ist nur, daß, wenn man einer jungen Pflanze einer Gartenbohne (Phaseolus) die Spitze abschneidet, die in den Achseln der Kotyledonen verborgenen Knospen auswachsen, merkwürdigerweise nicht als normale, sondern als verbänderte Sprosse.

In einigen Fällen hat man solche Verbänderungen gezüchtet, und sie sind erblich geblieben, wie bei den als Zierpflanzen gezogenen Hahnenkamm- oder Celosia-Arten (s. Abbildung, S. 199).

Hier sind auch am passendsten die merkwürdigen Drehungen von Stämmen zu nennen, die man als Zwangsdrehungen bezeichnet. Bei Dipsacus ist diese Formabweichung gleichfalls als erbliche Eigenschaft erzogen worden.

Unendlich groß ist die Zahl der Formabweichungen, welche durch pflanzliche Parasiten bei Pflanzen erzeugt werden. Wir können auf das gewaltige Gebiet der eigentlichen Pflanzenkrankheiten hier nicht ausführlich zurückkommen. Einiges davon ist in Band I, S. 355 ff., geschildert worden, wo auf die Beeinflussung der Form durch die Parasiten hingewiesen wurde.

An dieser Stelle mögen nur einige Ergänzungen durch solche Fälle folgen, die sich nicht ohne weiteres als Wirkungen eines Schmarotzers erkennen lassen, aber um so mehr durch ihre Form die Aufmerksamkeit erregen.

Es gehören dahin auffallende Geschwulstbildungen, die bei Holzpflanzen auftreten und gewöhnlich als Krebs bezeichnet werden, obwohl diese Krebse sehr verschiedenartiger Natur sind.

Krebsgeschwülste.

Als Krebsgeschwülste bezeichnete Hypertrophien werden zum Teil durch schmarotzende Pilze veranlaßt. In den meisten Fällen zeigen sie nicht nur eine von der Umgebung abweichende Gestalt, sondern auch ein übermäßiges Wachstum, was man als Hypertrophie zu bezeichnen pflegt. Ohne Zweifel wird die Hypertrophie durch einen von dem Schmarotzer ausgehenden Reiz veranlaßt. Wenn infolge der reichlichen Zufuhr von Baustoffen zu dem über das gewöhnliche Maß sich entwickelnden krebsig entarteten Gewebe auch dem Schmarotzer ein reichlicher Vorrat von Nährstoffen zur Verfügung gestellt wird, so kann man den Schluß ziehen, daß die Bedeutung der Hypertrophie in der Zufuhr reichlicher Nahrung für den Schmarotzer liegt. In vielen Fällen wird aber durch das hypertrophierte Gewebe nur ein Schutzwall gegen das weitere Übergreifen des Schmarotzers hergestellt. Es enthält dasselbe dann keine Nährstoffe, welche sich der Schmarotzer nutzbar machen könnte, sondern wird vorzüglich aus Korkzellen aufgebaut, welche zu zerstören oder aufzuzehren der Schmarotzer nicht imstande ist. Man könnte ein solches Gewebe mit dem sogenannten Wundkork vergleichen, welcher sich nach Verletzungen der Pflanzen an den von der Oberhaut entblößten Stellen oder auch an anderen Wunden einstellt und diese allmählich als schützende Schicht überwallt.

Der Bildungsherd der Krebse ist manchmal nur auf einen kleinen Teil der befallenen Pflanze beschränkt; in anderen Fällen sind ganze Blätter und Zweige und bisweilen sogar umfangreiche Sprosse krebsig entartet und umgestaltet.

Krebse, welche umfangreiche Stammstücke sowohl in ihrem inneren Bau als im äußeren Ansehen verändern, werden bei zahlreichen Holzpflanzen beobachtet. Der Schmarotzer nistet sich im Rindenparenchym ein, veranlaßt daselbst eine Hypertrophie, und dazu kommen nachträglich noch die mannigfaltigsten Störungen und Veränderungen im Holz des betreffenden Stammstückes. Der Stamm, Ast oder Zweig erscheint stark gewulstet oder knotig aufgetrieben, die Rinde mannigfaltig zerschrunden und zerrissen, und aus den Rissen der Wucherung fließt bisweilen Harz oder ein gummiartiger Schleim hervor. Da ein solcher Schmarotzer mehrere Jahre hindurch seine umgestaltende Tätigkeit ausübt, so nimmt der Krebs von Jahr zu Jahr an Umfang zu. Alljährlich kommen auch an der krebsig entarteten Stelle Sporenträger von mannigfaltiger Gestalt und Farbe zum Vorschein, welche

aber, nachdem die Sporen ausgestreut sind, wieder verschwinden. Der Teil des Stammes oder Astes oberhalb der Krebsgeschwulst verkümmert und stirbt früher oder später ab. Nur in seltenen Fällen vermag sich der Baum oder Strauch des Schmarotzers dadurch zu entledigen, daß die krebsig entartete Stelle von den angrenzenden gesunden Stammteilen aus mit Holz und Kork ganz überwallt und so der Schmarotzer vernichtet wird. Der auf den Stämmen und Ästen des gewöhnlichen Wacholders (Juniperus communis) durch Gymnosporangium clavariaeforme veranlaßte Krebs ist als Beispiel für diese unten in Fig. 1 abgebildete Form. Auf den Wacholderarten werden übrigens durch Gymnosporangium conicum, Sabinae und tremelloides auch noch andere Krebse veranlaßt, deren Unterschiede

Krebse: 1) Krebs an dem Stamm des Wacholders (Juniperus communis), verursacht durch Gymnosporangium clavariaeforme; 2) Krebse an den Blättern der Felsenmispel (Aronia rotundifolia), verursacht durch Gymnosporangium conicum.

eingehender zu beschreiben aber zu weit führen würde. Doch ist es wichtig, hier zu bemerken, daß jeder dieser Schmarotzer in zweierlei Entwickelungsstufen vorkommt, welche auf verschiedenen Wirtspflanzen leben und auf jeder Wirtspflanze ein anders gestaltetes Gebilde erzeugen. Die Äzidiumstufe (vgl. Bd. I, S. 388) erzeugt auf dem Laube verschiedener Pomazeen (Aronia, Crataegus, Pirus, Sorbus) an beschränkten Stellen knorpelige Anschwellungen, die Teleutosporenstufe dagegen an den Wacholdern (Juniperus communis, excelsa, Sabina) Verdickungen und knollige Auftreibungen der Stämme.

In großen Weißtannenwäldern finden sich nicht allzu selten Bäume, die an ihren Stämmen oder an den Ästen mächtige kugel- oder tonnenförmige Verdickungen zeigen, deren Borke tief eingerissen ist. Dieser Krebs der Weißtanne wird veranlaßt durch einen zu den Uredineen gehörigen Pilz Melampsora Caryophyllacearum, dessen Uredoform und Teleutosporenform sich auf Nelkengewächsen (Stellaria, Cerastium) entwickelt. Das auf der Tanne wachsende Aecidium elatinum erzeugt dagegen den Krebs und außerdem an den Zweigen eigentümliche Sproßverzweigungen, die man als „Hexenbesen" bezeichnet (s. Abbildung, S. 203).

Nicht jede krebsähnliche Hypertrophie ist durch Pilze verursacht. Der Apfelbaumkrebs, Rosenkrebs, Krebs des Weinstockes sind krankhafte Holzwucherungen infolge von Frostverletzungen entstanden. Auch die knollenförmigen großen Anschwellungen an alten Pappeln und anderen Bäumen sind keine Pilzbildungen, sondern scheinen durch eingeschlossene Knospen verursacht zu werden. Bei Überwallungen von abgeworfenen oder abgesägten Ästen bilden sich oft knollenförmige Anschwellungen. Alle diese Bildungen zeigen ein abnormes hin und her gebogenes Wachstum der Holzstränge, das sich auf Durchschnitten als sogenannte Masern zeigt.

Hexenbesen der Tanne, verursacht durch Aecidium elatinum. (Zu S. 202.)

Wenn sich die Umgestaltung von Sprossen durch schmarotzende Sporenpflanzen an Ästen höherer Sträucher oder Bäume einstellt, so kommen Gebilde zum Vorschein, welche der Volksmund mit dem Namen Hexenbesen belegt hat. Die Anregung zur Bildung derselben wird bei den verschiedenen Bäumen durch sehr verschiedene Schmarotzer gegeben. Der Hexenbesen der Weißtanne wird, wie schon gesagt, durch eine Uredinee veranlaßt. Auf einer Anzahl von Laubbäumen entstehen gleichfalls ähnlich geformte Hexenbesen, aber durch Pilze einer anderen Abteilung. Es ist die Gattung Taphrina oder Exoascus, welche diese Mißbildungen hervorruft, und zwar sind es verschiedene Arten. Auf der Birke wächst Taphrina betulina, auf Pflaumenbäumen Taphrina insititiae, auf Hainbuchen T. Carpini, auf Erlen T. epiphylla.

In allen Fällen wächst das Pilzmyzelium jahre- oder jahrzehntelang mit dem Hexenbesen weiter, der weiter nichts als ein verbildetes Verzweigungssystem des Baumes ist. Da der Pilz immer wieder in die neuen Knospen eindringt, so behält das Gebilde seinen abnormen

Wuchs bei. Dabei bleibt der Pilz auf seinen Hexenbesen in der Regel beschränkt, ohne auf andere Teile des Baumes überzugehen.

Bei der Weißtanne geht der Hexenbesen stets von einem der wagerecht abstehenden Seitenäste des Tannenbaumes aus und erhebt sich von der oberen Seite desselben mit aufrechten oder bogig aufsteigenden Zweigen, so daß der Eindruck eines auf der Borke des wagerechten Astes wachsenden Schmarotzers hervorgebracht wird. Die Zweige sind nicht, wie das sonst bei den Seitenzweigen der Tanne der Fall ist, zweizeilig, sondern wirtelförmig gruppiert. Alle sind verkürzt und verdickt und auffallend weich und biegsam, was davon herrührt, daß das

Mißbildungen, durch parasitische Pilze veranlaßt, und Gallen: 1) Krebs an den Deckschuppen der Fruchtblüten von der Grauerle (Alnus incana), verursacht durch Exoascus alnitorquus; 2) Blattrosette der Hauswurz (Sempervivum hirtum), 3) Blattrosette derselben Pflanze, von Endophyllum Sempervivi befallen; 4) Blütenstand des Rapünzchens (Valerianella carinata), 5) derselbe Blütenstand mit Klunkergallen, verursacht durch eine Gallmilbe. (Zu S. 205.)

Rindenparenchym schwammig aufgetrieben und der Holzkörper nur schwach entwickelt ist. Die Knospen, welche an den gesunden Tannenzweigen eiförmig sind, erscheinen hier fast kugelig. Wie in allen anderen Fällen, wo ein Pflanzenglied oder ganzer Sproß krebsig entartet ist, findet auch an diesem Hexenbesen eine vorzeitige Entwickelung statt. Die Knospen schwellen früher an und kommen früher zur Entwickelung als jene der nicht entarteten Zweige. Die Blätter bleiben kurz, gelblich, sind etwas gekrümmt und fallen schon ein Jahr, nachdem sie sich entwickelt haben, ab, während jene der gesunden Zweige lang, lineal, gerade und oberseits dunkelgrün sind und 6—8 Jahre an ihrer Stelle haften. Das Wachstum der Zweige ist beschränkt; nach wenigen Jahren sterben sie ab, und dann steht in dem dunkelgrünen Geäst der Edeltanne ein struppiger, dürrer Besen, der auffallend genug aussieht, um das Landvolk zu abergläubischen Vorstellungen anzuregen.

Durch schmarotzende Sporenpflanzen bewirkte Umgestaltungen der Blütenblätter sind verhältnismäßig selten. Exoascus alnitorquus ist die Ursache, daß sich die von ihm befallenen Deckschuppen der Fruchtblüten bei den Erlen (Alnus glutinosa und incana) in purpurrote spatelförmige, mannigfaltig verkrümmte Lappen verlängern (s. Abbildung, S. 204, Fig. 1); Peronospora violacea veranlaßt in den Blüten der Knautia arvensis bisweilen die Umwandlung der Pollenblätter in Kronenblätter, so daß die Blüten dann „gefüllt" erscheinen: Ustilago Maydis bewirkt eine Wucherung des Gewebes in den Fruchtblüten der Maispflanze, so daß die aus den betroffenen Fruchtknoten an Stelle der Maiskörner hervorgehenden Krebse den Durchmesser von 7 cm erreichen, und Exoascus aureus, welcher sich an den Fruchtblüten der Pappelbäume (Populus alba und tremula) ansiedelt, ist die Veranlassung, daß sich die betroffenen Fruchtknoten in goldgelbe Kapseln umgestalten, welche die gewöhnlichen um mehr als das Doppelte des Umfanges übertreffen. In diese Abteilung gehören auch jene Bildungen, welche sich aus den Fruchtknoten der Zwetschen, Pflaumen, Schlehen und Ahlkirschen (Prunus domestica, insititia, spinosa, Padus) durch den Einfluß des Schmarotzers Exoascus Pruni entwickeln. Das Gewebe des Fruchtknotens nimmt an Umfang zu, aber in anderer Weise als bei der Entwickelung zu Früchten. Es erscheint wie von zwei Seiten zusammengedrückt, wird brüchig und gelblich, der Same im Inneren verkümmert, und es bildet sich an dessen Stelle eine Höhlung aus. Die krankhaften Früchte, welche aus den Fruchtknoten von Prunus domestica hervorgehen, haben die Gestalt von etwas verbogenen Taschen, welche zur Zeit der Sporenreife an der Außenseite wie mit Mehl bestäubt aussehen. Diese führen im Volksmunde den Namen Taschen, Narren, Hungerzwetschen, Hungerpflaumen und fallen schon verhältnismäßig früh von den Bäumen. Sie werden in manchen Gegenden gegessen, haben aber einen faden, süßlichen Geschmack.

Überaus merkwürdige Veränderungen der Gestalt entstehen dadurch, daß ganze Blätter durch Parasiten verbildet werden. So sind z. B. die Blätter, aus welchen sich die Rosetten der Hauswurz Sempervivum hirtum (s. Abbildung, S. 204, Fig. 2) zusammensetzen, länglich verkehrt-eiförmig und wenig mehr als doppelt so lang wie breit. Die Blätter derselben Pflanze, welche von dem Schmarotzer Endophyllum Sempervivi befallen wurden (s. Abbildung, S. 204, Fig. 3), sind siebenmal so lang als breit, erhalten eine lineale Form, sind aufrechtstehend und zeigen eine auffallend blasse Farbe.

Gallen.

Unter den Namen Gallmilben, Gallmücken und Gallwespen beschreiben die Zoologen gewisse Akariden, Fliegen und Hautflügler, welche sich auf lebenden Pflanzen ansiedeln und an den Ansiedelungsstellen eigentümliche Auswüchse veranlassen. Am längsten bekannt sind von solchen Auswüchsen diejenigen, welche auf den Laubblättern der Eichen in Gestalt kleiner rotbackiger Äpfel hervorwachsen, und die der Volksmund in alter Zeit Laubäpfel und Eichäpfel genannt hat. Im 16. Jahrhundert wurde für diese Gebilde auch der Name Gallen und Galläpfel gebraucht, und zwar im Einklang mit dem altenglischen galle, dem französischen galle und dem italienischen galla, welche Namen samt und sonders auf das lateinische, schon in der Naturgeschichte des Plinius für die in Rede stehenden Auswüchse angewendete galla zurückzuführen sind. Die Schriftsteller des 16. Jahrhunderts sprechen übrigens nicht nur

von „Galläpfeln", sondern auch von „Gallnüssen", worunter sie die festen, kleinen Auswüchse auf den Laubblättern der Buchen verstehen. Späterhin wurde der Name Gallen für sämtliche an grünen lebenden Pflanzen entstandene, durch Tiere veranlaßte Auswüchse gebraucht. Ja noch mehr. Auch die im vorhergehenden Kapitel besprochenen Veränderungen der grünen Wirtspflanzen durch Askomyzeten und andere schmarotzende Sporenpflanzen wurden unter den Begriff der Gallen einbezogen. In jüngster Zeit hat man den Vorschlag gemacht, das Wort Galle durch Zezidie zu ersetzen und die Auswüchse, je nachdem sie durch Pilze, Fadenwürmer (Nematoden), Gallmilben (Phytoptus), Fliegen (Dipteren) usw. veranlaßt werden, als Mykozezidien, Nematozezidien, Phytoptozezidien, Dipterozezidien usw. zu unterscheiden. Für Zoologen mag eine solche der systematischen Einteilung der Tiere sich anschmiegende Einteilung bedeutend und wertvoll sein, für die Botaniker ist sie erst in zweiter Linie brauchbar. Der Botaniker muß hier wie in anderen ähnlichen Fällen die Gestalt des Gegenstandes als obersten Einteilungsgrund festhalten und hat eine auf die Übereinstimmung in der Entwickelung der fraglichen Gebilde begründete Einteilung zu geben. Auch wird bei der übersichtlichen Zusammenstellung zu beachten sein, ob nur ein einzelnes oder ob eine ganze Gruppe zusammengehöriger Pflanzenglieder eine Umgestaltung erfahren hat, und ebenso wird der Ausgangspunkt der Auswüchse berücksichtigt und ermittelt werden müssen, ob Laubblätter, Blütenblätter, Stämme, Wurzeln usw. als Herd der Neubildung erscheinen.

Die einfachste Gallenform sind die durch Gallmilben erzeugten Filzgallen. Es sind Haarwucherungen, die auf beiden Seiten von Blättern entstehen können und gewöhnlich auf den Blattunterseiten längs den Nerven von den Milben hervorgerufen werden. Früher bezeichnete man diese Haarbildungen als Phyllerium und Erineum und hielt sie für Pilzbildungen. Solche Filzgallen finden sich öfters beim Weinstock und an den Blättern der Linde, des Ahorns und der Buche.

Mit diesen Filzgallen dürfen nicht diejenigen Haarbildungen an Blättern verwechselt werden, die ohne jeden Einfluß von Milben entstehen, aber von diesen als passende Wohnungen benutzt werden. Im ersten Bande, S. 425, sind solche Haarfilze beschrieben und mit dem Namen Domatien von den Filzgallen unterschieden worden.

Eine große Menge einfacher Gallen wird unter dem Namen Mantelgallen zusammengefaßt. Die Tiere, welche die Ursache dieser Gallenbildungen sind, verharren zeitlebens an der Außenseite der betreffenden Blätter, vermehren sich dort und heften auch ihre Eier der Oberhaut der Blätter an. Durch den Reiz, welchen die Tiere auf die Stätte ihrer Ansiedelung ausüben, wird dort eine Wucherung des Zellgewebes veranlaßt. Es entstehen infolgedessen Hohlräume, welche den angesiedelten Tieren und ihrer Brut zur Wohnung dienen und sie wie ein schützender Mantel umgeben. Mit Rücksicht auf die Entwickelungsgeschichte lassen sich die Mantelgallen in Rollgallen, Stulpgallen und Hülsengallen unterscheiden. Die Rollgallen werden durch Gallmilben, Blattläuse, Blattflöhe und Fliegen hervorgerufen und finden sich zumeist an den Spreiten, seltener auch an den Stielen der Laubblätter entwickelt. Das von den genannten Tieren besiedelte Blattgewebe, welches sich unter gewöhnlichen Verhältnissen flach ausgebreitet haben würde, wächst auf der einen Blattseite stärker als auf der anderen, und die Folge dieses ungleichen Wachstums ist die Bildung einer Rolle, eines Hohlraumes, in welchem die angesiedelten Tiere geborgen sind. Stets ist es die von den Tieren besetzte Seite, welche infolge der Rollung die Innenwand des Hohlraumes bildet, und regelmäßig werden die betroffenen Blätter der Länge nach gerollt. Bei dem Alpenröschen (Rhododendron),

dem blutroten Storchschnabel (Geranium sanguineum) und den Melden (Atriplex hastata, oblongifolia usw.) ist es die obere, bei den nicht windenden Geißblattarten Lonicera Xylosteum usw.) die untere Seite der Blattspreite, welche den Tieren zur Ansiedelung dient und daher als Innenwand der Rolle erscheint. In manchen Fällen ist die ganze Blattspreite eingerollt, häufiger nur der Blattrand. Bei dem Alpenröschen (Rhododendron ferrugineum und hirsutum) sind beide Hälften der Blattspreite spiralig eingerollt (s. die Tafel „Gallen" bei S. 210, Fig. 2), meistens aber ist die Rollung so beschränkt, daß die Rollgalle die Gestalt eines Kahnes oder einer Hohlkehle annimmt. In den meisten Fällen ist das Gewebe der Rollgallen verdickt, brüchig, des Chlorophylls mehr oder weniger beraubt und daher gelblich gefärbt. Nicht selten hat sich auch ein roter Farbstoff eingestellt, so daß die Außenseite der Galle eine rötlichgelbe Farbe erhält. Bei manchen Pflanzen verlängern sich die Oberhautzellen, welche die Innenwand der Rolle bekleiden, in ähnlicher Weise wie bei den früher geschilderten Filzgallen und stellen sich dem freien Auge als Haare dar. Ihr saftiger Inhalt dient dann den Gallmilben zur Nahrung. So verhält es sich z. B. bei dem rostfarbigen Alpenröschen (Rhododendron ferrugineum), dessen obere Blattseite für gewöhnlich ganz glatt, an den von Gallmilben befallenen und eingerollten Blättern dagegen dicht behaart ist (s. die Tafel, Fig. 3).

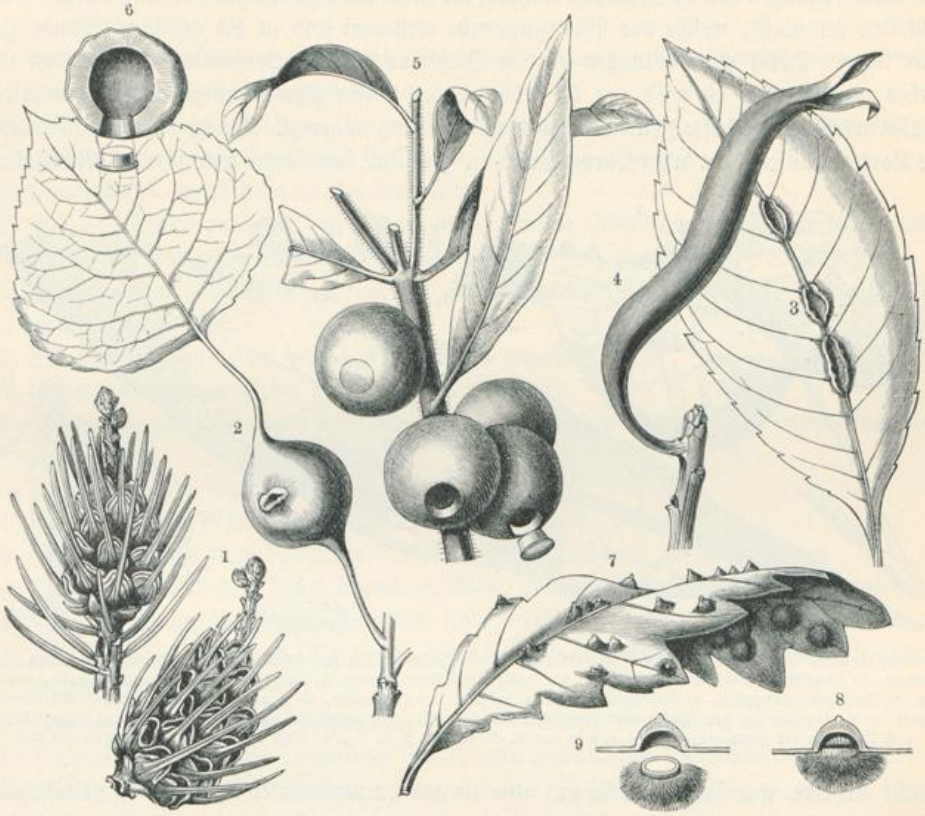
An die Rollgallen schließen sich die Ausstülpungsgallen an. Sie kommen dadurch zustande, daß sich das Gewebe der Blattspreite oder des Blattstieles und mitunter auch das grüne Gewebe der Rinde junger Zweige dort, wo von den Tieren (Gallmilben, Blattläusen, Zweiflüglern) ein Reiz ausgeübt wurde, als eine Ausstülpung erhebt, deren hohle Seite den betreffenden Tieren als Wohnort dient. Diese Ausstülpungen zeigen nach Form und Umfang eine große Mannigfaltigkeit. Auch weichen sie im inneren Bau recht auffallend ab. Als besonders bemerkenswerte Gestalten mögen die nachfolgenden hervorgehoben werden. Zunächst die Faltengallen. Es bilden sich in der Blattmasse tiefe faltenförmige, bisweilen geschlängelte Rinnen, welche an der oberen Seite mit einem engen Spalte münden und über die untere Seite des Blattes als Schwielen vorspringen. Das wuchernde Gewebe, welches den Grund der Rinne bildet, ist vergilbt, und häufig ist die rinnenförmige Vertiefung mit kurzen Härchen besetzt. Die Faltengallen werden durch Gallmilben veranlaßt. Die bekanntesten Faltengallen sind jene an den Laubblättern von Carpinus Betulus, der Birke, Clematis Flammula und recta und Ribes alpinum. Den Faltengallen schließen sich weiterhin die Runzelgallen an. Die Ausstülpungen beschränken sich auf das von einigen kräftigen, rippenartig vorspringenden Strängen begrenzte grüne Gewebe des Blattes und haben nur eine geringe Tiefe; die obere Seite des Blattes erscheint mit Buckeln und Höckern, die untere mit Mulden und Gruben versehen. Da immer zahlreiche solche Ausstülpungen nebeneinander entstehen, so ist die betroffene Stelle des Blattes in auffallender Weise gerunzelt. Als Beispiele für diese Gallenform erscheinen die durch die Blattlaus Schizoneura Ulmi erzeugte Runzelgalle auf dem Laube der Rüster (Ulmus campestris; s. die Tafel bei S. 210, Fig. 15) und die durch eine andere Blattlaus, Myzus ribis, erzeugte Runzelgalle auf dem Laub der Johannisbeere (Ribes rubrum; s. die Tafel, Fig. 6—8). Die letztere zeigt meistens mehrere Runzeln zu großen blasenförmigen Ausstülpungen vereinigt, ist oberseits rot gefärbt und an der ausgehöhlten Seite mit gegliederten, drüsentragenden, zelligen Gebilden besetzt, welche sich dem freiem Auge als kurze Haare darstellen. Andere Ausstülpungsgallen, z. B. an den Blättern von Hieracium Pilosella, hat man mit dem Namen Köpfchengallen belegt. In noch anderen Fällen haben die Ausstülpungen die Gestalt eines Hornes und sind sehr verlängert,

besitzen verhältnismäßig dicke Wandungen und werden als Hörnchengallen bezeichnet. Die durch eine Gallmilbe verursachte Köpfchengalle des Schlehdornes (Prunus spinosa) ragt über die untere Blattseite fast ebenso stark vor wie über die obere, während die gleichfalls durch eine Gallmilbe verursachte Galle an den Laubblättern der Ahlkirsche (Prunus Padus) oberseits als langer Beutel, unterseits nur als kleine Warze sich erhebt. Es sieht aus, als ob ein Nagel durch das Blatt gesteckt worden wäre. Manche Köpfchen- und Hörnchengallen sind nur einseitig ausgebildet, und es herrscht in dieser Beziehung eine überaus große Mannigfaltigkeit. An den durch die Blattlaus Tetraneura Ulmi auf den Blättern der Rüstern veranlaßten beutelförmigen Ausstülpungen bildet sich zur Zeit, wenn die Blattläuse die Höhlung verlassen, an dem verschmälerten Teile des Beutels ein verhältnismäßig weiter Schlitz aus, wie auf der Tafel bei S. 210, Fig. 16, zu sehen ist.

An die Ausstülpungsgallen reihen sich als dritte Abteilung der Mantelgallen die Umwallungsgallen an. Sie stellen gleich den Stulpgallen Höhlungen dar, in welchen die gallenerzeugenden Tiere leben. Ihre Entwickelungsgeschichte ist aber eine wesentlich andere. Die Gallenhöhle entsteht dadurch, daß das Gewebe in der Umgebung jener Stelle, wo sich ein Tier angesiedelt hat, oder wo ein Ei an die Oberhaut angeheftet wurde, zu wuchern beginnt, sich in Form fleischiger Schwielen und Wälle erhebt und so lange fortwächst, bis die Ansiedelungsstelle der Tiere dachförmig oder kuppelförmig überwallt und überwölbt ist. Die Höhlung entsteht demnach hier nicht durch Ausstülpung, sondern durch Überwallung. In der äußerern Erscheinung sind diese Gallen sehr mannigfaltig. Eine der einfachsten Formen findet sich an den Blättern der Esche (Fraxinus excelsior; s. Abbildung, S. 209, Fig. 3), sie wird dort durch die Gallmücke Diplosis botularia veranlaßt. Das Tier heftet seine Eier in die rinnenförmige Vertiefung der Blattrippen. Alsdann entstehen an beiden Seiten der Rinne fleischige Wülste, diese legen sich aneinander, bilden über der Rinne ein Dach, und die Höhlung ist fertig. Eine Verwachsung der das Dach bildenden Wülste findet hier nicht statt. Später entsteht ein klaffender Spalt, wie er an der Abbildung S. 209, Fig. 3, zu sehen ist, durch den die Gallmücken ausfliegen können. Ähnlich wie diese Galle an den Eschenblättern verhalten sich jene an der Mittelrippe der Rüsternblätter (Ulmus campestris; s. die Tafel bei S. 210, Fig. 17), welche durch eine Blattlaus (Tetraneura alba) veranlaßt wird.

Die sogenannten Terpentingalläpfel (Carobe di Giude; s. Abbildung, S. 209, Fig. 4), welche auf verschiedenen Arten der Gattung Pistacia durch Blattläuse hervorgerufen werden, gehören gleichfalls zu den Umwallungsgallen. Der Gewebekörper, welcher die Anlage eines Laubblattes bildet, und aus welchem sich unter gewöhnlichen Verhältnissen ein gefiedertes Blatt mit dunkelgrünen, elliptischen Teilblättchen entwickelt haben würde, wächst zu einem Körper heran, der lebhaft an eine Hülsenfrucht erinnert. In dem von den verwachsenen Teilblättchen umschlossenen Hohlraum, der durch das erste Tier entsteht, wohnt später eine ganze Blattlauskolonie (Pemphigus cornicularius). Wenn die Zeit zum Verlassen der Höhlung gekommen ist, so öffnet sich die Hülse an der Spitze, indem dort die Enden der verwachsenen, die Wand der Höhlung bildenden Teilblättchen sich trennen und etwas zurückkrümmen (s. Abbildung, S. 209, Fig. 4). Eine ähnliche Entwickelungsgeschichte wie die Terpentingalläpfel haben die unter dem Namen „chinesische Gallen" eingeführten Umwallungsgallen. Sie stellen unregelmäßig ausgesackte, lappige und höckerige graue Hülsen dar und stammen von dem Sumach, Rhus semialata. Zwei andere Umwallungsgallen, welche ihrer Form wegen besonders erwähnt zu werden verdienen, entstehen an den Blattstielen der Pappelbäume,

zumal der Arten Populus nigra, pyramidalis und dilatata. Die eine, als deren Erregerin die Blattlaus Pemphigus bursarius anzusehen ist (s. untenstehende Abbildung, Fig. 2), bildet glatte, äußerlich gewöhnlich rotbackige Auftreibungen an der oberen Seite des rinnenförmigen Blattstieles. Wenn man diese Auftreibungen durchschneidet, so sieht man, daß sie hohl sind und daß der von den Blattläusen bewohnte Hohlraum dicke, fleischige Wandungen

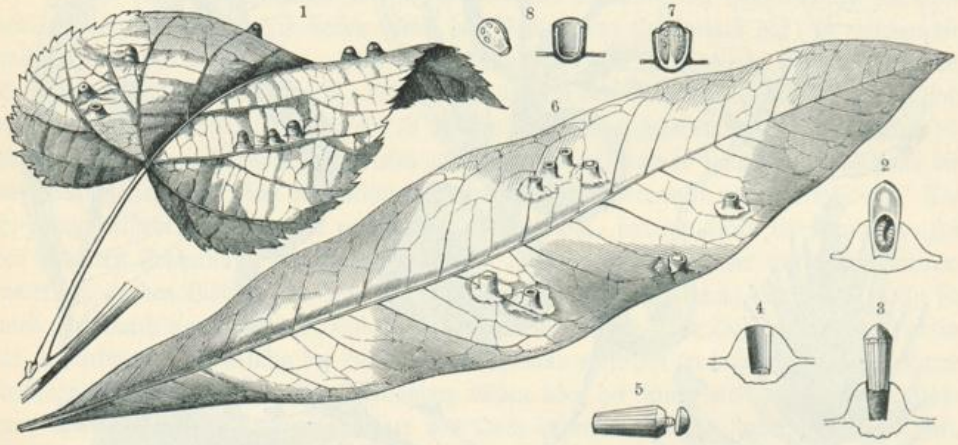


Gallen: 1) Kuckucksgalle an den Zweigen der Fichte, verursacht durch Chermes abietis; 2) Umwallungsgalle am Blattstiele der Pyramidenpappel (Populus pyramidalis), verursacht durch Pemphigus bursarius; 3) Umwallungsgallen auf dem Blatt der Esche (Fraxinus excelsior), verursacht durch Diplosis botularia; 4) Umwallungsgalle an der Pistazie (Pistacia Lentiscus), verursacht durch Pemphigus corniculariuſ; 5) Markgallen an der Rinde von Duvalia longifolia, verursacht durch Cecidoses Eremita, 6) Längsschnitt durch eine dieser Gallen; 7) Kapselgallen auf einem Blatt der österreichischen Eiche (Quercus austriaca), verursacht durch Cecidomyia (Janetia) Cerris, 8) eine solche Galle im Durchschnitt mit festsitzendem Deckel und 9) nach Abfallen des Deckels. Fig. 1 bis 7 in natürl. Größe, Fig. 8 u. 9: 3fach vergrößert. (Zu S. 208—217.)

besitzt. Das fleischige Gewebe dieser Wandungen ist eine Wucherung des Blattstieles. Wenn die Bewohner der Gallenhöhle auswandern, bildet sich ein von wulstigen Lippen umrandeter Spalt aus, wie es in der obenstehenden Abbildung, Fig. 2, dargestellt ist. Die andere an den Blattstielen der erwähnten Pappelbäume zu beobachtende Galle, welche durch die Blattlaus Pemphigus spirotheca veranlaßt wird, bildet sich in der Weise aus, daß die Ränder des rinnenförmigen Blattstieles sich schwielig verdicken, als fleischige Wülste erheben und über der Rinne zusammenschließen; gleichzeitig findet eine schraubige Drehung des betroffenen Blattstielteiles statt, und es entsteht dadurch eine Galle, deren Höhlung wie das Innere eines

Schneckengehäuses schraubig gewunden ist. Eine Verwachsung der wulstigen Ränder des Blattstieles findet nicht statt; sie liegen zwar anfänglich dicht aneinander, aber später trennen sie sich, und es entstehen schraubenförmig gewundene Spalten, aus welchen die weißflaumigen Blattläuse hervorkriechen können (s. die beigeheftete Tafel, Fig. 1).

Die unter dem Namen **Markgallen** zusammengefaßten einfachen Gallen erscheinen als Anschwellungen von beschränktem Umfang an einzelnen Pflanzengliedern und werden durch Insekten veranlaßt, welche das Pflanzengewebe anstechen und in die gebildete Wunde ihre Eier legen. Dabei wird entweder nur die Oberhaut des zur Brutstätte ausgewählten Gewebes verletzt, oder es wird das Ei sofort in das tiefere Gewebe eingeschoben. In beiden Fällen wird eine lebhafte Zellteilung in der Umgebung angeregt. Die Hohlräume, in welchen die Larven hausen, hat man Larvenkammern genannt, und man unterscheidet Markgallen,



Markgallen: 1) Kapselgallen auf dem Blatte der großblätterigen Linde (Tilia grandifolia), verursacht durch Hormomyia Réaumuriana, 2) Längsschnitt durch eine solche Galle, im Inneren die Made zeigend, 3) Längsschnitt durch eine Kapselgalle, aus der eben die Innengalle hervortritt, 4) Außengalle nach dem Ausfallen der Innengalle, 5) Innengalle im Moment des Abfallens des Deckels; 6) Kapselgallen auf dem Blatte einer brasilischen Celastrus-Art, 7) Längsschnitt durch eine dieser Gallen, 8) dieselbe nach dem Ausfallen der Innengalle. Fig. 1 u. 6 in natürl. Größe, Fig. 2—5, 7 u. 8: 2fach vergrößert. (Zu S. 210 und 213.)

welche mehrere, und solche, welche nur eine einzige Larvenkammer enthalten (s. obenstehende Abbildung, Fig. 2 und 7). Die Wände der Larvenkammernlassen in ihrem Aufbau eine große Mannigfaltigkeit erkennen. In allen Fällen zeigen sie eine aus saftreichen, dünnwandigen Zellen gebildete, unmittelbar an das Ei angrenzende Schicht, welche Markschicht oder Gallenmark genannt wird, und eine äußere Schicht, welche als Haut oder Rinde das Gallenmark umgibt (s. die beigeheftete Tafel, Fig. 10). In den meisten Fällen ist auch noch eine dritte Schicht eingeschaltet, welche aus sehr festen Zellen besteht, und die man Hartschicht oder Schutzschicht genannt hat. Das Gallenmark hat die Aufgabe, die aus dem Ei geschlüpften Larven mit Nahrung zu versorgen, und dem entsprechend sind die Zellen desselben auch mit nahrhaften Stoffen ausgerüstet. Es ist bemerkenswert, daß die Ausbildung des Markes ungemein rasch vor sich geht, und daß sie sofort beginnt, nachdem das Ei in das Gewebe gelegt wurde. Die aus dem Ei ausschlüpfende Larve findet die Innenwand der ihr zum zeitweiligen Aufenthalte angewiesenen Kammer immer schon mit der nötigen Nahrung ausgestattet, fällt auch mit Heißhunger allsogleich über das saftreiche Zellengewebe an der Innenwand her und weidet dasselbe ab. Merkwürdigerweise wird der abgeweidete Teil der Zellen in kürzester Zeit wieder

Erklärung der Tafel ‚Gallen auf Blättern'.

1) Umwallungsgallen an dem Blattstiel der Schwarzpappel *(Populus nigra)*, veranlaßt durch *Pemphigus spirotheca.*
2) Rollgallen an den Blättern des rostfarbigen Alpenröschens *(Rhododendron ferrugineum)*, veranlaßt durch die Gallmilbe *Phytoptus alpestris.*
3) Querschnitt durch eine solche Rollgalle.
4) und 5) Klunkergalle an den Ästen des Quendels *(Thymus Serpyllum)*, veranlaßt durch die Gallmilbe *Phytoptus Thomasi.*
6) Runzelgallen auf dem Blatt des Johannisbeerstrauches *(Ribes rubrum)*, veranlaßt durch *Myzus ribis.*
7) Ein Stück des Blattes von der Unterseite gesehen.
8) Querschnitt durch einen Teil dieser Runzelgalle.
9) Markgalle auf dem Blatt der Grauweide *(Salix incana)*, veranlaßt durch *Nematus pedunculi.*
10) Dieselbe Galle, aufgeschnitten.
11) Ein Stück der Wand dieser Galle im Durchschnitt.
12) Markgallen auf dem Blatt einer Rose, veranlaßt durch *Rhodites Rosae.*
13) Markgallen auf dem Blatt derselben Rose, veranlaßt durch *Rhodites Eglanteriae.*
14) Markgallen auf dem Blatt derselben Rose, veranlaßt durch *Rhodites spinosissima.*
15) Runzelgallen auf dem Blatt der Rüster *(Ulmus campestris)*, veranlaßt durch *Schizoneura Ulmi.*
16) Beutelgallen auf demselben Blatt, veranlaßt durch *Tetraneura Ulmi.*
17) Umwallungsgalle auf demselben Blatt, veranlaßt durch *Tetraneura alba.*
18) Markgallen auf dem Blatt der Purpurweide *(Salix purpurea)*, veranlaßt durch *Nematus gallarum.*
19) Markgalle auf den Blättern derselben Weide, veranlaßt durch *Nematus vesicator.*

Fig. 1, 2, 4, 6 und 9 in natürlicher Größe, Fig. 5 und 6: 4fach, Fig. 3 und 7: 8fach, Fig. 8 und 11: 50fach vergrößert.

Gallen auf Blättern.

ersetzt. Die Zellen des Gallenmarkes verbleiben nämlich so lange, als die Larven in der Larvenkammer der Nahrung bedürfen, in teilungsfähigem Zustande, dadurch werden die in den Gallenkammern abgeweideten, oberflächlichen Zellenlagen in kurzer Zeit wieder durch neue, aus der Tiefe emporwachsende, ersetzt. Die auf den Blättern von Salix incana entstandene kugelige Galle (s. die beigeheftete Tafel, Fig. 9) ist einkammerig, und in deren Kammer lebt eine Larve auf Kosten der äußerst dünnwandigen, mit Stärkemehl und anderen Nährstoffen erfüllten Zellen, welche das Gallenmark bilden (Fig. 11). Die Larve macht in der Kammer förmliche Rundgänge, fängt an einer bestimmten Stelle mit der Vertilgung der Zellen an und weidet sie, in der Runde fortschreitend, ab (Fig. 10). Bis sie zu der Stelle gekommen ist, wo sie den Fraß begonnen hat, sind dort schon wieder neue, zur Nahrung geeignete Zellen ausgebildet worden.

Die Hartschicht und Rindenschicht sind in der mannigfaltigsten Weise als Schutzmittel der Galle, einerseits gegen die Gefahr des Vertrocknens im Hochsommer, anderseits gegen die Angriffe der Vögel und anderer Tiere ausgebildet. Zu dem letzteren Zwecke ist die Rindenschicht häufig in ähnlicher Weise gestaltet wie die Fruchthüllen, welche den Samen und Keimling zu schützen haben. So erklären sich die herben Stoffe, harten Schalen, pelzigen Überzüge, struppigen Fortsätze und noch zahlreiche andere Schutzmittel, welche bei den Gallen geradeso wie bei den Fruchthüllen ausgebildet sind, und welche in der Tat die merkwürdige Ähnlichkeit von Gallen und Früchten bedingen. Manche eigentümliche Ausbildung an der Oberfläche dieser fruchtähnlichen Gallen sind freilich aus diesen Gesichtspunkten allein nicht zu erklären, und es mögen in ihnen wie in so vielen anderen Fällen noch andere Vorteile liegen, für welche uns das Verständnis derzeit noch abgeht.

Für die Ähnlichkeit mancher Gallen mit Früchten gibt es eine ganze Reihe von Beispielen. Die an den Pollenblüten der österreichischen Eiche (Quercus austriaca) durch Andricus grossulariae veranlaßte Einzelgalle hat nicht nur die Form und Größe einer Johannisbeere, sondern ist auch rot gefärbt und saftreich, und wenn an einem Blütenstande der genannten Eiche gleichzeitig mehrere solcher Gallen zur Entwickelung gekommen sind, so ist man beim ersten Anblick wirklich versucht zu glauben, es seien hier Trauben der Johannisbeere der Eiche angehängt worden. Die durch die Buchengallmücke Hormomyia (Oligotrophus) Fagi verursachten Gallen auf den Blättern der Rotbuche ähneln dagegen kleinen Steinfrüchten insofern, als sie mit einer Hartschicht ausgestattet sind, welche mit dem Steine, und einer äußeren Schicht, die mit dem Fruchtfleisch einer Steinfrucht verglichen werden könnte. Auch die Gallen an den Fruchtknoten mehrerer Lippenblütler, z. B. der Nepeta pannonica, veranlaßt durch die Gallwespe Aulax Kerneri, und bei Salvia officinalis, durch die Gallwespe Aulax Salviae erzeugt, ahmen die Form von kleinen Steinfrüchten nach. Das Insekt legt seine Eier in einen der vier Fruchtknoten, welche die Blüten enthalten. Dieser Fruchtknoten vergrößert sich nun innerhalb einer Woche zu einer glatten, gelbgrünen Kugel, welche schon äußerlich das Aussehen einer unreifen Ahlkirsche hat. Ein Durchschnitt lehrt, daß die Kugel auch einen ähnlichen Bau wie eine Kirsche besitzt. Eine saftreiche Außenschicht umgibt einen festen Steinkern, aber in der Höhlung liegt statt eines Samens die weiße Larve der Gallwespe. Die Gallen fallen, ähnlich wie Früchte, im Juli ab, überwintern auf dem Erdboden, und im nächsten Jahre frißt sich das ausgewachsene Insekt durch die Gallenwand eine Ausflugsöffnung.

Auf die Ähnlichkeit der unter dem Namen Galläpfel bekannten, durch verschiedene Zynipiden erzeugten kugeligen Eichengallen (s. Abbildung, S. 215, Fig. 3) und der auf den Rosen- und

Weidenblättern vorkommenden kleinen, rotbackigen, durch Rhodites Eglanteriae und Nematus gallarum veranlaßten Gallen (s. die beigeheftete Tafel, Fig. 13 und 18) mit Apfelfrüchten wurde schon im Eingange dieses Abschnittes hingewiesen. Besonders häufig sind Markgallen, welche an gewisse Trockenfrüchte erinnern. Die an der grünen Rinde junger Eichenzweige entstehenden, durch Aphilothrix Sieboldi veranlaßten Gallen (s. Abbildung, S. 215, Fig. 1) gemahnen an die Früchte von Metrosideros-Arten, die auf den Blättern der österreichischen Eiche durch Neuroterus lanuginosus und Spathegaster tricolor erzeugten Gallen (s. Abbildung, S. 215, Fig. 11 und 14) haben eine ausgesprochene Ähnlichkeit mit den Schließfrüchten des Waldmeisters und des kletternden Labkrautes (Asperula odorata und Galium Aparine), die „hemdknöpfchenförmigen" Gallen, welche auf den Eichenblättern durch die Gallwespen Neuroterus fumipennis und numismaticus hervorgebracht werden, ahmen die Früchte von Omphalodes nach (s. Abbildung, S. 215, Fig. 12 und 13), und die auf den Blättern von Duvalia longifolia durch den Schmetterling Cecidoses Eremita erzeugte Galle hat die Gestalt einer mit Deckel aufspringenden Kapsel (s. Abbildung, S. 209, Fig. 5 und 6). Die Oberfläche dieser Gallen erscheint wie jene der Früchte in allen erdenklichen Abstufungen glatt, warzig, höckerig, mit Samt- oder Wollhaaren, mit Borsten und Stacheln, Fransen und Krallen und selbst mit moosähnlichen Auswüchsen besetzt. Die an den wilden Rosen vorkommenden Gallen, von deren Oberfläche moosähnliche Auswüchse ausgehen (s. die Tafel bei S. 210, Fig. 12), sind seit uralter Zeit unter dem Namen Bedeguar bekannt. Sie werden durch die Rosengallwespe (Rhodites Rosae) veranlaßt, die ihre an der einen Seite spitz zulaufenden und mitunter hakig gebogenen Eier zeitig im Frühling in die Oberhaut eines noch in der Knospe zusammengefalteten, unentwickelten Laubblattes hineinlegt. Dadurch wird eine veränderte Wachstumsweise in der Umgebung veranlaßt, welche sich zunächst durch die Ausbildung zahlreicher Haare kundgibt. Die aus den Eiern ausgekrochenen Larven dringen tiefer in das Blattgewebe ein, das sich zu einem Gallenmark ausgestaltet und je nach der Zahl der Larven mehr oder weniger Kammern enthält. Von der Außenschicht erheben sich immer mehr und mehr Haare und Fransen, und es entstehen so diese seltsamen Gebilde, von welchen ehemals die Meinung herrschte, daß sie, unter das Kopfkissen gelegt, einen ruhigen Schlaf herbeizuführen imstande seien. Meistens werden die Stiele der in der Knospe liegenden jungen Blätter angestochen, und in diesem Falle sterben dann die darüber folgenden Teile des Blattes frühzeitig ab. Seltener wird das Ei in die Oberhaut eines Teilblättchens gelegt, in welchem Falle die Blätter ihre gewöhnliche Größe erreichen und nur auf dem betreffenden Teilblättchen mit einem kleinen Bedeguar besetzt sind, wie es Figur 12 der Tafel bei Seite 210 zeigt. Wenn gleichzeitig die Blattstiele von drei jugendlichen, in der Knospe zusammengedrängten Blättern angestochen werden, was sehr oft vorkommt, so entstehen drei an einer verkürzten Achse dicht zusammengedrängte Einzelgallen, und das ganze Gebilde erreicht dann nicht selten die Größe eines Pinienzapfens.

Die Stelle, wo das wachstumsfähige Gewebe der Pflanze von dem eierlegenden Tier angestochen wird, erhält sich in manchen Fällen auch später als freier offener Kanal; in anderen Fällen bildet sich an der Wundstelle ein Korkgewebe aus, so daß die Kammer, in welcher die Larve lebt und zur Puppe wird, von der Außenwelt ganz abgeschlossen ist. In diesen Fällen muß das auskriechende Insekt durch die Wand der Galle einen Ausführungsgang bilden, was dadurch geschieht, daß von dem entwickelten Tier mittels der Kiefer ein Loch ausgebissen wird (s. Abbildung, S. 215, Fig. 3). Die Gallwespen (Zynipiden) verlassen ausnahmslos auf diese

Weise den Raum, welcher ihnen bisher nicht nur als sichere Wohnung, sondern zugleich als nie versiegende Speisekammer gedient hat.

Überaus merkwürdig und darum einer eingehenderen Schilderung wert ist die Art und Weise, wie sich jene Markgallen öffnen, welche einer mit Deckel aufspringenden Kapsel ähnlich sehen und dem entsprechend als Kapselgallen angesprochen werden. Wenn die Zeit herannaht, wo die Larve die Kammer verlassen soll, um sich in der Erde zu verpuppen, findet entlang einer kreisförmigen Linie eine Trennung in dem Gewebe statt, und der von dem Kreis umschriebene Teil der Gallenwand wird als Deckel abgestoßen. Sehr hübsch ist dieser Vorgang an der durch die Gallmücke Cecidomyia (Janetia) Cerris (s. Abbildung, S. 209, Fig. 7) an den Blättern der österreichischen Eiche (Quercus austriaca) veranlaßten Galle zu verfolgen. Die Galle stellt im geschlossenen Zustand ein festes, rundliches Gehäuse dar, welches in das Blatt so eingeschaltet ist, daß es sich über die obere Blattseite als kleiner bespitzter Kegel, über die untere Blattseite als eine Scheibe, welche mit einem Räschen aus dicht zusammengedrängten Haaren besetzt ist, erhebt. Im Herbst trennt sich von der unteren Seite dieses Gehäuses ein kreisrundes, deckelartiges Stück los. Dasselbe entspricht genau dem Umfang der erwähnten, mit Haaren besetzten Scheibe und ist so scharf umgrenzt, daß es den Eindruck macht, es sei mit einem Messer herausgeschnitten worden (s. Abbildung, S. 209, Fig. 8 und 9). Der Deckel fällt nun ab, und auch die Larve, welche aus dem Ei hervorgegangen war, und die den Sommer hindurch in der Kammer dieser Galle gelebt hatte, fällt zu Boden, dringt in die Erde, spinnt sich dort ein und verwandelt sich im darauffolgenden Frühling zu einer Puppe, aus welcher im Mai die Gallmücke ausschlüpft.

Noch seltsamer ist die durch den Schmetterling Cecidoses Eremita an dem grünen Rindengewebe der jungen Zweige von Duvalia longifolia, einer südamerikanischen Anakardiazee, hervorgebrachte, auf S. 209, Fig. 5 und 6, abgebildete Galle. Dieselbe ist kugelrund, sehr hart und beherbergt in ihrer großen Kammer die aus dem Ei hervorgegangene Raupe. Wenn die Zeit zum Verpuppen herangerückt ist, bildet sich gegenüber von dem Ansatzpunkt der Galle ein Pfropfen aus, der mit einem vorspringenden Rande versehen ist. Nach Entfernung desselben bemerkt man ein kreisrundes Loch, welches in die Gallenkammer führt, und durch welches die Raupe ihren bisherigen Wohnort verläßt. Es gibt noch merkwürdigere Formen in dieser Abteilung der Gallenbildungen. An den Blättern der großblätterigen Linde (Tilia grandifolia) entsteht in der Umgebung des von der Gallmücke Hormomyia Réaumuriana gelegten Eies eine Wucherung, welche sich vergrößert und an der oberen Blattseite als ein stumpfer Kegel, an der unteren als halbkugelige Warze vorragt. Die Kammer dieser Galle ist von der Made der genannten Gallmücke bewohnt. Im Juli verfärbt sich die Spitze des kegelförmigen Teiles, wird gelb und braun, und nun bemerkt man auch eine Furche, welche den Kegel umsäumt. Wird die Galle zu dieser Zeit der Länge nach durchschnitten, so erkennt man, daß sich in dem die Kammer umgebenden Gewebe eine Scheidung in zwei Schichten derart vollzogen hat, daß die äußere Schicht, welche in das grüne, unveränderte Blattgewebe allmählich übergeht, zu einem Wall geworden ist, welcher die innere, die Made unmittelbar umhüllende Schicht bis zur Höhe der obenerwähnten Kreislinie umgibt. Das ganze Gewebe hat sich in eine „Außengalle" und eine „Innengalle" gesondert, und die Innengalle erscheint wie ein Ei im Eibecher eingesenkt (s. Abbildung, S. 210, Fig. 2). Im Hochsommer trennt sich die Innengalle vollständig von der Außengalle und wird von der letzteren förmlich ausgestoßen. Das geschieht dadurch, daß das Gewebe der Außengalle stark

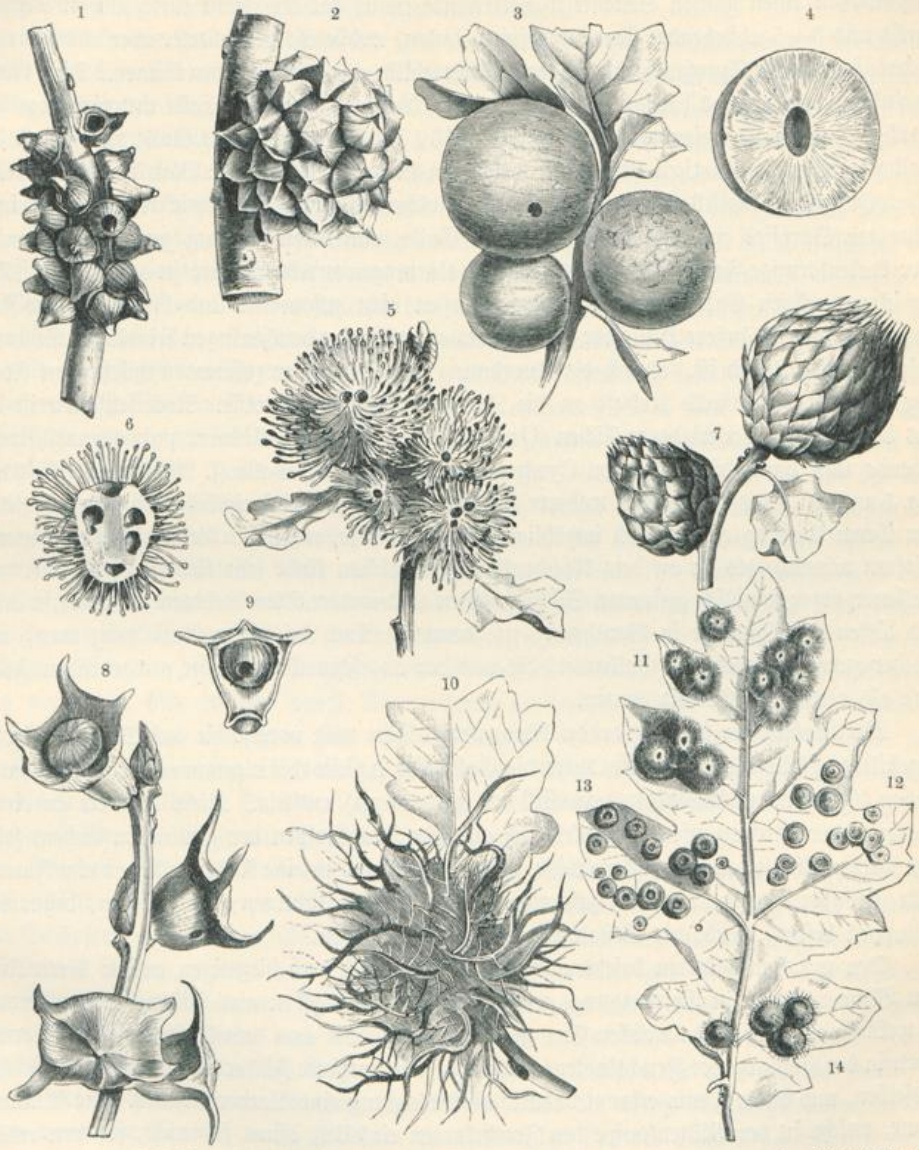
aufquillt, so daß ein Druck auf die einem Pfropfen nicht unähnliche und unterwärts etwas verschmälerte Innengalle ausgeübt wird (s. Abbildung, S. 210, Fig. 3). Die ausgestoßene Innengalle fällt auf die Erde unter den Lindenbaum und nimmt eine dunkelbraune Farbe an; die Außengalle aber hat nun die Gestalt eines Kraters, dessen Grund von dem aufgequollenen Zellgewebe eingenommen ist (s. Abbildung, S. 210, Fig. 1 und 4); später schrumpft sie und erscheint dann als eine durchlöcherte, grüne Verdickung in der grünen Spreite des Lindenblattes. Die Kammer der abgefallenen Innengalle birgt die Gallmückenlarve, welche sich noch eine Zeitlang von dem saftigen, die Innenwand der Kammer bekleidenden Zellgewebe ernährt, sich in der Kammer auch während des Winters ruhend verhält und im darauf folgenden Frühling verpuppt. Vor der Verpuppung wird von ihr eine ringförmige Furche unter der kegelförmigen Gallenspitze ausgefressen, und wenn dann die Puppe ausschlüpfen will, braucht sie nur an die Gallenspitze zu drücken, worauf sofort im Umkreise der Furche eine Trennung des Zusammenhanges erfolgt, die kegelförmige Gallenspitze als Deckel abgeworfen und eine weite Ausgangspforte gebildet wird (s. Abbildung, S. 210, Fig. 5). Eine sehr ähnliche Ausbildungsart von Kapselgallen findet sich an den Laubblättern einer in Brasilien vorkommenden Art der Gattung Celastrus (s. Abbildung, S. 210, Fig. 6—8), nur enthält dort die Innengalle mehrere Kammern, und die Außengalle hat die Form eines der grünen Blattfläche aufgesetzten Bechers.

Die Ursprungsstelle der Markgallen wird durch die gallenerzeugenden Tiere bestimmt. Diese sind in betreff der Stelle, wohin sie ihre Eier legen, im allgemeinen sehr wählerisch, und es ist wahrhaft staunenswert, mit welcher Findigkeit von ihnen selbst sehr versteckte und schwer zugängliche Punkte aufgesucht werden, wenn Aussicht vorhanden ist, daß dort die aus dem Ei hervorkommenden Larven nicht nur Nahrung, sondern auch eine gesicherte Heimstätte finden. Die kleine Gallwespe Blastophaga grossorum legt ihre Eier in die Fruchtknoten der sogenannten Gallenblüten im Inneren der Urnen von Ficus Carica (s. S. 384 und Abbildung, S. 380, Fig. 14 und 15); Aphilothrix legt ihre Eier in die grüne Rinde, aus der Markgallen entstehen (S. 215, Fig. 1), die Gallwespe Cynips caput Medusae legt sie an die Seite der Hüllblättchen, welche die Fruchtblüten der Eichen (Quercus sessiliflora und pubescens) umgeben, und erzeugt dort eine Galle mit unzähligen, wirr durcheinander geflochtenen starren und spitzen Fransen, welche die Angriffe anderer Tiere abwehren (s. Abbildung, S. 215, Fig. 10).

Die von Aphilothrix Sieboldi (s. Abbildung, S. 215, Fig. 1) erzeugte Galle ist insbesondere auch dadurch bemerkenswert, daß von ihrer Oberfläche ein klebriger, süß schmeckender Saft abgesondert wird, welcher kleine Ameisen anlockt. Diese Ameisen suchen ihre Nahrungsquelle, den süßen Saft auf den Gallen, für sich allein auszubeuten und wehren alle anderen Tiere, welche sich diesen Gallen nähern wollen, ab. Mithin spielen sie die Rolle von Wächtern der Gallen und schützen die Erzeuger und Bewohner derselben gegen die Nachstellungen verschiedener Schmarotzer, namentlich der Arten der Gattungen Torymus und Synergus. Man wird dadurch lebhaft an die in Band I, S. 422, geschilderten Vorgänge der Schutzeinrichtungen der Blätter von Cecropia erinnert. Noch ist zu bemerken, daß die Ameisen häufig aus Sand und Erde einen vollständigen Mantel um die durch Aphilothrix Sieboldi erzeugten Gallen bauen, um den süßen Saft ungestört genießen zu können, wodurch der Schutz noch wesentlich vervollkommt wird.

Zusammengesetzte Gallen werden diejenigen genannt, an deren Aufbau mehrere unmittelbar aneinander grenzende Glieder einer Pflanze teilnehmen. Sie lassen sich in drei

Gruppen, in die Knoppergallen, Kuckucksgallen und Klunkergallen, zusammenstellen. Die Knoppergallen umfassen mehrere, häufig sogar sämtliche Teile eines Sprosses. Von den



Eichengallen: 1) Markgallen an der Rinde, veranlaßt durch Aphilothrix Sieboldi; 2) Knoppergalle aus einer Blattknospe, veranlaßt durch Cynips Hartigii; 3) Markgallen an einem Eichenzweige, veranlaßt durch Cynips Kollari, 4) eine solche Galle durchschnitten; 5) Knoppergallen aus Blattknospen, veranlaßt durch Cynips lucida, 6) eine solche Galle durchschnitten; 7) beblätterte Knoppergalle, veranlaßt durch Aphilothrix gemmae; 8) Knoppergallen aus Blattknospen, veranlaßt durch Cynips polycera; 9) Längsschnitt durch eine solche Knoppergalle; 10) Galle an der Fruchthülle der Quercus pubescens, veranlaßt durch Cynips caput Medusae; 11—14) Markgallen auf dem Blatte der österreichischen Eiche (Quercus austriaca): 11) veranlaßt von Neuroterus lanuginosus, 12) von Neuroterus numismaticus, 13) von Neuroterus fumipennis, 14) von Spathegaster tricolor. Nach G. Mayr. (Zu S. 211—216.)

blattlosen Knoppergallen sind insbesondere jene Formen hervorzuheben, welche mit eigentümlichen Schutzmitteln gegen die Angriffe der den Gallenwespenlarven nachstellenden Tiere

ausgerüstet sind. Die auf S. 215, Fig. 8 und 9, abgebildete, durch Cynips polycera veranlaßte, aus den Blattknospen der Quercus pubescens und sessiliflora hervorgehende und gewissermaßen einen ganzen Seitentrieb vertretende Galle hat die Form einer jungen Mispelfrucht und 3—5 abstehende, starre und spitze Zacken, welche als veränderte, aber ohne Grenze in das Gewebe der Sproßachse übergehende Blattgebilde angesehen werden können. Diese Galle ist einkammerig, und es hat sich das Gewebe ihrer Wand in eine Außengalle und eine kugelige, markige Innengalle gesondert. Die auf S. 215, Fig. 2, abgebildete Galle wird durch die Gallwespe Cynips Hartigii veranlaßt, welche ein Ei in die Mitte einer Blattknospe der Stieleiche (Quercus sessiliflora) legt. Aus einer solchen Blattknospe entwickelt sich statt eines belaubten Sprosses eine einkammerige, kleine Galle, von deren Umfang große nagelförmige oder keulenförmige Fortsätze ausgehen, welche als umgewandelte Blätter zu deuten sind. Die verdickten, eckigen Enden dieser Fortsätze schließen dicht zusammen und bilden so gewissermaßen eine zweite äußere Hülle der Gallenkammer, welche zu durchdringen feindlichen Schlupfwespen nicht möglich ist. Durch die Anordnung und Form der zusammenschließenden Fortsätze erinnert diese Galle lebhaft an die Zapfenfrucht einer Zypresse. Noch seltsamer ist die aus den Knospen verschiedener Eichen (Quercus pendulina, sessiliflora, pubescens) hervorgehende und durch die Gallwespe Cynips lucida veranlaßte Galle (s. Abbildung, S. 215, Fig. 5 und 6). Dieselbe enthält mehrere Larvenkammern und ein reichliches Markgewebe, und von ihrem Umfang erheben sich unzählige dünne Fortsätze, welche an Leimspindeln erinnern, insofern nämlich, als sie an dem köpfchenförmig verdickten Ende sehr kleberig sind. Die dem Gallenerzeuger feindlich gesinnten Schlupfwespen und andere Tiere nehmen sich wohl in acht, mit diesen Leimspindeln in Berührung zu kommen. Auch bei dieser Galle mag man, wie bei der zuvor besprochenen Gallenart, die von der angeschwollenen Achse ausgehenden Fortsätze als veränderte Blätter deuten.

Als Vorbild der beblätterten Knoppergallen mag vorerst die auf S. 215, Fig. 7, abgebildete Galle dienen, welche durch die Gallwespe Aphilothrix gemmae an verschiedenen Eichen (Quercus pedunculata, sessiliflora, pubescens) entsteht. Diese erinnert an einen Hopfen- oder Lärchenzapfen, entwickelt sich aus den Laubknospen der genannten Eichen, zeigt eine stark verkürzte, angeschwollene Achse, deren Gewebe sich in eine Außengalle und eine Innengalle gesondert hat, und ist mit zahlreichen vertrockneten, braunen, lanzettlichen, behaarten Schuppen besetzt, welche die Gestalt von Deckblättern haben.

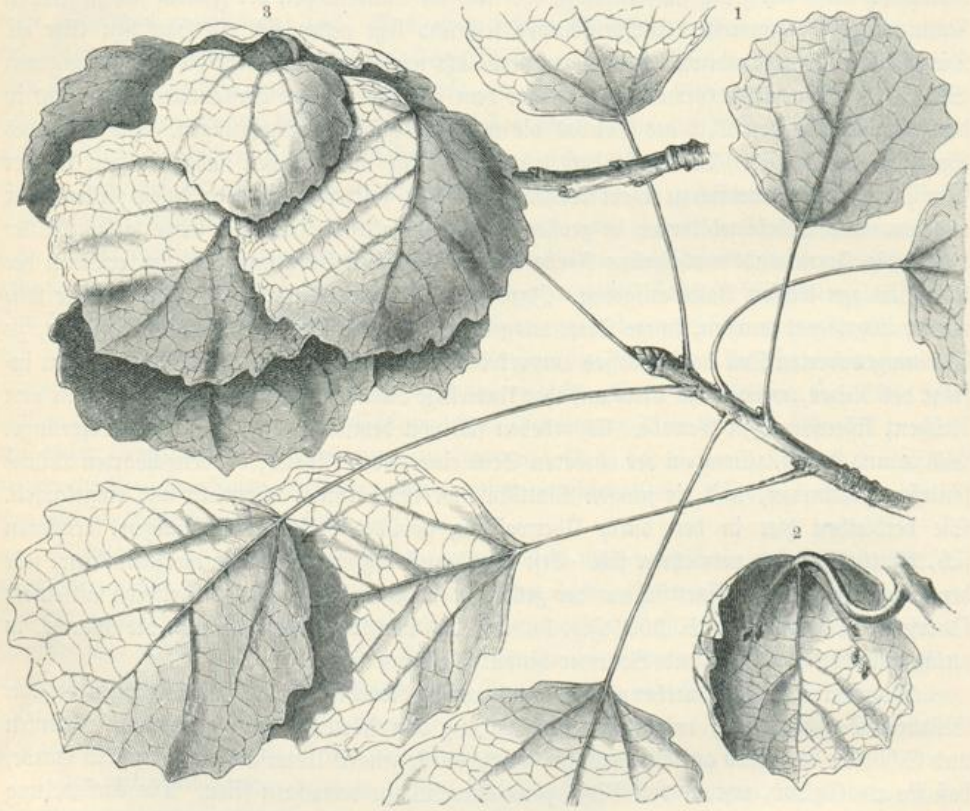
Den mit Laubblättern besetzten Gallen schließen sich noch diejenigen an, zu deren Aufbau Blumenblätter in Verwendung gekommen sind. Sie gehen aus Blütenknospen hervor, in welche von kleinen Gallmücken Eier gelegt wurden. Die aus dem Ei schlüpfenden Larven leben in der Höhlung des Fruchtknotens oder, wo dieser mehrere Fächer hat, in einem der Fächer desselben, und dieser Raum erlangt dadurch die Bedeutung einer Larvenkammer. Die Blumenkrone, welche in der Blütenknospe den Fruchtknoten einhüllt, öffnet sich nicht, sondern erhält sich als eine geschlossene Kappe über der Larvenkammer. Der Kelch erscheint aufgebläht, vergrößert, bisweilen fleischig angeschwollen. Die ganze Galle macht den Eindruck einer Knospe oder kleinen Zwiebel und erinnert an jene knospenförmigen Ableger, welche an Stelle der Blüten an den Hochblattstengeln gewisser Laucharten entstehen. Besonders findet man solche Gallen am Hornklee (Lotus corniculatus), wo sie durch die Gallmücke Diplosis (Contarinia) Loti, an verschiedenen Arten der Königskerze (Verbascum austriacum, nigrum, Lychnitis usw.), wo sie durch Asphondylia Verbasci, an mehreren Arten des Gamanders

(Teucrium montanum, Chamaedrys, Scordium usw.), wo sie durch die Wanzen Laccometopus Teucrii und clavicornis, und an der Teufelskralle (Phyteuma orbiculare), wo sie durch Cecidomyia Phyteumatis hervorgebracht werden.

Den Knoppergallen schließen sich jene merkwürdigen Gallenbildungen an, welche die Basis von Sprossen umwachsen. Die bekannteste und verbreitetste in diese Gruppe gehörige Galle wird durch die Blattlaus Chermes Abietis an den Zweigen der Fichtenbäume (Abies excelsa) hervorgebracht (s. Abbildung, S. 209, Fig. 1). Eine der „Altmütter" der genannten Blattlaus saugt sich zeitig im Frühling, ehe noch die Laubknospen der Fichten sich zu strecken beginnen, an der untersten Knospenschuppe fest und legt neben sich ein Häufchen Eier ab. Die Verletzung, welche durch das Saugen veranlaßt wird, und noch mehr die Einführung von Stoffen in das verletzte Gewebe, welche von dem saugenden Tiere herstammen, veranlaßt in dem darüberstehenden Teil des Triebes die merkwürdigsten Veränderungen. Die Achse des Sprosses verdickt sich. Die Basis der von dieser Achse ausgehenden nadelförmigen Blätter schwillt an und gestaltet sich zu einem weichen, weißlichen, saftreichen Gewebe, dessen Zellen unter anderem auch Stärkemehlkörner in großer Menge enthalten. Das freie Ende dieser Blätter behält die Form und dunkelgrüne Farbe der gewöhnlichen Fichtennadeln und erscheint der kissenförmigen blassen Basis aufgesetzt. Inzwischen sind aus den Eiern, welche von der Altmutter abgelagert wurden, junge Tiere ausgekrochen, welche ihre Geburtsstätte verlassen, zu dem umgeänderten Teil des Sprosses emporkriechen und sich dort verteilen. Nun beginnt infolge des Reizes, welchen die Tiere auf ihre Unterlage ausüben, eine neue Wucherung in dem bleichen, kissenförmigen Gewebe. Es erheben sich von demselben krempenartige Vorsprünge, Wülste und Wälle, zumal an der vorderen Seite eines jeden Kissens; die benachbarten Wülste schließen zusammen, und die jungen Blattläuse werden förmlich überwallt und eingekapselt. Sie verbleiben hier in den durch Überwallung gebildeten kleinen Höhlungen, ernähren sich, häuten sich und vermehren sich. Erst im August beginnt die Galle auszutrocknen, jede der kleinen Höhlungen öffnet sich vor der grünen, dem Kissen aufgesetzten Nadelspitze mit einem Querspalt (s. Abbildung, S. 209, Fig. 1), und die Blattläuse verlassen nun die Räume, in welchen sie den Frühling und Sommer hindurch gehaust hatten.

Mit dem Namen Klunkern bezeichnet man in Norddeutschland Mißbildungen an den Blütenständen der Esche, an welchen die Häufung von Blattgebilden zu Knäueln, Knöpfen und Schöpfen besonders auffällt, und für welche durch genaue Untersuchung festgestellt wurde, daß sie als Gallen, erzeugt von Phytoptus Fraxini, zu betrachten seien. Die Ansiedelung von Mücken, Blattläusen und Milben erfolgt jedesmal am Ende eines Sprosses, und zwar stets zur Zeit, wenn dieser noch unentwickelt in der Knospe steckt. Die Achse eines solchen Sproßendes bleibt infolge des Reizes der angesiedelten Tiere mehr oder weniger verkürzt. Damit für die zwischen den Blättern angesiedelten Tiere der nötige Raum geschaffen werde, ist entweder die Spreite, oder es ist der scheidenförmige Teil des Blattes vertieft und ausgehöhlt, und indem sich diese Teile der Blätter aufeinanderlegen, entstehen Höhlungen, nicht unähnlich denjenigen, welche sich an den Zapfen der Nadelhölzer für die heranwachsenden Samen ausbilden. Der Scheidenteil der Blätter ist nicht selten etwas verdickt, und sein saftiges Zellgewebe dient dann den in der Galle wohnenden Tieren zur Nahrung. An derartige Gallen, zu denen auch die auf S. 218 abgebildete, auf den Espen häufig anzutreffende, von Schizoneura tremulae erzeugte Galle gehört, schließen sich die absonderlichen Gebilde an den Zweigspitzen der Weiden, welche der Volksmund Weidenrosen nennt. Sie werden durch die Gallmücke

Cecidomyia (Dichelomyia) rosaria veranlaßt. Die Laubknospe, aus der sie entstehen, behält ihre kurze Achse und entwickelt aus dieser zahlreiche grüne Blätter, welche wie die Blätter einer gefüllten Rose gruppiert sind. Die untersten Blätter dieser „Rose" weichen in ihrer Gestalt von den gewöhnlichen Laubblättern der betreffenden Weidenarten nur wenig ab. Meistens ist nichts weiter als eine Verkürzung und Verbreiterung des Blattstieles und der Blattscheide zu bemerken, während sich die grüne Spreite und ihre fiederförmige Strangverteilung fast unverändert erhalten haben. An den weiter aufwärts beziehentlich einwärts folgenden



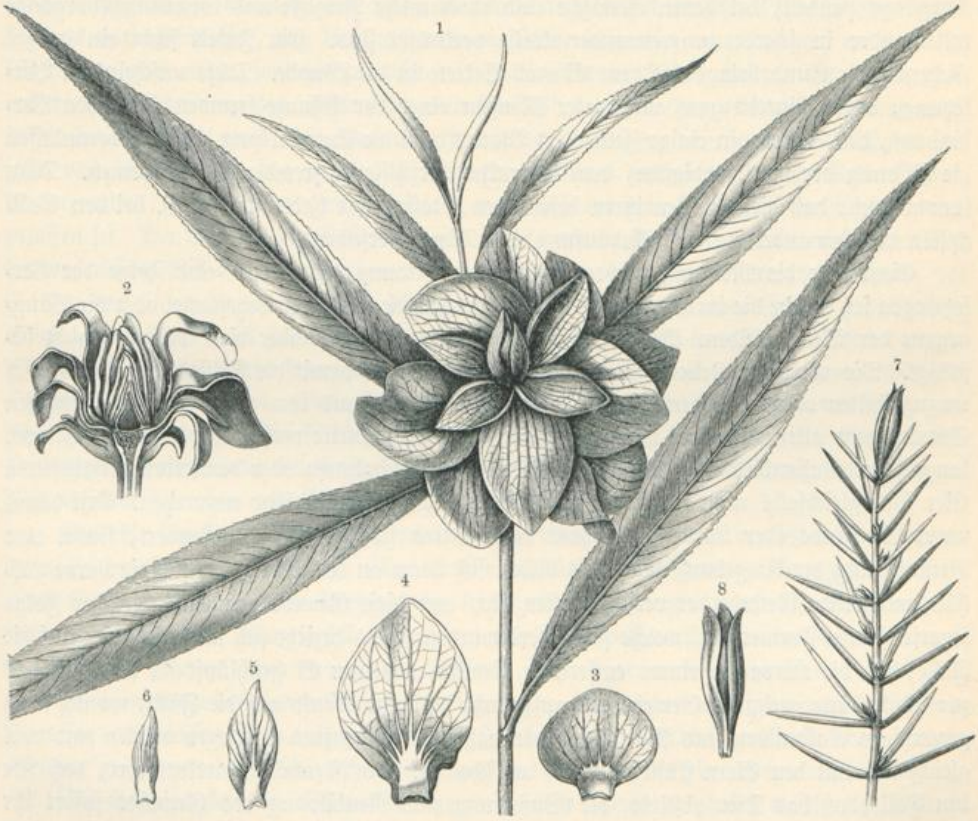
Bildung einer Klunkergalle in der Krone eines Espenbaumes: 1) normaler Espenzweig mit unveränderten Laubblättern; 2) ein von der Blattlaus Schizoneura tremulae befallenes Blatt der Espe, von der unteren Seite gesehen; 3) ganze Klunkergalle in der Krone der Espe. (Zu S. 217.)

Blättern nimmt dagegen der scheidenförmige Teil des Blattes auffallend an Umfang zu und der grüne Spreitenteil an Umfang ab, und noch weiter gegen den Mittelpunkt der „Rose" werden die Blätter schuppenförmig, und es trägt der Sproß auffallend verkürzte Blätter mit breiten bleichen, fleischigen Blattstielen, welche in eiförmige oder lanzettliche, von strahlig verlaufenden Strängen durchzogene Blattspreiten übergehen (s. Abbildung, S. 219, Fig. 1—6). Bemerkenswert ist, daß die Zahl der Blätter in einer solchen Weidenrose immer größer ist als diejenige, welche an einem unveränderten Sproß der betreffenden Weidenart gefunden wird.

Einen bemerkenswerten Gegensatz zu diesen Klunkergallen, welche sich als weit offene Rosetten darstellen, bilden diejenigen, deren sämtliche Blätter zusammenschließen oder sich

gewissermaßen ballen, wie etwa die Blätter an einem Kohlkopfe, so daß die ganze Galle ein kopfförmiges Aussehen erhält, wie solche z. B. durch Gallmilben am Quendel (Thymus Serpyllum) hervorgebracht werden (s. die Tafel bei S. 210, Fig. 4 und 5).

An den Sprossen der Eibe (Taxus baccata), des Leines (Linum usitatissimum), der zypressenartigen Wolfsmilch (Euphorbia Cyparissias), des stiellosen Leimkrautes (Silene acaulis) und mehrerer Eriken (Erica arborea, carnea usw.) entstehen durch den Einfluß verschiedener Mücken (Cecidomyia Taxi, Euphorbiae, Ericae scopariae usw.) Gallen mit linealen,



„Weidenrosen" und „Kickebeeren": 1) Klunkergalle auf dem Zweige der Silberweide (Salix alba); 2) Längsschnitt durch diese Galle, 3—6) Blätter aus dieser Klunkergalle; 7) Zweig von Juniperus communis, welcher von einer Klunkergalle (Kickebeere) abgeschlossen ist; 8) eine abgelöste solche Klunkergalle, etwas vergrößert. (Zu S. 218—220.)

aufrecht abstehenden, zu Büscheln zusammengedrängten Blättern. Der Grund der gehäuften Blätter und auch die Achse der Galle ist gewöhnlich etwas verdickt, wodurch der Eindruck hervorgebracht wird, daß die linealen Blätter einem rundlichen Knopfe aufsitzen, was namentlich bei der zypressenförmigen Wolfsmilch recht auffallend hervortritt. An diese Form reiht sich die unter dem Namen Kickebeere bekannte, an Zweigen des Wacholders (Juniperus communis) vorkommende, von der Gallmücke Hormomyia (Oligotrophus) juniperina veranlaßte Gallenbildung an. Die nadelförmigen Blätter des Wacholders stehen an den unveränderten Sprossen zu drei und drei in Quirlen beisammen. Durch den Einfluß der genannten Gallmücke erscheinen nun die Quirle am obersten Ende der Zweige so verändert, daß der

vorletzte derselben infolge Verbreiterung der Nadeln einen dreizackigen Becher darstellt, während der letzte Quirl sich zu einem von drei kurzen Blättchen umschlossenen Gehäuse ausgestaltet (s. Abbildung, S. 219, Fig. 7 und 8). Die Galle erinnert in ihrer Form sehr auffallend an die Zapfen gewisser Lebensbäume (Thuja occidentalis, orientalis und plicata).

Die Erklärung der Gallenbildung stößt auf große Schwierigkeiten, und es fehlt an einer befriedigenden Einsicht, welche diese so überaus merkwürdigen Tatsachen verständlich macht. Man muß aber auch wohl beachten, daß es sich nicht um einfache, sondern um sehr verwickelte Vorgänge handelt, bei denen chemische und mechanische Prozesse und Gestaltungsvorgänge miteinander in schwer zu trennender Weise verknüpft sind. Ein Insekt sticht ein junges Eichenblatt an und bringt mit dem Ei auch Sekrete in die Wunde. Diese unscheinbare Verletzung, dieser Eintritt ganz minimaler Mengen einer der Pflanze fremden chemischen Verbindung, des Sekrets, in einige Zellen des Blattes dazu die Entwickelung des Eies veranlassen die Bildung der merkwürdigsten, dem Charakter der Pflanze fremden Gallenformen. Dazu kommt noch, daß diese Gallen ihren besonderen Stoffwechsel haben und z. B. bei den Galläpfeln die Zuwanderung und Anhäufung von Tannin erfahren.

Einst war die Meinung verbreitet, daß die Bildung der Gallen eine Folge der Verletzungen sei, welche die im Wachstum begriffenen Gewebe durch den Legestachel oder die Saugorgane der Tiere erleiden. Die neueren Untersuchungen haben aber diese Meinung nicht bestätigt. Die verletzten Zellen gehen zugrunde und haben damit die Fähigkeit verloren, sich umzugestalten oder veränderte Tochterzellen zu erzeugen; aus dem angrenzenden lebendigen Gewebe geht allenfalls Kork hervor, welcher die wunde Stelle verschließt, aber das ist noch lange keine Gallenbildung. Die in das Gewebe eingeschobenen oder demselben angehefteten Eier sind gleichfalls nicht imstande, eine Gallenbildung unmittelbar anzuregen. Erst dann, wenn die Made oder Larve die Eihaut verläßt und flüssige Stoffe absondert, findet eine Veränderung der Umgebung statt. Es bilden sich dann an der Stätte, wo sich die Larve aufhält, wuchernde Gewebe der verschiedensten Art, und diese Gewebe nehmen in rascher Folge jene seltsamen Formen an, welche geschildert wurden. Das bezieht sich natürlich auch auf die Fälle, wo die Larve an einem entfernten Punkte aus dem Ei geschlüpft ist und sich das zur Wohnstätte geeignete Gewebe erst aufgesucht hat, und ebenso auf die Fälle, wo sich ausgewachsene Gallmilben und Blattläuse einen passenden Platz zum Eierlegen wählen und dort gleichzeitig mit den Eiern flüssige Stoffe ausscheiden. Es ist auch bemerkenswert, daß für den Fall, daß das Tier abstirbt, die Wucherung und Neubildung des Gewebes sofort ihr Ende erreicht und die Galle nicht zur Ausbildung kommt. Die Zellen in der Umgebung des Tierleichnams bräunen sich und sterben ab, woraus mit Recht geschlossen wird, daß nur die von lebenden Tieren ausgeschiedenen Stoffe Gallenbildung verursachen können. Man glaubte, daß das von dem eierlegenden Tier bei der Eiablage ausgeschiedene Sekret als chemischer Reiz wirke, der die Gallenbildung auslöse. Allein künstliche Injektionen der Sekrete von Nematus viminalis in Weidenblätter führten niemals zur Gallenbildung. Ebenso unwirksam waren Extrakte junger Gallen oder von Tieren und Eiern. Mögen nun auch die Methoden künstlicher Injektion von der Wirkung des Legestachels abweichen, die Versuche sprechen nicht dafür, daß ein einfacher chemischer Reiz genügt, um das Wachstum der Gallen zu veranlassen. Einige Gallenforscher nehmen an, daß nicht das Sekret des Legestachels, sondern der von den Tieren zur Verflüssigung der Nahrung ausgeschiedene scharfe Speichel es sei, welcher auf das Zellgewebe der von dem Insekt gewählten Wohnstätte einwirke.

Die chemische Zusammensetzung dieser Stoffe ist zwar unbekannt, man nimmt aber an, daß die wirksamen Bestandteile zu jener Gruppe stickstoffhaltiger Verbindungen gehören, welche Enzyme genannt werden und von denen in Band I, S. 292, die Rede war. Die Enzyme haben die Fähigkeit, chemische Spaltungen hervorzurufen und damit den Stoffwechsel zu beeinflussen. Ob das aber dahin führen muß, daß die Gewebe der befallenen Pflanzenteile ganz und gar neue Wege der Formbildung einschlagen und die merkwürdigen Gallen erzeugen, läßt sich nicht erkennen. Für diese Annahme wird angeführt, daß die Larve anfangs wenig wächst, vielmehr erst, wenn die Galle ausgebildet ist, schnell ihre Größe erreicht. Daraus wird geschlossen, daß die zuerst von der Larve aufgenommene Nahrung nicht von ihr selbst verwendet wird, sondern zunächst das gallenbildende Sekret liefert. Es scheint aber, daß diese Ausscheidung des „gallenbildenden Stoffes" durch die Larve länger andauern muß, damit die Galle sich ausbildet. Das widerspricht der Annahme, daß der bloße Stich des Insekts und die Wirkung des dabei ausgeschiedenen Sekrets ausreiche, um die Gallenbildung hervorzurufen, also daß der ganze Vorgang wesentlich als eine chemische Reizwirkung aufzufassen sei. Der Versuch, die Gallen einfach als Chemomorphosen, d. h. durch chemischen Reiz hervorgerufene Bildungen anzusehen, ist eigentlich nur eine Anwendung der Theorie von Sachs, der allgemein die Form der Pflanzenorgane auf „organbildende Stoffe" zurückführen wollte. Diese Theorie ist ziemlich grob-materialistisch und leidet an dem Fehler, daß die organbildenden Stoffe eine rein hypothetische Annahme sind. Es sind noch niemals organbildende Stoffe beobachtet worden. Diese Theorie läßt sich also gar nicht in eine Vorstellung umsetzen. Wie soll man sich die Wirkung der Stoffe vorstellen? Ist es denkbar, daß eine chemische Verbindung, eine Säure, ein Enzym so über die Nährstoffe dominieren kann, daß es sie zur Bildung von Geweben und Organen in Bewegung setzt?

Viel eher könnte man sich vorstellen, daß solche Stoffe auf eine von der Pflanze ausgehende Entwickelung hemmend wirken. Man könnte die Gallen als Adventivbildungen auffassen, deren Entwickelung durch die Verwundung durch ein Insekt angeregt würde. Statt daß sich normale Sprosse oder Wurzeln bilden, würde durch die chemischen Ausscheidungen die normale Entwickelung gehemmt und es entstehen Gallen. Dafür sprechen Versuche Beijerincks, daß man Weidenrosengallen durch Tötung der Larve zum Austreiben von beblätterten normalen Sprossen veranlassen kann. So lange das Insekt lebte, war diese normale Entwickelung offenbar gehemmt durch Reize chemischer und anderer Art, die die Larve ausübte.

Die Schwierigkeit, die Gallenbildungen als bloße Chemomorphosen ansehen zu können, ist der Grund, weshalb manche Forscher sogar angenommen haben, es müsse bei der Gallenbildung Keimplasma der Tiere sich mit dem pflanzlichen Plasma vereinigen und dadurch eine symbiontische Beziehung zwischen der Galle und dem Insekt zustande kommen. Das ist aber äußerst unwahrscheinlich. Die Tatsache, daß schon pflanzliche Protoplasmen, falls sie verschiedenen Pflanzenarten angehören, sich abstoßen und durchaus keine Vereinigung miteinander eingehen, wie das die Amöben verschiedener Schleimpilzarten beweisen, macht es ganz unwahrscheinlich, daß tierische und pflanzliche Protoplasmen zu Lebenszwecken verschmelzen sollten.

Auch die Ansicht, daß die von den gallenbildenden Tieren ausgeschiedenen flüssigen Stoffe imstande seien, das Protoplasma der Pflanzenzellen so zu verändern, daß die Gallenbildung gewissermaßen als eine Änderung der Arteigenschaften der betreffenden Pflanze anzusehen sei, hat etwas Gezwungenes. Kerner war dieser Ansicht und handelte die Gallenbildung nicht in der Morphologie, sondern im Kapitel über Entstehung der Pflanzenarten ab, was der Herausgeber

jedoch nicht vertreten kann. Es handelt sich vielmehr bei den Gallenbildungen nur um eine Richtungsänderung der Entwickelung durch den Einfluß der von den Gallentieren ausgehenden, vielleicht zum Teil chemischen, teils aber auch andersartigen Reize.

Dafür spricht auch die wiederholt gemachte Beobachtung, daß nicht nur das Protoplasma jener Zellen, auf welche die von den Tieren ausgeschiedenen Stoffe unmittelbar einwirken, zu einer veränderten Bautätigkeit angeregt wird, sondern daß sich die Einwirkung von Zelle zu Zelle fortpflanzt und auf immer weitere Kreise erstreckt. Die Schildlaus Chermes Abietis saugt sich an ein Blättchen der Fichtenknospe fest und kann nur einige wenige Zellen des in dieser Knospe geborgenen jungen Sprosses unmittelbar beeinflussen. Nichtsdestoweniger beginnen bald darauf Tausende von Zellen an dem aus der Knospe hervorwachsenden Sprosse sich in veränderter Weise auszugestalten, ein Vorgang, welcher lebhaft an den Einfluß der Befruchtung auf die Ausgestaltung des Fruchtknotens zur Frucht erinnert.

Von hoher Bedeutung ist auch die Tatsache, daß verschiedene Tiere auf ein und derselben Pflanze verschieden gestaltete Gallen hervorrufen. Nebeneinander können auf einem Rosenblatte die von Rhodites Rosae erzeugten Bedeguare, die von Rhodites Eglanteriae erzeugten erbsenartigen Markgallen und die von Rhodites spinosissima erzeugten, unregelmäßige Buckel bildenden Markgallen vorkommen (s. die Tafel bei S. 210, Fig. 12—14). Auf demselben Rüsternblatt erzeugt Schizoneura Ulmi eine Runzelgalle, Tetraneura Ulmi eine Beutelgalle und Tetraneura alba eine Umwallungsgalle (s. dieselbe Tafel, Fig. 15—17). Auf den Blättern der Purpurweide findet man bisweilen dicht nebeneinander die kugelige Markgalle von Nematus gallarum und die blasenförmig aufgetriebene Markgalle, welche durch Nematus vesicator erzeugt wird (s. dieselbe Tafel, Fig. 18 und 19), und man trifft Eichenblätter, auf welchen die kleinen Markgallen von vier verschiedenen Gallwespen, nämlich von Neuroterus lanuginosus, numismaticus, fumipennis und Spathegaster tricolor, gruppenweise nebeneinander vereinigt stehen (s. Abbildung, S. 215, Fig. 11—14). Für mehrere Eichen, so namentlich für die Stieleiche (Quercus pedunculata), ist es nachgewiesen, daß durch 20—30 verschiedene Gallwespen ebenso viele verschiedene Gallenformen erzeugt werden.

Es verdient hier auch erwähnt zu werden, daß ein und dieselbe Tierart auf verschiedenen Pflanzen zwar ähnliche, aber doch etwas abweichende Gallen hervorruft. So z. B. ist die durch Nematus pedunculi auf den unterseits weißfilzigen Blättern der Salix incana erzeugte Galle weißfilzig, die durch dieselbe Gallmücke auf den kahlen Blättern der Salix purpurea erzeugte Galle kahl; die auf den hellgrünen Blättern der Rosa canina durch Rhodites Rosae erzeugte Galle ist blaßgelb und höchstens an der Sonnenseite etwas rotbackig, die auf den violetten Blättern der Rosa rubrifolia durch dieselbe Nematus-Art hervorgebrachte Galle ist dunkelviolett usw. Diese Abweichungen sind allerdings nur unbedeutend, zeigen aber, daß die Arteigenschaften der Pflanze auf die Gallenbildung einen bestimmten Einfluß behalten.
