

Untersuchungen über die Deformationen, welche bei einigen Pflanzen durch Uredineen hervorgerufen werden.

Von Ruth Stämpfli.

(Mit 27 Textfiguren.)

Einleitung.

Die Veränderungen der Wirtspflanzen, durch den Einfluß der Parasiten hervorgerufen, können sehr verschiedener Natur sein. Bringt z. B. das Pilzmycel in Knospen ein und durchwuchert den Sproß, so erscheint derselbe ganz deformiert, verkrümmt, verlängert oder verkürzt; der äußere Habitus kann dadurch vollständig gestört werden, um so mehr, als auch meistens die Verzweigung und die Beblätterung verändert wird. Weniger deutliche Deformationen bilden sich dann, wenn die Infektion nicht so frühzeitig erfolgt, wenn die Lebensdauer des Mycels kürzer ist, oder wenn das Mycel auf bestimmte Stellen lokalisiert ist. — Nicht nur die vegetativen Teile der befallenen Pflanze lassen aber eine Neu- oder Rückbildung erkennen, sondern auch die reproduktiven Teile sind oft verändert.

Die auffälligste Deformation ist die Gallen- und Hexenbesenbildung:

Der Begriff für „Galle“ ist ein sehr schwankender; Küster (8) gibt in seiner pathologischen Anatomie für diese Bildungen folgende Definition: die Gallen sind Bildungsabweichungen der Pflanze, die der Entwicklung der Parasiten Vorschub leisten und die meistens für die Entwicklung des gallentragenden Organismus schädlich sind. Dieser Definition nach wären fast sämtliche Uredineen Gallenbildner, da bei der Sporenbildung sehr häufig verdickte Stellen oder Polster entstehen, sei es nun auf Stengeln oder Blättern. Im allgemeinen aber werden zu den typischen Gallen nur diejenigen Deformationen gerechnet, die eine gewisse Größe besitzen, einige mm im Durchmesser, und die deutlich aus dem Gewebe der Nährpflanze hervorragen. Typische Gallen entstehen besonders häufig da, wo die Infektion lokalisiert ist, also z. B. auf Blättern.

Die Hexenbesen nun haben ein ganz anderes Aussehen als die Gallen. Allgemein gesprochen werden als Hexenbesen alle diejenigen Sprosse angesehen, die sich unter dem Pilzeinfluß anormal reichlich verzweigt haben.

Es folgen nun einige Untersuchungen über weniger oder bisher nicht näher untersuchte Deformationen.

I. Kapitel: Typische Gallen.

II. Kapitel: Einwirkung der Uredineen auf Blüten.

III. Kapitel: Deformationen an Stengeln und Blättern.

Kapitel I.

Typische Gallen.

Von denjenigen Uredineen, die typische Gallen bilden, sind hauptsächlich die Gymnosporangiumarten bekannt, deren Teleutosporenmycel oft beträchtliche knotige Anschwellungen hervorrufen; diese Deformationen wurden von Woerle (22), L. Géneau de Lamarlière (5), W. G. Farlow (2), Küster (9) und v. Tubeuf (21) untersucht und beschrieben.

In einer anderen Arbeit beschreibt v. Tubeuf (20) eine interessante Galle; sie wird durch *Caeoma deformans* an *Thujaopsis dolabrata* in Japan gebildet. Wie ich mich in Berlin im königlichen Museum von Dahlem überzeugen konnte, verursacht der Pilz zunächst eine große Anschwellung an den Zweigen, also eine typische Galle. Von da aus erheben sich dann braune, blattlose, gabelig verzweigte Äste, die alle in einer Scheibe enden. Unter der Epidermis dieser Scheibe, die später als Deckel abgeworfen werden soll, befinden sich die Caeomalager. In diesem Fall ist ein deutlicher Übergang von Galle zu Hexenbesen zu konstatieren.

Eine andere Galle wird von P. Magnus (15) beschrieben: *Uropyxis Rickiana*; der Pilz tritt im Stamm einer *Bignoniacee* von São Leopoldo auf und bildet dort eine Deformation, die Magnus Krebsgeschwulst nennt.

Eine weniger große Gallenbildung, durch *Aecidium Englerianum* P. Henn. auf *Clematis* gebildet, wurde von Lindau (10) untersucht. Hier erscheinen auf den Blättern, Blattstielen und Stengeln Höcker von rundlicher oder länglicher Form von verschiedener Dicke, auf denen dann die Sporen entstehen. Die Gallen auf den Stengeln und den Blattstielen zeigen die Eigentümlichkeit, daß sie sich verzweigen und rasch in die Länge wachsen; so bildet sich also auch ein Mittelding zwischen typischer Galle und Hexenbesen.

Saccardo (18) gibt dann ferner noch folgende Gallenbildner an:
Vol. IX:

Aecidium Schweinfurthii Hab. In fructibus Acaciae Fistulae qui tunc gallae ad instar deformantur.

Vol. XII:

Aecidium rionegrense ... format in foliis gallas pulvinatas rufas usque 3 cm cr.

Aecidium Basanacanthae ... gallas nigras format ...

Uredo imperialis ... forme insignis tumores lignosos majusculos vel maximos...

Vol. XIV.

Caeoma baccharidis... Tumores lignosos globosos in ramnis procreans.

Vol. XVI:

Uredo Freycinetiae... soris hypophyllis, maculis orbicularibus, $\frac{1}{2}$ —2 cm latis flavidis insidentibus minutissimus oculo medio in conspicuis...

Caeoma berberidis... Soris tumores globosos formantibus.

Uredo novissimum. Partes infectae quandoque parum incrassatae et gyrosae tantum, quandoque nodulos subglobosos v. diffformes 2—20 cm diam. carnosos etc.

Für die Gattung *Puccinia* werden von Sydow (20) folgende Uredineen als Gallenbildner erwähnt:

Puccinia Uleana. Der Pilz ruft Anschwellungen und krebsartige Geschwülste hervor, S. 32.

Puccinia Adesmiae. Der Pilz verursacht an den Zweigen dicke, auffällige Gallen, S. 842.

Puccinia obesa. Aecidien rufen oft große, schneckenartig gekrümmte Anschwellungen hervor. Auf *Salvia* in Argentinien, S. 298.

Uredo Loesneriana P. Henn. auf *Rubus brasiliensis*.

Das Material, das mir zur Untersuchung gedient hat, stammt aus São Paulo in Brasilien und wurde durch Herrn Dr. Usteri gesammelt. Für die gütige Überlassung des Materials sei ihm an dieser Stelle der beste Dank abgestattet.

In der Hedwigia 1898, S. 273, wird der Pilz mit den folgenden Ausdrücken beschrieben:

Soris uredosporiferis amphigenis cauliculisque in pustulis duris hemisphaericis vel pulvinatis efformatis 3 mm usque 2 cm diam.

primo tectis dein pulverulentis, pallideflavis. Uredosporis clavatis, oblonge ellipsoideis vel ovoideis, hyalino-fuscescentibus, spiraliter papillatis, $28-55:16-27$; pedicello $18-30\ \mu$, longo, hyalino, $5-6\ \mu$ crasso.

Hab. in foliis caulibusque Rubi spec. in Guatemala, Am. centr. et Serra Geral Brasiliae.

Eximia species ob papillas altas spiraliter dispositas, huiusque tantum in Uromycetis speciebus observatas ab omnibus statim dignoscenda.

Es wird von diesem Pilze also nur die Uredosporenform beschrieben; es handelt sich aber wahrscheinlich um eine Brachyform, d. h., der Pilz entwickelt Pykniden, Uredo-, Teleuto- und Basidiosporen, aber keine Aecidien. Die Pykniden und Uredolager entstehen im Innern von Gallen und brechen bei der Reife hervor (Fig. 1, *u*, *u*₁, *pk*). Teleutosporen habe ich keine auffinden können.

Sein Mycel lebt parasitisch in den Geweben von *Rubus brasiliensis* und bildet an Stengeln, Blattstielen und Blättern Gallen, die nach Dr. E. Küster (9) unter die Kataplasmen zu zählen sind, da ihre Größe sehr variiert und ihr Gewebe wenig differenziert erscheint. Die Größe der Gallen schwankt zwischen Punktgröße bis 2 cm Durchmesser. Auf den Blättern entstehen sie entweder auf Mittelrippen, Nebenrippen oder zwischen den Rippen und bilden da Höcker oder Warzen; häufig kommen sie auch am Blattrand an der Nervenendigung vor. An Stengeln und Blattstielen sitzen die Gallen meistens einseitig an.

Bau der Gallen.

1. Blattgallen.

a) An Stellen ohne Rippen.

Die Gallen sind, wie schon erwähnt, in der Größe sehr schwankend; sie sind rötlichbraun, runzelig und haben zum Unterschiede des normalen Blattes weder Spaltöffnungen noch Trichome. Fig. 1 stellt einen Querschnitt durch eine kleine Galle auf der Blattspreite dar. Es läßt sich sofort eine Gewebeveränderung im Blatt erkennen, und zwar besteht diese Veränderung in einer Wucherung resp. Verlängerung, Verbreiterung und Querseptierung der Grundgewebezellen, speziell des Palisadengewebes.

Aus diesen großen, eng aneinanderschließenden, parenchymatischen Zellen, die sehr viel Stärke enthalten, setzen sich die Gallen zusammen. Die Membran der Epidermiszellen ist schwach verdickt und gebräunt.

Die Pilzhyphe durchziehen die Galle gleichmäßig, nur unmittelbar unter den Pykniden und Uredolagern bilden sie ein dichteres Geflecht. Sie verlaufen hauptsächlich interzellulär und entsenden Haustorien ohne Zellulosekappe in die Zellen. In einigen vereinzelt Fällen konnte ich auch noch Hyphen im normalen Blatt, direkt neben den Gallen, nachweisen.

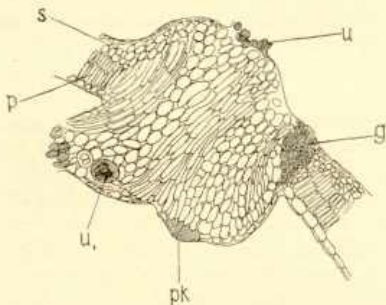


Fig. 1. Kleine Blattgalle von *Uredo Loesneriana* auf *Rubus brasiliensis*; *s* = Schwammparenchym des normalen Blattes; *p* = Gefäßbündel des Blattes; *u* = Uredolager; *u*₁ = Uredolager noch unter der Epidermis; *pk* = Pyknide. — Mit Camera gezeichnet. Vergr. c. 60.

b) Auf Blattrippen.

Häufiger treten die Gallen auf den Blattrippen auf und erscheinen da auch besser ausgebildet.

Sie lassen auch eine Wucherung des Grundgewebes, speziell der Palisadenschicht erkennen.

Der Bau der Gallen unterscheidet sich dadurch von den anderen Blattgallen, daß Tracheiden auftreten; sonst ist der Aufbau ganz derselbe. Der Verlauf der Hyphen und die Art und Weise der Uredo- und Pyknidenbildung ist ganz die gleiche wie vorhin beschrieben.

2. Blattstielgallen.

Auf Querschnitten (Fig. 2) durch den normalen Blattstiel sieht man, daß der Holzteil (*X*) der Unterseite viel stärker entwickelt ist als der der Oberseite (*X*₁); er ist ferner zusammenhängend, während die einzelnen Gefäßbündel der entgegengesetzten Seite durch Markstrahlen getrennt sind. Außen an den Gefäßbündeln ist eine Sklerenchympartie (*Sk*) entwickelt, die aber nicht einen Ring bildet, sondern sie wird auch, besonders auf der Oberseite, durch Parenchymstreifen getrennt.

Die Membranen der Epidermiszellen (*ep*) sind nicht sehr stark verdickt. Die Rindenschicht (*R*) setzt sich aus zirka sieben Lagen von ovalen, parenchymatischen Zellen zusammen. Die Zellen der zwei äußersten Schichten haben eine schwach verdickte Membran, während die Zellen der inneren Schichten ganz dünnwandig sind; sehr häufig treten in ihnen Krystalle von Calciumoxalat auf (*K*).

Der Siebteil (*Ph*) setzt sich aus Siebröhren, Geleitzellen und Bastparenchym zusammen; auch in diesen Geweben treten häufig Krystalle auf.

Der Blattstiel ist unregelmäßig behaart. Die Gallen treten einseitig auf (Fig. 3); es zeigt somit die eine Seite des Blattstieles nor-

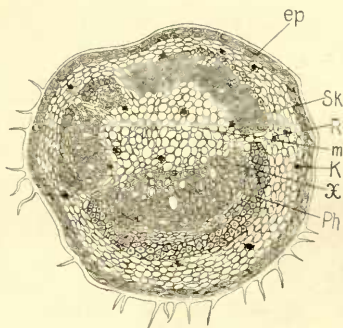


Fig. 2. Normaler Blattstielquerschnitt von *Rubus brasiliensis*: *ep* = Epidermis; *Sk* = Sklerenchympartie; *R* = Rindenschicht; *K* = Krystalle; *X* = Xylem; *Ph* = Phloëm; *m* = Mark. — Mit Camera gezeichnet. Vergr. 40.

malen Bau, die andere ist als Galle ausgebildet. Die Übergänge, beziehungsweise die Veränderungen der einzelnen Gewebe, lassen sich auf Fig. 4, die den infizierten Blattstiel in stärkerer Vergrößerung wiedergibt, noch besser verfolgen. Dabei konstatiert man folgendes: Die Epidermiszellen (*ep*) haben sich nicht verändert.

Die Rindenschicht hat an Zellenzahl zugenommen (*R*); die einzelnen Zellen erscheinen größer als die normalen und kugelig, normal waren sie in der Mitte der Schicht zirka 25 μ hoch und 7,5 μ breit; im infizierten Blattstiel, in der gleichen Lage, sind sie 32,5 μ hoch und 33—35 μ breit.

In der Sklerenchympartie (*Sk*) sind weniger Zellen ausgebildet; die Ausdehnung derselben ist noch ziemlich die gleiche, normal betrug sie 37,5 μ .

Die einzelnen Zellen aber sind dünnwandiger geworden; während im normalen Zustande das Lumen meist nur punktförmig erschien, ist es jetzt schon deutlich sichtbar, sein Durchmesser beträgt ungefähr $2,5\ \mu$.

Was den Siebteil anbetrifft (*Ph*), so erkennt man an den Stellen, wo das Gewebe in die Galle übergeht, daß er bedeutend zugenommen hat, und zwar sowohl an Siebröhren und Geleitzellen, als auch an Bastparenchym. Normal betrug der Durchmesser des Siebteils $35\ \mu$, infiziert bis $87\ \mu$. An den der Galle gegenüberliegenden Stellen beträgt er $37,5\ \mu$. Der Holzkörper (*X*) hat an den Stellen,

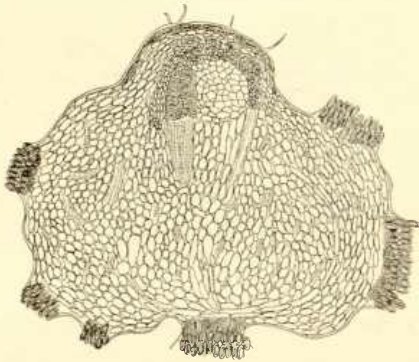


Fig. 3. Querschnitt durch Blattstiel und Galle von *Uredo Loesneriana* auf *Rubus brasiliensis*. — Mit Camera gezeichnet. Vergr. c. 18.

wo die Gewebe in die Galle übergehen, sehr stark zugenommen; die Gefäße sind bedeutend vermehrt worden. Der normale Holzkörper betrug durchschnittlich $60\text{--}120\ \mu$, beim Übergang in die Galle $240\text{--}270\ \mu$. An denjenigen Punkten, die am weitesten von der Galle entfernt sind, erscheint er noch ganz normal. Gegen die Galle zu wird nun der Holzkörper durch ein lebhaft wucherndes Holzparenchym zersprengt.

L. Gèneau de Lamarlière (5) hebt in seiner vorhin erwähnten Arbeit als einen Hauptcharakter der befallenen Gewebe von *Juniperus* hervor, daß durch die Wirkung des Parasiten die einzelnen Zellen näher der parenchymatischen Form bleiben und daß in ihrer Weiterentwicklung ein Stillstand oder eine Verspätung eintritt. So läßt sich auch die große Masse von Holzparenchym, die hier

auftritt, erklären, nämlich als durch die Wirkung des Pilzes unvollkommene Entwicklung der Libriformfasern.

Ist der Holzkörper zersprengt, so werden die einzelnen Elemente in die Galle hinausgedrängt und in ihrer Richtung verändert.

Die Markzellen (*m*) sind in der Größe sehr ungleich, sowohl im normalen als auch im infizierten Zustande. Normale Zellen:

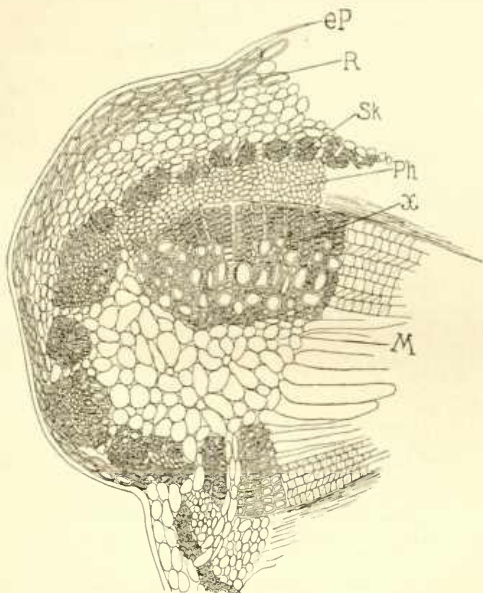


Fig. 4. Blattstielquerschnitt durch *Rubus brasiliensis* mit *Uredo Loesneriana*: ep = Epidermis; Sk = Sklerenchympartie; R = Rindenschicht; X = Xylem; Ph = Phloëm; M = Mark. Mit Camera gezeichnet. Vergr. 224.

10 μ breit, 12 μ hoch bis 37 μ hoch und breit; infizierte Zellen: 25 μ breit, 10 μ hoch bis 62 μ hoch, 60 μ breit. Sehr auffallend ist dann ferner, daß vom Marke aus langgestreckte Zellen auftreten, die allem Anscheine nach mit dem Holzparenchym zusammen den Holzkörper zersprengen und zerteilen und die einzelnen Teile in die Galle hinausschieben. Diese Zellen sind besonders auf Längsschnitten sehr deutlich sichtbar (Fig. 5).

Hier liegt wahrscheinlich ein ähnlicher Fall vor, wie ihn Lindau (10) für die durch *Aecidium Englerianum* auf *Clematis* hervorgerufenen Gallen beschreibt, daß nämlich vom Mark aus sich parenchymatische, zapfenähnliche Protuberanzen entwickeln (Z), welche den Gefäßbündelring und die Rinde durchbrechen. Diese großen parenchymatischen Zellen erwähnt auch Dr. E. Küster (9), und er hebt hervor, daß unter dem Einfluß hemmender Faktoren

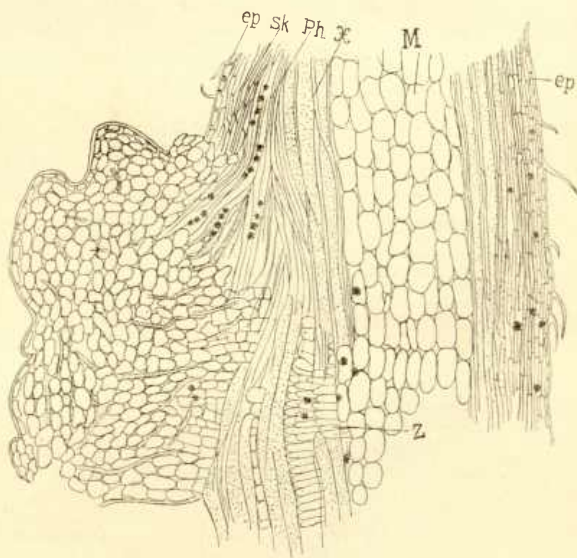


Fig. 5. Längsschnitt des Blattstieles und Galle von *Uredo Loesneriana* auf *Rubus brasiliensis*:
 ep = Epidermis; Sk = Sklerenchympartie; Ph = Phloëm; X = Xylem; M = Mark;
 Z = langgestreckte Zellen, die vom Mark her auftreten. — Mit Camera gezeichnet. Vergr. 224.

die Querwandbildung unvollkommen ist oder ganz ausbleibt. Setzt aber die Zelle ihr Wachstum fort, so wird sie abnorm groß. In denselben treten ebenso wie an allen Ausbiegungsstellen und in allen veränderten Geweben massenhaft Krystalle von Calciumoxalat auf. Das Zersprengen und die Veränderung der Richtung des Holzkörpers wird also sowohl durch die stärkere Ausbildung des Holzparenchyms als auch durch die Wucherung des Markes verursacht und das geschieht jedenfalls schon in einem sehr jugendlichen Stadium.

3. Stengelgallen.

Die Membranen der Epidermiszellen (Fig. 6) des normalen Stengels sind nicht stark verdickt. Das Lumen der Zellen ist kugelig, zirka $12\ \mu$ hoch. Diese Partie verändert sich auch gegen die Galle zu nicht.

Die Rindenschicht (*R*) besteht im normalen Zustand aus dünnwandigen, parenchymatischen Zellen, die oft Krystalle aus Calciumoxalat enthalten. Die einzelnen Zellen sind zirka $10\ \mu$ hoch und $12,5\ \mu$ breit, die ganze Partie, 7—9 Reihen, ist durchschnittlich $7,5\ \mu$ hoch. Die Rindenschicht in der Nähe der Gallen (Fig. 7 *R*) hat an Zellenzahl und Ausdehnung bedeutend zugenommen, bis zu 12 Reihen, $96\ \mu$. Die einzelnen Zellen sind in der Größe sehr ungleich geworden, von $5\text{—}15\ \mu$ Durchmesser; auch treten viel häufiger Krystalle auf.

Es folgt dann ein Sklerenchymring, der normal eine Höhe von $60\ \mu$ hat. Die verdickte Membran der einzelnen Zellen ist $5\text{—}7,5\ \mu$ dick, das Lumen erscheint nur punktförmig (Fig. 6 *Sk*). Diese Partie wird gegen die Galle zu schmaler (Fig. 7 *Sk*), sie beträgt nur noch $48\ \mu$. Die einzelnen Zellen sind etwas kleiner im Durchschnitt, das Lumen erscheint aber größer, bis zu $2,5\ \mu$, hauptsächlich an denjenigen Stellen, wo die Markstrahlen gegen den Sklerenchymring ausmünden. Auf Zeichnung 8 sieht man dann, daß der Ring (*Sk*) durch Neubildungen und Wucherungen der Markstrahlen (*mst*) zersprengt worden ist.

An Stellen, die direkt an die Galle grenzen, sind nur noch kleine Gruppen von Sklerenchymzellen sichtbar (Fig. 9 *Sk*).

Der Siebteil setzt sich aus Siebröhren, Geleitzellen und Bastparenchym zusammen. Diese Elemente heben sich nach einer Färbung mit Methylen- oder Anilinblau sehr gut von den übrigen Geweben ab. Dieser Teil enthält gar keine Krystalle, er beträgt zirka

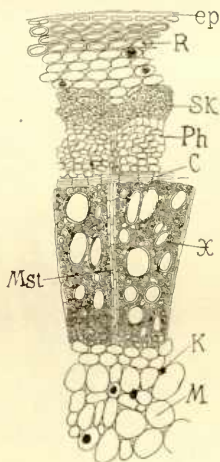


Fig. 6. Normaler Stengelquerschnitt durch *Rubus brasiliensis*: ep = Epidermis; R = Rindenschicht; Sk = Sklerenchympartie; Ph = Phloem; C = Kambium; X = Xylem; M = Mark; K = Krystalle; Mst = Markstrahl. — Mit Camera gezeichnet. Vergr. 40.

75 μ . Gegen die Galle hin vermehren sich die Elemente des Siebteils beträchtlich, bis 120 μ (Fig. 7 *Ph*). Es entstehen neue Siebröhren, Geleitzellen und Bastparenchym. Die verschiedenen neuen Elemente sind an Größe und Beschaffenheit gleich wie im normalen Zustande. Der Siebteil kann sich so bis auf 350 μ vergrößern (Fig. 8 *Ph*). Da, wo er sich zu vergrößern anfängt, treten häufig Krystalle von Calciumoxalat auf.

Das Kambium ist in Querschnitten durch die normalen Stengelteile sehr deutlich zu sehen (Fig. 6 *C*); es wird aus 3—5 Schichten von Zellen zusammengesetzt und verändert sich gegen die Galle hin nicht. An Stellen, die in der Nähe der Gallen liegen, entwickelt sich aber außen am Sklerenchymring ein kambiumähnliches Gebilde (Fig. 7 und 8 *C₂*). Es entsteht durch Querteilungen

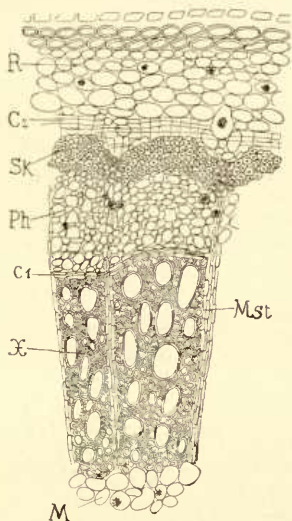


Fig. 7. Stengelquerschnitt in der Nähe der Galle von *Uredo Loesneriana* auf *Rubus brasiliensis*: *R* = Rindenschicht; *C₁* = Kambium; *C₂* = kambiumähnliches Gebilde; *Sk* = Sklerenchympartie; *Ph* = Phloem; *X* = Xylem; *M* = Mark. — Mit Camera gezeichnet. Vergr. 40.

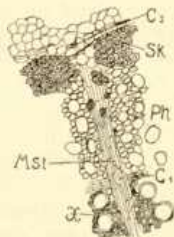


Fig. 8. Partie aus dem Stengelquerschnitt in unmittelbarer Nähe der Galle: *C₁* = kambiumähnliches Gebilde; *Sk* = Sklerenchympartie; *Ph* = Phloem; *C₁* = Kambium; *X* = Xylem; *Mst* = Markstrahl. — Mit Camera gezeichnet. Vergr. 40.

von Rindenzellen, es setzt sich aus 4—5 Schichten parenchymatischer Zellen zusammen und ist deutlich sichtbar. Da, wo aber der Sklerenchymring durch Markstrahlwucherungen und Vermehrung der Holz- und Bastelemente zersprengt wird, erleidet das kambiumähnliche Gebilde das gleiche Schicksal; weitere Spuren von ihm lassen sich dann nicht mehr verfolgen (Fig. 8 *C₂*). Der Holzteil setzt sich zusammen aus Gefäßen und Librifasern. In Schnitten durch normale Stengel beträgt die Ausdehnung des Holzkörpers zirka 300 μ (Fig. 6 *X*).

Gegen die Galle zu hat sich der Holzteil stark vergrößert, bis $400\ \mu$; es scheint, daß die Zahl der Gefäße zugenommen hat, in der Größe sind sie gleich geblieben. Auch die Zahl der Libriformfasern hat sich vermehrt (Fig. 6—8 X). Der Holzteil wird, wie auch im Blatt-

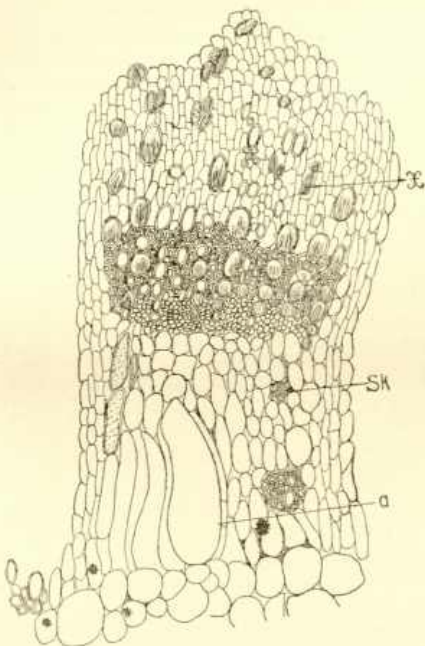


Fig. 9. Querschnitt an der Stelle, wo der Blattstiel in die Galle ausmündet: Sk = Sklerenchym-partie; X = zersprengte Gefäßteile; a = abnorm große Zelle. — Mit Camera gezeichnet. Vergr. 60.

stiel, zersprengt und zerteilt, und zwar wieder durch das lebhaft wuchernde Holzparenchym, das vereint mit den Markwucherungen die einzelnen zersprengten Gefäßteile in die Galle hineindrängt (Fig. 9 X).

Das Mark besteht aus sehr ungleich großen Zellen, wie dies schon für die Blattstiele beobachtet wurde, die viele Krystalle enthalten. Gegen die Galle zu zeigen sie gar keine Abweichungen.

Was nun die Markstrahlen anbelangt, so bestehen sie im normalen Zustande aus 3—4 Reihen parenchymatischer Zellen, 10 bis $12,5\ \mu$ breit; sie führen keine Krystalle (Fig. 6 *msl*). Je näher man nun zur Galle kommt, um so deutlicher werden die Markstrahlen; auch im Siebteil sind sie nun deutlich zu sehen. Sie werden breiter, bis zu $25\ \mu$. Sie setzen sich nun aus zirka sechs Reihen zusammen. Die Zahl und nicht die Größe der einzelnen Zellen hat zugenommen. Diese Markstrahlwucherung scheint von einer erhöhten Kambiumtätigkeit herzurühren, wie dies in der pathologischen Anatomie von Dr. E. Küster (9) beschrieben wird. P. Woernle (23) erwähnt die verbreiterten Markstrahlen bei der Beschreibung der durch *Gymnosporangium*-arten hervorgerufenen Mißbildungen; nach ihm entsteht die Verbreiterung dadurch, daß das Kambium durch Aussonderung eines Fermentes des Mycels, also unter dem direkten Einfluß des Pilzes, eine derartige Bildung anzuregen vermag. Von dem Moment an, wo die Markstrahlen sich vergrößern, treten auch häufig Krystalle auf.



Fig. 10. Tracheiden in
Stengelgallen.
Vergr. 224.

Vom Mark gegen die Galle zu treten wieder die langgestreckten, parenchymatischen Zellen auf, wie sie bei den Blattstielgallen schon beschrieben wurden. Die größte dieser Zellen (Fig. 9 *a*) ist $175\ \mu$ lang und $37\ \mu$ breit. Diese Zellen nun treiben mit den Wucherungen der Markstrahlen und des Holzparenchyms den Holzteil in die Galle hinaus; er wird zersprengt, wie früher schon der Sklerenchymring, und die einzelnen Teile wachsen regellos in die Galle hinein (Fig. 9 *X*).

Die Gallen selber sind genau gleich aufgebaut wie die Blattgallen. Nach Mazeration ergab es sich, daß nur Tracheiden und keine Gefäße in den Gallen sind, und zwar treten sie nur vereinzelt und unregelmäßig zerstreut auf (Fig. 10). Die Tracheiden sind ziemlich kurz und dick, z. B. $50\ \mu$ hoch und $12,5$ — $15\ \mu$ breit.

Resumé.

Am Aufbau der Blattgallen beteiligt sich hauptsächlich das Palisadengewebe. Die Epidermiszellen und das Schwammparenchym werden verändert, aber sie helfen nicht beim Gallenaufbau. Blattstiel- und Stengelgallen entstehen durch die Mithilfe sämtlicher Gewebe; in erster Linie durch die Wucherungen und Neubildungen des Markes, des Holzteils und des Kambiums und in zweiter Linie durch Rinde, Siebteil und Epidermis.

Vergleich mit anderen Gallenbildnern.

Große Ähnlichkeit zeigen die Rubusgallen mit den Gallen, die durch *Aecidium Englerianum* auf *Clematis* gebildet werden und die durch Lindau (10) untersucht wurden.

Diese treten auch auf Blättern, Blattstielen und Stengeln auf; besonders die Blattgallen haben äußerlich eine große Ähnlichkeit mit denjenigen auf *Rubus*, es sind Höcker oder Warzen von rundlicher oder länglicher Form und von verschiedener Dicke, auf denen die Aecidien dann erscheinen. Die Blattstiel- und Stengelgallen aber verzweigen sich und werden 2—3 cm hoch, was sie von den Rubusgallen scharf unterscheidet. Die größte Ähnlichkeit zeigt aber der anatomische Bau. In Querschnitten durch Blattstiel und Galle kann man in beiden Fällen jene schon vorhin erwähnten großen, parenchymatischen Zellen sehen, die vom Marke herkommen und die den Gefäßbündelring zersprengen und die einzelnen Teile in die Galle hinausrücken.

Die Zellen der Clematisgallen sind wie bei den Rubusgallen ganz mit Stärke vollgepfropft. Einen Unterschied dagegen bilden die Gefäßbündel in den Clematisgallen, die von dem ursprünglichen Bündelring herkommen und die die Galle fast bis zur Spitze durchziehen, während, wie schon erwähnt, nur vereinzelte Tracheiden in den Rubusgallen aufzufinden sind. Die Rubusgallen sind dann ferner gleichmäßig von Hyphen durchsetzt, während bei den Clematisgallen das Mycel nur in den äußersten Schichten zu sehen ist; der Pilz rückt bei letzteren wahrscheinlich von innen nach außen.

Es ist von Interesse, diese Uredogallen auf *Rubus* mit anderen ähnlichen Deformationen zu vergleichen, die durch Pilze aus dieser Gruppe bedingt sind. Vergleicht man die Rubusgallen mit den Mißbildungen an *Juniperus*, durch *Gymnosporangium*arten hervorgerufen, wie sie Woernle (23) beschreibt, so zeigen sie äußerlich wenig Ähnlichkeit. Dagegen stimmt der anatomische Bau besonders mit der kolossalen Verbreiterung der Markstrahlen und mit den dadurch aus ihrer Lage gebrachten Tracheiden überein.

Mehr Ähnlichkeit haben die Rubusgallen wieder mit denjenigen, die *Exobasidium Rhododendri* auf *Rhododendron ferrugineum* und *Rh. hirsutum* bildet. Diese Gallen wurden von Ritter Hermann von Guttenberg (6) untersucht. Aber im anatomischen Bau dieser beiden Gallen zeigen sich doch verschiedene Unterschiede.

Die Alpenrosengallen bestehen aus einem typischen Wassergewebe, mit Wellung der radialen Zellwände; diejenigen aber von *Uredo Loesneriana* scheinen, da die parenchymatischen Zellen mit

Stärke vollgepfropft sind, ein Nährstoffreservoir für den Pilz zu sein. Die Alpenrosengallen werden von akzessorischen Bündeln in einer bestimmten Anordnung durchzogen, während die Rubusgallen nur vereinzelte, regellos eingelagerte Tracheiden besitzen.

In den Alpenrosengallen ist sodann das Pilzmycel hauptsächlich in der ersten und zweiten subepidermalen Schicht zu finden; die Hyphen bilden Haustorien, die zum Teil den Protoplasten einstülpen und von der Spitze her mit Zellulose umscheidet werden. Das Mycel grenzt unmittelbar an die letzten Ausläufer des Gefäßbündelsystems, welche ihm Baustoffe und Wasser liefern.

Die Rubusgallen dagegen werden vom Mycel ganz gleichmäßig durchzogen; die Hyphen bilden ebenfalls Haustorien, aber ohne Zellulosekappe.

Kapitel 2.

Einwirkung der Uredineen auf Blüten.

Die Blütenbildung wird in Sprossen mit perennierendem Mycel meistens völlig unterdrückt. Nur in seltenen Fällen und ganz vereinzelt scheinen die befallenen Sprosse zu blühen, wahrscheinlich nur dann, wenn die Pflanze sehr kräftig ist und sie dadurch imstande ist, den hemmenden Pilzeinfluß wenigstens teilweise überwinden zu können oder demselben zu entwachsen. Im folgenden sollen einige solcher Fälle untersucht werden.

1. Blüten von *Euphorbia cyparissias* L., deformiert durch *Uromyces Pisi* (Pers.) de Bary.

Die vegetativen Sprosse von *Euphorbia cyparissias* mit *Uromyces Pisi* sind öfters schon untersucht worden, und ihre Deformationen sind bekannt. Gewöhnlich blühen sie nicht, doch sind Fälle, in welchen solche Sprosse zum Blühen kommen, auch schon beschrieben worden.

Massalongo (16) erwähnt in seiner Arbeit: „Deformazioni diverse dei germogli di *Euphorbia cyparissias* infetti dall' *Aecidium Euphorbiae*“, daß einige Blütenstände steril waren, während andere Blüten und sogar Früchte trugen, was er aber nur bei besonders kräftigen Sprossen beobachten konnte. Dann hat auch Magnin (11) die Blüten deformierter Sprosse untersucht; er erwähnt aber nur kurz, daß die Samenanlagen und Staubfäden mehr oder weniger reduziert sein können. Von einer totalen Vergrünung und den zahlreichen Übergängen spricht er nicht. Er hat auch Blüten von *Eu-*

phorbia cyparissias mit *Uromyces scutellatus* untersucht, er schreibt, daß die beiden Pilze ganz ähnliche Erscheinungen hervorrufen. In der Arbeit von Fentzling (3) wird nur kurz erwähnt, daß mit *Uromyces Pisi* infizierte Blütenteile angeschwollen erscheinen. Ferner sind die Blütendeformationen auch kurz in dem Werke von Hariod (7), in dem Kapitel Deformations et maladies causées par les *Uredinées*, erwähnt.

a) N o r m a l e B l ü t e.

Bekanntlich ist der Blütenstand eine Trugdolde mit vielen Ästen; jeder Ast endet mit einem Cyathium oder mit einer Gruppe von Cyathien, die alle an der Basis herzförmige bis dreieckige Vor-

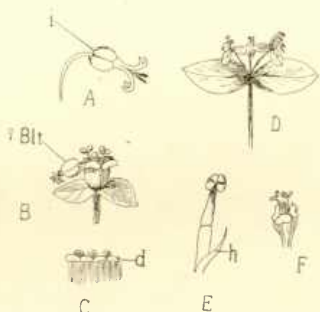


Fig. 11. Blüten von *Euphorbia cyparissias* L.: A = weibliche Blüte, *i* = Discus; B = Cyathium; ♀ Blt. = weibliche Blüte; C = Cyathienhülle, *d* = Drüsen; D = Gruppe von Cyathien; E = männliche Blüte, *h* = hyaline Schuppe; F = Gruppe von männlichen Blüten.

blätter haben. Das einzelne Cyathium besteht aus einer weiblichen Blüte und mehreren männlichen Blüten, die von einer gemeinsamen becherförmigen Hülle umgeben werden (Fig. 11 B). Diese Hülle trägt am Rande vier halbmondförmige, goldgelbe Drüsen (Fig. 11 C*d*). Die weibliche Blüte hat einen dreifächerigen Fruchtknoten, der auf einem Discus aufsitzt. Die Narbe ist dreiteilig, jeder Teil ist zweilappig. Die weibliche Blüte hängt aus dem Cyathium hervor (Fig. 11 A und B ♀ Blt.).

Die einzelne männliche Blüte besteht aus einem deutlich gegliederten Staubblatt, das am Grunde von einer hyalinen Schuppe umgeben ist (Fig. 11 E *h*). Fig. 11 D zeigt eine Gruppe von Cyathien, die von zwei großen Hüllblättern umschlossen sind; links und rechts ist ein typisches Cyathium und in der Mitte eine Gruppe von männlichen Blüten (Fig. 11 F) ausgebildet.

b) Die infizierten Blüten.

Untersucht wurde ein blühender Sproß von 22 cm Höhe, der in der Umgebung von Bern durch Herrn Dr. W. Müller gefunden wurde. Für die Überlassung des Materials möchte ich ihm hier noch meinen besten Dank aussprechen.

Der Blütenstand ist wie bei normalen Blütensprossen doldig und setzt sich aus Gruppen von mehr oder weniger modifizierten Cyathien zusammen. Breitet man ein solches Cyathium aus, so fällt zuerst auf, daß die weibliche Blüte nicht aus der Hülle hervorhängt;

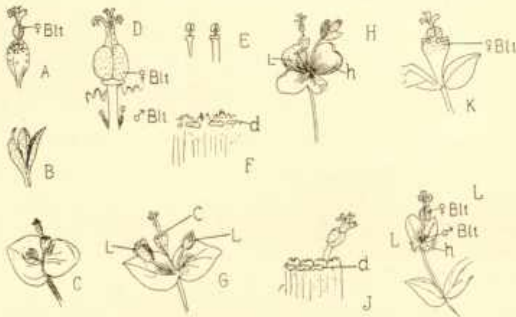


Fig. 12. Blüten von *Euphorbia cyarissias*, infiziert mit *Uromyces Pisi*: A = Cyathium mit aufrechtstehender weiblicher Blüte; B = Laubblattknospe; C = Cyathiengruppe D = geöffnetes Cyathium; E = verkümmerte männliche Blüten; F = ausgebreitete Cyathienhülle, d = Drüsen; G = Blütengruppe, C = Cyathium; L = Laubblätter; H = Blütengruppe, L = Laubblattknospe, h = Hüllblatt; J = ausgebreitete Cyathienhülle, d = Drüsen; K = weibliche Blüte auf verkürztem Stiel; L = Blütengruppe, h = Hüllblätter.

sie ist stets aufrecht, entweder auf einem langen, dicken Stiel oder aber der Stiel ist ganz verkürzt (Fig. 12 A D und K ♀ Blt.).

Die Narbe ist wie in der normalen Blüte dreiteilig; sowohl sie als auch der Griffel und die Außenwand des Fruchtknotens sind ganz mit Pykniden und Aecidien besetzt; nur der Discus und der Blütenstiel sind ohne Sporenlager. Auf Querschnitten schien der Fruchtknoten hohl zu sein, und die Fruchtknotenwand war sehr brüchig. Erst mit Hilfe von Paraffineinbettung und Anwendung des Mikrotoms gelang es mir, brauchbare Schnitte darzustellen, und nach Färbung mit Methylengrün zeigte es sich, daß die Samenanlagen ganz verkümmert waren und daß sich an ihrer Insertionsstelle Pykniden entwickelt hatten (Fig. 13, p und s). In infizierten

Fruchtknoten fällt ferner auf, daß die Palisade der innersten Schicht, der Fruchtknotenwand fehlt.

Die männlichen Blüten sind in den Cyathien gänzlich verkümmert und ihre Träger verkürzt, so daß sie die Cyathienhülle selten überragen. Sie haben keine hyalinen Schuppen am Grunde, und die Antheren enthalten gar keine Pollenkörner, dagegen sind die Glieder deutlicher abgegrenzt als in den normalen, dadurch erscheint die Gliederung auffallender (Fig. 12 E).

Was nun die Cyathienhülle anbelangt, so sind die Modifikationen sehr verschieden; sie ist immer über und über mit Pykniden und

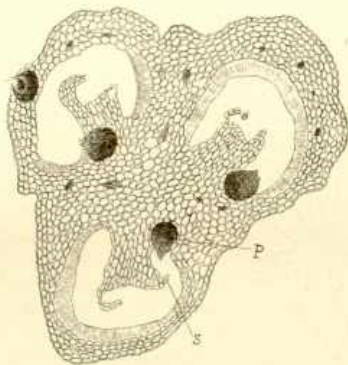


Fig. 13. Querschnitt durch den Fruchtknoten von *Euphorbia cyparissias* L., infiziert mit *Uromyces Pisi*: p = Pyknide; S = reduzierte Samenanlage. — Mit Camera gezeichnet.
Vergr. 30.

Aecidien besetzt. Die Zahl und die Beschaffenheit der Saumlappen ist schwankend, ebenso wie die Zahl und Ausbildung der Drüsen; auch diese sind vollständig, sogar auf der drüsigen Oberfläche, mit Pykniden besetzt (Fig. 12 J und F d). Eine große Veränderung zeigt sich ferner in der Zusammensetzung der Blütengruppen. Es können vier Hüllblätter entwickelt sein, anstatt nur zwei (Fig. 12 H); davon sind drei gut entwickelt und eines verkümmert, alle sind auf der Außenseite mit Pykniden besetzt. Rechts auf der Zeichnung 12 H sitzen auf einem Stiel zwei Hüllblättchen und darin, wieder gestielt, eine Cyathiumhülle mit vier Drüsen, aber ohne weibliche Blüte. In der Mitte der Blütengruppe ist ein Cyathium mit gänzlich verkümmerten männlichen Blüten und links davon eine schwach

entwickelte, mit Pykniden übersäte Laubblattknospe (Fig. 12 *Hl* und Fig. 12 *B*).

Ein anderer häufiger Fall ist der, daß zwei große Hüllblätter ausgebildet sind (Fig. 12 *L*). Dann erheben sich auf einem Stiel fünf Hüllblättchen, zwei größere und drei verkümmerte, und daraus ragt eine weibliche Blüte hervor, aber ohne Hülle; am Grunde sind einige ganz verkümmerte männliche Blüten.

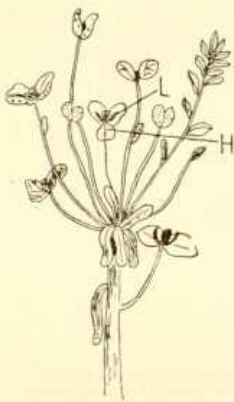


Fig. 14. Modifizierter Blütenstand von *Euphorbia cyparissias* mit *Uromyces Pisi*: *h* = Hüllblätter; *L* = Laubblattknospen. — Nat. Größe.



Fig. 15. Total vergrünter Blütenstand von *Euphorbia cyparissias* mit *Uromyces Pisi*. — Nat. Größe.

Die Modifikation in den Blüten kann noch weiter gehen; an anderen Exemplaren (Fig. 14 *h* und *L*), die auch aus der Umgebung von Bern stammen, treten an Stelle von Cyathien, von Hüllblättern umgeben, nur Laubblattknospen auf.

Sowohl die Hüllblätter als auch die Laubblattknospen sind mit Pykniden und Aecidien übersät. An anderen Sprossen habe ich eine totale Vergrünung konstatieren können. Die Dolde setzt sich dann aus Ästen zusammen, die nur noch Laubblattknospen tragen, keine Hüllblätter mehr (Fig. 15).

2. Blüten von *Euphorbia cyparissias* L. mit *Uromyces scutellatus* (Schrank) Winter.

Ich untersuchte drei Sprosse, die auf der Schynigen Platte im Berner Oberland gesammelt wurden.

Der erste Sproß zeigt eine totale Vergrünung, wie sie auch bei *Euphorbia cyparissias* mit *Uromyces Pisi* vorkommt, die reich mit Pykniden besetzt ist.

Der zweite Sproß hatte auch den Anschein einer totalen Vergrünung; erst bei genauer Untersuchung zeigte es sich, daß ein Cyathium, allerdings ganz von Laubblättern umhüllt, vorhanden war. Die weibliche Blüte hängt nicht hervor, sondern sitzt auf einem verkürzten, dicken Stiel; die Narbe ist typisch dreiteilig. Die Außenwand des Fruchtknotens und die Narbe ist schwach mit Pykniden besetzt, Discus und Fruchtknotenstiel sind ganz frei von Sporenlagern. Der Fruchtknoten läßt sich, ganz im Gegensatz zu demjenigen von *Euphorbia cyparissias* mit *Uromyces Pisi*, sehr leicht schneiden; die drei Samenanlagen sind ganz normal entwickelt. Die männlichen Blüten sind weniger reduziert als in dem vorhin beschriebenen Falle, die Antheren enthalten Pollenkörner. Das Staubblatt ist weniger deutlich gegliedert, die hyaline Schuppe ist aber nicht ausgebildet. Die Cyathiumhülle besteht aus vier deutlich getrennten Blättern (Fig. 16); dieser Fall wurde für *Uromyces Pisi* nie beobachtet. Die einzelnen Blättchen der Hülle sind dreilappig und tragen je zwei reduzierte Drüsen, die weder die typische halbmondförmige Gestalt noch die goldgelbe Farbe besitzen. Diese Blättchen und Drüsen sind alle reichlich mit Pykniden besetzt. Rings um das Cyathium herum treten 4—5 Laubblattknospen auf, die auch über und über von Sporen besetzt sind.



Fig. 16. Ausgebreitete Cyathienhülle von *Euphorbia cyparissias* mit *Uromyces scutellatus*.

Der Blütenstand des dritten Sprosses ist aus sieben Cyathien zusammengesetzt. Die Zahl der Hüllblätter schwankt zwischen zwei und vier, sie sind regelmäßiger ausgebildet als unter dem Einfluß von *Uromyces Pisi*, Pykniden treten auf ihnen häufig auf. Die Cyathienhülle erscheint hier wieder fest verwachsen, die Drüsen sind besser ausgebildet, bei einigen haben sie wieder die charakteristische halbmondförmige Gestalt und die goldgelbe Farbe. Sie werden bedeutend weniger von Pykniden befallen als in dem vorhin erwähnten Sprosse.

Die männlichen Blüten sind gar nicht verändert, die Größe und die Ausbildung ist wie bei den normalen, die Antheren enthalten

Pollen; die ganze männliche Blüte ist frei von Pykniden. Die weibliche Blüte ist entweder sitzend oder gestielt, aber immer aufrecht. Die Narbe ist dreilappig; Fruchtknotenwand und Narbe sind sehr schwach von Sporenlagern bedeckt. Der Fruchtknoten läßt sich sehr leicht schneiden, auch hier sind die Samenanlagen normal entwickelt.

Diese Untersuchungen zeigen, daß *Uromyces scutellatus* die Blütenorgane weniger verändert als *Uromyces Pisi*, die Sprosse scheinen auch häufiger zu blühen.

3. Blüten von *Origanum vulgare* L. mit *Puccinia Rübsaameni* P. Magn. n. sp.

Über *Puccinia Rübsaameni* P. Magn. n. sp., eine einen einjährigen Hexenbesen bildende Art, hat P. Magnus (13) Untersuchungen gemacht. Er beschreibt den morphologischen und anatomischen Bau der Deformationen, Blüten erwähnt er aber nicht.

Bei meinen Infektionsversuchen mit *Puccinia Rübsaameni*, die später beschrieben werden sollen, erhielt ich einige blühende Hexenbesen, die ich untersuchte.

Der Blütenstand eines infizierten Sprosses erscheint als eine sehr lockere Rispe. Der Sproß ist reichlich verzweigt, die Verzweigung fängt zu unterst am Sproß an. Die unteren Verzweigungen sind abnorm verlängert, verzweigen sich aber nicht wieder. Diese unteren Zweige nun tragen endständig quirlig gestellte, total vergrünte Blüten, die aus kleinen schmalen Laubblättern zusammengesetzt sind. In der Mitte des Sprosses treten an ein oder zwei Internodien nur Laubblätter, die ganz normal entwickelt sind, auf. Dann folgen an den nächsten Internodien wieder Verzweigungen nach, die aber nicht mehr abnormal verlängert sind und die vollständig normale Blüten tragen, auch die Früchte sind ganz normal entwickelt.

Weitere Untersuchungen ergaben, daß die Sporenlager des Pilzes nur bis zu der Stelle am Stengel auftraten, wo die langen Verzweigungen und die vergrünten Blüten zu konstatieren waren. Sehr wahrscheinlich entwächst der Sproß dem Pilzmycel, und nicht mehr unter dem direkten Pilzeinfluß stehend, entwickeln sich normale Blüten und Früchte. Die Blüten sind also entweder ganz normal oder ganz vergrünt, Übergänge konnte ich gar keine auffinden.

4. Blüten von *Thymus serpyllum* L. mit *Puccinia caulicola* (Schneider).

Die Blüten und die Früchte sind auch an sehr stark infizierten Sprossen vollständig normal entwickelt.

Bekannte Blütendeformationen sind noch diejenigen, die an *Anemone nemorosa* durch *Aecidium leucospermum* und *Puccinia fusca* hervorgerufen werden; *Anemone ranunculoides* wird auch durch *Aecidium punctatum* deformiert. Diese Fälle wurden von Fentzling (13) und von Magnin (11) untersucht und in den vorhin erwähnten Arbeiten beschrieben.

Kapitel 3.

Deformationen an Stengeln und Blättern.

Die hier untersuchten Pilze haben alle ein perennierendes Mycel in den Zellen der Nährgewebe. Bezüglich der Entstehung der Deformation ist in mehreren Fällen festgestellt, daß die Infektion in der Knospe stattfindet. Ich erwähne hier nur kurz die Arbeit von Dr. W. Müller: „Der Entwicklungsgang des *Endophyllum Euphorbiae silvaticae* Winter und der Einfluß dieses Pilzes auf die Anatomie seiner Nährpflanze *Euph. Amygdaloides*“ (Zentralblatt für Bakt. und Parasitenkunde Abt. II, Band XX, 1908). Der Entwicklungsgang des *Endophyllum Euphorbiae silvaticae* dauert zwei Jahre. Durch Infektion der Rhizomknospen gelangt der Pilz in neue Wirtspflanzen, überwintert dort und wächst mit der sich streckenden Knospe empor und bildet dann eventuell Pykniden. Nach der zweiten Überwinterung des Mycels im Stengel beeinflußt es im zweiten Frühjahr die Meristeme derart, daß eine typische Deformation entsteht.

Die auffallendste Deformation ist diejenige, die unter dem Namen „Hexenbesen“ bekannt ist. Über diese Mißbildungen und Wucherungen sind schon viele Untersuchungen gemacht worden, so z. B. von Magnus (12) und von Eriksson (1) über *Puccinia arrhenatheri* (Kleb) Erikss. Das Mycel perenniert hier in der Sproßachse und infiziert die jungen Knospen, die dann im nächsten Frühjahr austreiben. Der Pilz kann hier jahrelang fortleben, die Hexenbesen nehmen jährlich zu, infolge einer reichlichen Verzweigung der noch lebenden Partien.

Andere bekannte Hexenbesen sind diejenigen der Weißtanne, die durch das Aecidienmycel von *Melampsorella caryophyllacearum* (DC.) Schröt. hervorgerufen werden.

Nach Fischer (4) werden junge Triebe der Weißtanne durch Basidiosporen infiziert, die sich mit ihrem Keimschlauch in die Sproßachse einbohren. Dort entwickelt sich nun ein Mycel; äußerlich

entstehen zuerst Anschwellungen, dann Krebsgeschwülste. Wenn an dieser Stelle Knospen vorhanden sind, so entwickeln sich aus ihnen im nächsten Jahr abnorm ausgebildete Zweige mit allseitig abstehenden Nadeln. Über die anatomische Beschaffenheit dieser Sprosse und ihrer Nadeln hat Hartmann (8) Untersuchungen angestellt. Er betont, daß in den Hexenbesen das Rindenparenchym und das Mark stärker entwickelt sind als in den normalen Zweigen, daß aber Holz- und Siebteil der Gefäßbündel schwächer ausgebildet sind. Auch die Nadeln der Hexenbesen, die Pykniden und Aecidien tragen, weisen typische Deformationen auf. Magnus (14) hat auch Untersuchungen über *Melampsorella caryophyllacearum* (DC.) Schröt. gemacht, den anatomischen Aufbau der Hexenbesen hat er aber nicht berücksichtigt. Hier soll nun eine Reihe bisher nicht näher untersuchter Fälle beschrieben werden.

1. *Endophyllum sempervivi* Lev. auf *Sempervivum montanum* L.

Das äußere Aussehen der von diesem Pilz befallenen Pflanzen ist bekannt, Arbeiten über eingehendere anatomische Untersuchungen habe ich dagegen keine auffinden können.

Die infizierte, sowie auch die gesunde Pflanze, stammt von der Schynigen Platte (Berner Oberland) und wurde durch Herrn cand. phil. O. Morgenthaler, dem ich sie bestens danke, gesammelt.

Die infizierten Pflanzen unterscheiden sich bekanntlich deutlich von den normalen, indem der innere Teil der Blattrosette aus langen, ganz hellgrünen Blättern gebildet wird. Die Blätter sind oft doppelt so lang und dicker als die normalen. Die Teleutosporenlager sind tief ins Blatt eingesenkt, dunkelbraun und sehen aecidienähnlich aus, da sie von einer Peridie umgeben werden.

Ein Querschnitt durch eine normale Blattbasis zeigt uns, daß ein Palisadengewebe gebildet wird, das aus 2—3 Lagen von langen, breiten Zellen besteht, zirka $62\ \mu$ hoch und $37\ \mu$ breit, die lückenlos aneinander schließen. Das Schwammgewebe besteht aus großen, rundlichen, parenchymatischen Zellen. Die Epidermiszellen, sowohl der Ober- als auch der Unterseite, haben nach außen schwach verdickte Membranen. Der Querschnitt der Blattbasis hat zirka 6 mm Durchmesser.

In der oberen Partie des Blattes ist das Palisadengewebe weniger regelmäßig und dicht; es besteht aus einer Lage von sehr dünnwandigen, ziemlich breiten Zellen, die ungefähr $55\ \mu$ hoch und $50\ \mu$ breit sind. Das Schwammparenchym zeigt mehr Interzellularräume, das Gewebe ist lockerer. Gegen die Spitze zu hat das Blatt einen Durchmesser von ungefähr 2 mm. Der Durchmesser

des infizierten Blattes beträgt in der Mitte, da wo am meisten Teleutosporenlager auftreten, zirka 6 mm, also ungefähr so viel wie bei einer normalen Blattbasis. Die Membranen der Epidermiszellen der Unter- und der Oberseite sind ungefähr gleich stark verdickt. Ein Palisadengewebe kann man nicht mehr unterscheiden; das Blatt ist von einem großzelligen Schwammparenchym ausgefüllt, die einzelnen Zellen messen bis zirka $62\ \mu$ in der Höhe und $62\ \mu$ in der Breite. Sehr viele Hyphen durchziehen die Interzellularräume, so daß das Gewebe kompakt erscheint. Die Hyphen sind sehr deutlich sichtbar, sie durchkreuzen oft die Zellen und bilden ein dichtes, verworrenes Geflecht.

Das infizierte Blatt ist auch dicker als das normale, sein Durchmesser beträgt ungefähr 4 mm. Hier kann man aber noch deutlich eine Lage von normalen Palisadenzellen erkennen. Die Größe und die Zahl der Schwammparenchymzellen haben bedeutend zugenommen; auch in der Blattspitze sind die Hyphen sehr deutlich zu sehen.

2. *Uromyces Phyteumatum* (DC.) Ung. auf *Phyteuma spicatum* L.

Die infizierten Sprosse, die ich Herrn Dr. Probst verdanke, wurden im Eigenthal am Pilatus gefunden; die gesunden Pflanzen stammen aus der Umgebung von Bern.

Die normalen unteren Laubblätter (Fig. 17) sind langgestielt, am Grunde tief herzförmig. Die oberen Blätter, meistens nur kurz- oder ungestielt, sind am Grunde schwach herzförmig oder abgerundet. Die Blätter sind alle lanzettlich, lang zugespitzt und gekerbt.

Die infizierten Blätter nun sind breiter und kürzer, anstatt lanzettlich erscheinen sie herzförmig (Fig. 18).

Durchschnittlich ist die Größe der Blätter ungefähr folgende:

Normales Blatt:	Infiziertes Blatt:
6 cm lang,	3 cm lang,
$3\frac{1}{2}$ cm breit,	4—6 cm breit.

Im normalen Blatte sind die Epidermiszellen der Blattoberseite zirka $10\ \mu$ hoch und $12,5\ \mu$ breit. Ihre Membranen sind schwach verdickt, sowohl nach innen als nach außen, und zeigen keinerlei Skulptur.

Die Palisadenschicht, zirka $50\ \mu$ hoch, besteht aus zwei Schichten von dünnwandigen, ziemlich kurzen und breiten Zellen, die zirka $25\ \mu$ hoch und $12\ \mu$ breit sind.

Das Schwammparenchym, zirka $37\ \mu$ hoch, setzt sich aus kugeligen Zellen zusammen, die sich ziemlich lückenlos aneinander schließen.

Das Lumen der Epidermiszellen der Blattunterseite ist kugelig, zirka $15\ \mu$ hoch und $15\ \mu$ breit, ihre Membran ist ebenfalls nach innen und außen schwach verdickt.

An Querschnitten durch infizierte Blätter ist es auffallend, daß die Epidermiszellen der Blattoberseite sich stark vergrößert



Fig. 17. Untere Laubblätter von *Phyteuma spicatum*. — Nat. GröÙe.



Fig. 18. Untere Laubblätter von *Phyteuma spicatum*, infiziert mit *Uromyces Phyteumatum*. — Nat. GröÙe.

haben; sie sind rundlich bis länglich und betragen durchschnittlich in der Höhe $25\ \mu$ und in der Breite bis $37\ \mu$. Ihre Membranen sind nur nach außen verdickt.

Unmittelbar an die Epidermiszellen schließt sich das Palisadengewebe an, das $27\ \mu$ bis $30\ \mu$ hoch ist. Die einzelnen Zellen sind etwas länger und schmaler geworden, zirka $27\ \mu$ hoch und $10\ \mu$ breit. Das Gewebe besteht aber nur aus einer Schicht, so daß die Ausdehnung des Gewebes doch eine geringere ist als im normalen Blatt.

Das Schwammparenchym hat seine Zellenzahl vermehrt; seine Ausdehnung beträgt bis $50\ \mu$ Höhe.

Die Epidermiszellen der Blattunterseite sind etwas kleiner als die normalen und rechteckig bis oval. Ihre Membran ist nach innen und außen schwach verdickt und erscheint nach außen glatt.

Die Hyphen durchsetzen sowohl das Palisadengewebe als auch das Schwammparenchym. Sie verlaufen hauptsächlich interzellulär, sie durchkreuzen die Zellen nicht sehr häufig.

Die Teleutosporien werden in kleinen dunkelbraunen Lagern gebildet, die regelmäßig über die Unterseite des Blattes zerstreut sind.

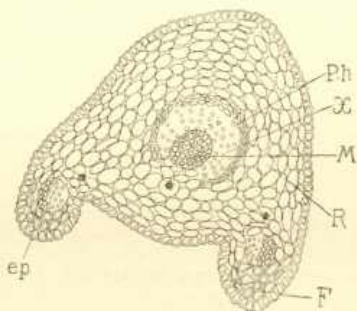


Fig. 19. Normaler Blattstielquerschnitt von *Phyteuma spicatum*: *f* = Flügel; *ep* = Epidermis; *R* = Rindenschicht; *Ph* = Phloem; *X* = Xylem; *M* = Mark. — Mit Camera gezeichnet. Vergr. 60.

Was nun den Blattstiel anbetrifft, so treten auch hier einige charakteristische Veränderungen auf.

Am normalen Querschnitt (Fig. 19) sieht man, daß der Blattstiel in zwei deutliche Flügel ausgezogen ist, in denen Kollenchymstränge verlaufen.

Die Epidermiszellen (*ep*) sind rundlich, zirka $12\text{--}15\ \mu$ hoch und $10\text{--}12\ \mu$ breit. Ihre Membranen sind sowohl nach innen als nach außen stark verdickt, Haarbildungen treten keine auf.

Die Rindenschicht (*R*) ist locker und setzt sich aus dünnwandigen, parenchymatischen Zellen zusammen, die durchschnittlich $27\ \mu$ breit und $30\ \mu$ hoch sind; verschiedene dieser Zellen enthalten Krystalle aus Calciumoxalat. Es folgt dann ein Siebteil (*Ph*) und ein Holzteil (*X*), die nicht sehr stark entwickelt sind und die ein Mark (*m*) von kleinen rundlichen parenchymatischen Zellen umschließen.

Der infizierte Blattstiel nun (Fig. 20) ist in seinem Durchmesser größer; die Flügel erscheinen, da sie schmaler sind, undeutlicher, auch ist die Kollenchympartie ganz unausgebildet. Die Epidermiszellen (*ep*) sind größer, z. B. $20\ \mu$ hoch und $17\ \mu$ breit. Ihre Membran ist nach außen sehr schwach und nach innen gar nicht verdickt, die Haarbildungen fehlen auch vollständig.

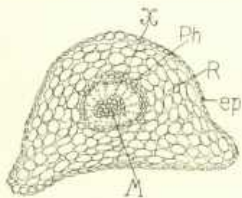


Fig. 20. Blattstiel von *Phyteuma spicatum*, infiziert m. *Uromyces Phyteumatum*; *ep* = Epidermis; *R* = Rindenschicht; *Ph* = Phloëm; *X* = Xylem; *M* = Mark (die Hyphen sind nicht eingezeichnet). — Mit Camera gezeichnet. Vergr. 40.

Die Rindenzen (*R*) haben an Zahl und Größe zugenommen; ihre durchschnittliche Größe beträgt bis $50\ \mu$ Höhe und $57,5\ \mu$ Breite. Krystalle treten gar keine auf. Siebteil, Holzteil und Mark

zeigen keine Unterschiede gegenüber dem normalen Blattstiel (*Ph*, *X* und *m*).

In der Rindenpartie sind die Hyphen sehr deutlich zu sehen; sie verlaufen, wie im Blattgewebe, hauptsächlich interzellulär. Im Marke habe ich sie nie beobachten können.

3. *Puccinia Anemones virginianae* Winter auf *Anemone montana* Hoppe.

Sowohl die infizierten als auch die gesunden Sprosse wurden in Tourbillon bei Sitten (Wallis) gesammelt.

Der normale Blattstiel (Fig. 21) hat oberseits eine Rinne. Unter der Epidermis befindet sich ein gleichmäßig ausgebildetes Rindenparenchym (*R*), dann folgt ein Sklerenchymring (*Sk*).

Der Siebteil (*Ph*) besteht aus Bastelementen und Siebröhren, der Holzteil (*X*) aus Gefäßen, Libriform und Holzparenchymzellen. Die Gefäßbündel liegen in einem Ring und werden durch Parenchymstreifen voneinander getrennt.

Das Mark (*m*) ist ebenso einfach gebaut wie die Rinde, es setzt sich durchweg aus großen Parenchymzellen zusammen.

Der infizierte Blattstiel (Fig. 22) unterscheidet sich deutlich vom gesunden dadurch, daß der Gefäßring unvollständig ist, indem einige Gefäße gar nicht oder doch sehr unvollständig entwickelt sind; die Membran der Epidermiszellen ist gleich verdickt wie diejenige der normalen Zellen, sie ist aber nach außen anstatt glatt, skulptiert.

Die Rindenschicht (*R*) hat sich weniger verändert; sie hat zwar ein wenig an Zellenzahl zugenommen, die Zellen sind aber gleich groß wie im normalen Blattstielquerschnitt.

Der Festigungsring ist sehr schwach entwickelt (*Sk*), sowohl die Zellenzahl als auch die Entwicklung ihrer Membran hat abgenommen. Das Phloëm (*Ph*) zeigt gar keine Veränderung. Im Xylem (*X*) sind weniger Gefäße ausgebildet; in einigen Gefäßbündeln ist der Holzteil auf 2—3 Gefäße reduziert worden.

Das Mark (*m*) weist keine Veränderungen auf, es setzt sich aus mäßig großen Parenchymzellen zusammen.

Die Hyphen sind dünnwandige, zarte Schläuche, die hauptsächlich im Mark auftreten. Sie verlaufen in den Interzellularräumen



Fig. 21. Normaler Blattstielquerschnitt von *Anemone montana*: *ep* = Epidermis; *R* = Rindenschicht; *Sk* = Sklerenchympartie; *Ph* = Phloëm; *X* = Xylem; *M* = Mark. — Mit Camera gezeichnet. Vergr. 40.

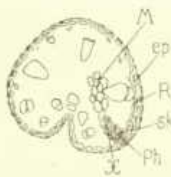


Fig. 22. Blattstielquerschnitt von *Anemone montana* mit *Puccinia Anemonae virginianae*: *ep* = Epidermis; *R* = Rindenschicht; *Sk* = Sklerenchympartie; *Ph* = Phloëm; *X* = Xylem; *M* = Mark. — Mit Camera gezeichnet. Vergr. 18.

und durchkreuzen die Zellen häufig. Auch in der Rinde sind sie vorhanden und durchkreuzen auf gleiche Weise die Zellen.

Deutlicher ergeben sich die Unterschiede, wenn man die Maße der einzelnen Teile vergleicht:

Gesunder Blattstiel:		Infizierter Blattstiel:	
Rinde	75 μ dick,		100 μ dick,
Sklerenchym . .	75—100 μ „		27 μ „
Bastteil	30—75 μ „		30—75 μ „
Holzteil	40—150 μ „		17—50 μ „

Vergleicht man nun den Bau einer gesunden und einer infizierten Blattspreite, so ergibt sich folgendes:

Das infizierte Blatt ist nur wenig dicker als das normale, etwa 1 mm.

Die Epidermiszellen sind in beiden Fällen gleich.

Die Palisadenschicht ist im normalen Blatte deutlich ausgebildet, sie ist zirka $75\ \mu$ hoch. Die einzelnen Zellen sind eng, dünnwandig und langgestreckt. Das infizierte Palisadengewebe ist nur $30\ \mu$ hoch; die einzelnen Zellen sind bedeutend kürzer, sonst aber gleich ausgebildet.

Das Schwammparenchym dagegen ist im infizierten Blatte besser entwickelt, und die einzelnen Zellen selbst sind größer und ihre Zahl hat beträchtlich zugenommen. Es treten häufiger Interzellularräume auf, in denen die Hyphen oft ein dicht verworrenes Geflecht bilden, besonders unter den Lagern.

Die Hyphen sind sehr deutlich sichtbar, ihr Durchmesser beträgt bis $7-8\ \mu$.

Trichome und Spaltöffnungen sind in beiden Fällen ganz gleich entwickelt.

4. *Puccinia Bupleuri falcati* (DC.) Winter auf *Bupleurum falcatum* L.

Das infizierte Material fand ich in Noiraigue (Jura) und die gesunden Pflanzen in Neuenburg.

Die infizierten Sprosse erscheinen etwas dicker als die normalen. Länge und Breite der Blätter sind ungefähr gleich, die infizierten Blätter sind aber bedeutend dicker. Auf der Blattunter-

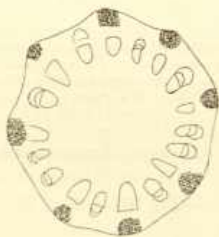


Fig. 23. Normaler Stengelquerschnitt von *Bupleurum falcatum*. — Mit Camera gezeichnet. Vergr. 18.



Fig. 24. Stengelquerschnitt durch *Bupleurum falcatum* mit *Puccinia Bupleuri falcati*. — Mit Camera gezeichnet. Vergr. 18.

seite sind die Aecidien regelmäßig verteilt; vereinzelt treten sie auch auf der Blattoberseite auf. Der kranke Sproß unterscheidet sich von einer normalen Pflanze auch deutlich durch seine blaßgrüne Farbe. Unter den infizierten Sprossen habe ich keine blühenden gefunden.

Betrachtet man nun Stengelquerschnitte von gesunden Sprossen (Fig. 23), so sieht man, daß die Gefäßbündel einen Ring bilden. Sie sind vierkantig, jede Kante wird durch große Skleren-

chymstränge gefestigt. Der infizierte Stengel (Fig. 24) ist weniger kantig, die Sklerenchymstränge sind weniger gut ausgebildet.

Die Epidermiszellen sind sowohl in gesunden als auch in kranken Stengeln gleich groß, ihre Membran ist in beiden Fällen nach innen und nach außen verdickt.

Die Rindenschicht besteht im normalen Stengel aus 3—4 Lagen von dünnwandigen, parenchymatischen Zellen, die ziemlich lückenlos aneinander schließen.

Die Veränderungen in dieser Schicht sind sehr gering, die Zellen haben an Zahl, aber nicht an Größe, etwas zugenommen. Dagegen ist aber die Sklerenchympartie in den Kanten, wie schon erwähnt, bei den infizierten Stengeln schlecht ausgebildet. Sie hat an Zellenzahl abgenommen, und die Membranen der einzelnen Zellen sind schwächer verdickt. Auch die Elemente des Phloëms sind weniger gut entwickelt, ihre Zahl ist kleiner.

Das Kambium ist im normalen Stengel nicht mehr sichtbar, dagegen tritt es bei infizierten Stengeln deutlich hervor.

Das normale Xylem setzt sich aus Gefäßen und Librifasern zusammen; die Gefäße sind groß, bis $20\ \mu$ hoch und $15\ \mu$ breit. Der Holzteil im infizierten Stengel ist aber sehr ungleich ausgebildet. In einigen Bündeln erscheint er fast so groß wie im normalen, zirka $100\ \mu$ hoch und $75\ \mu$ breit. In anderen Bündeln dagegen ist er nur $25\ \mu$ breit und $22\ \mu$ hoch, er setzt sich dann nur aus ganz wenigen Gefäßen zusammen, die etwas kleiner sind.

Das Mark zeigt keine Veränderungen. Es gelang mir nicht, in irgend einem Gewebe Hyphen nachzuweisen.

Die Deformationen im Stengelbau sind somit ziemlich unbedeutend, viel ausgeprägter sind dagegen diejenigen in den Blättern.

Im normalen Blatt sind die Epidermiszellen der Blattoberseite durchschnittlich $12\text{--}15\ \mu$ hoch und (Fig. 25 ep) $15\text{--}20\ \mu$ breit. Ihre Membran ist mäßig verdickt nach außen, nach innen ist sie vollständig unverdickt. Daran schließt das Palisadengewebe (p), das sich aus zwei Lagen von dünnwandigen, langgestreckten Zellen zu-

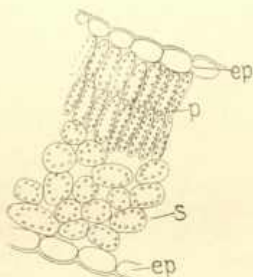


Fig. 25. Blattquerschnitt von *Bupleurum falcatum*: ep = Epidermis der Blattoberseite; ep = Epidermis der Blattunterseite; p = Palisadengewebe; s = Schwammparenchym. — Mit Camera gezeichnet. Vergr. 224.

sammensetzt. Die ganze Schicht ist $37\ \mu$ hoch und $7\text{--}10\ \mu$ breit. Dann folgt ein Schwammparenchym (S), ungefähr $50\ \mu$ hoch. Die einzelnen Zellen desselben sind rundlich, zirka $10\ \mu$ breit und $10\ \mu$ hoch bis $22\ \mu$ breit und $17\ \mu$ hoch. Durch reichliche Interzellularräume werden die Zellen getrennt und so erscheint das Gewebe locker.

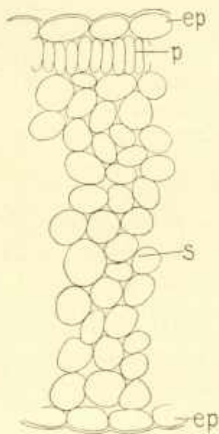


Fig. 26. Blattquerschnitt von *Bupleurum falcatum* mit *Puccinia Bupleuri falcati*: ep = Epidermis der Blattoberseite; ep = Epidermis der Blattunterseite; p = Palisadengewebe; S = Schwammparenchym (Hyphen nicht eingezeichnet). — Mit Camera gezeichnet. Vergr. 224.

Die Epidermiszellen der Blattunterseite (ep) sind zirka $20\text{--}22\ \mu$ breit und $12\ \mu$ hoch, ihre Membran ist glatt und nur nach außen verdickt.

Was nun das infizierte Blatt betrifft (Fig. 26), so unterscheidet sich die Epidermis der Blattoberseite (ep_1) wenig, höchstens sind ihre Zellen etwas breiter, $20\text{--}25\ \mu$, ihre Membranen aber sind gleichverdickt wie bei den normalen Zellen.

Die Palisadenschicht jedoch ist sehr schwach entwickelt, ihre Höhe beträgt nur zirka $25\ \mu$. Sie besteht nur aus einer Lage von Zellen, die ungefähr $20\text{--}25\ \mu$ hoch und $5\text{--}7\ \mu$ breit sind. Dagegen hat sich das Schwammparenchym (S) stark verdickt, bis auf zirka $150\ \mu$. Besonders die Zahl der Zellen hat zugenommen, die Größe der einzelnen Zelle ist ungefähr gleich geblieben. Das ganze Gewebe ist nicht mehr so locker wie im normalen Blatt, es sind viel weniger Interzellularräume

vorhanden und diese werden dann durch die Hyphen fast ausgefüllt; sie durchkreuzen häufig die Zellen und bilden oft ein dichtes Gewirr. Sie sind aber nur in diesem Gewebe deutlich zu erkennen, in der Palisadenschicht sind sie nicht zu unterscheiden.

Die Epidermiszellen der Blattunterseite (ep) zeigen gar keine Veränderungen. Die Aecidien und Pykniden treten hauptsächlich auf der Blattunterseite auf und stehen da oft sehr dicht ineinander.

5. *Uromyces valesiacus* Ed. Fischer auf *Vicia onobrychioides* L.

Sowohl die infizierten als auch die kranken Sprosse wurden in Tourbillon bei Sitten gesammelt.

Der Stengel verändert sich unter dem Pilzeinflusse gar nicht, auch der anatomische Aufbau bleibt sich gleich. In keinem Gewebe konnten Hyphen nachgewiesen werden.

Auch im Blattstiel ist keine Deformation zu konstatieren, ich konnte keine Hyphen auffinden.

Was nun die Blätter anbelangt, so zeigen sich hier deutliche Unterschiede. Die gesunden Blätter sind gefiedert, sie stehen in 6—8 Paaren, sind stumpf, linealisch und stachelspitzig, zirka 3 mm breit und 12—15 mm lang. Die Endranke ist zweiteilig.

Schon äußerlich fallen die kranken Blätter durch ihre blasse Farbe auf; die Blättchen stehen nur in 3—4 Paaren. Sie sind aber bedeutend länger und breiter, 5—7 mm breit und 15—20 mm lang, auch sind sie meistens nicht mehr stachelspitzig. Die Endranke allein ist unverändert. Auf der Blattunterseite treten Aecidien auf, dazwischen auch Pykniden. Im anatomischen Aufbau zeigen sich ähnliche Verhältnisse wie in den früheren Fällen.

Wiederum sind die Palisadenzellen im infizierten Blatt schlecht ausgebildet, dafür hat aber das Schwammparenchym seine Zellenzahl bedeutend vergrößert. Die Epidermiszellen der Blattoberseite, die im normalen Blatte rundlich sind, haben im infizierten Blatt eine längliche Form angenommen. Die Membranverdickung ist in beiden Fällen gleich. Die Epidermiszellen der Unterseite haben sich nicht verändert.

Gesundes Blatt:	Infiziertes Blatt:
Epidermiszellen d. Oberseite 12μ h., 25μ br.,	17μ h., 13μ br.,
Palisadengewebe 60μ „	37μ „
Schwammparenchym . . . 90μ „	160μ „
Epidermiszellen d. Unters. 15μ „ 15μ „	15μ „ 15μ „

Sowohl das Schwammparenchym als auch das Palisadengewebe sind von zahlreichen Hyphen durchsetzt.

6. *Puccinia caulicola* Schneider auf *Thymus serpyllum* L.

Dieser Pilz verursacht auf seiner Nährpflanze typische Hexenbesen, die dadurch entstehen, daß sich die aufsteigenden Äste abnorm verlängern.

Die normalen Sprosse sind kriechend. Der holzige Teil des Stengels trägt zahlreiche aufrechte Äste. Die Laubblätter sind kurz gestielt, klein, verkehrt eiförmig bis länglich. Die Blätter der Hexenbesen sind kleiner, aber in der Form gleich wie die normalen. An den Stengeln der Hexenbesen, besonders in der Nähe der Blattansatzstellen, erscheinen verdickte Partien. Die Epidermis wird an

diesen Stellen dann abgesprengt, und darunter treten die schwärzlichen Teleutosporenlager zutage.

Die Epidermiszellen sind in den Querschnitten der normalen und infizierten Sprosse gleich groß, auch ihre Membranen zeigen keine Unterschiede.

Die normale Rinde, durchschnittlich $50\ \mu$ hoch, setzt sich aus etwa sechs Lagen von länglichen, parenchymatischen Zellen zusammen.

Die Zellen der innersten Schicht sind etwas höher und länger als die der äußeren Schichten. Die infizierte Rinde ist an Zellenzahl größer geworden; sie setzt sich aus zirka zehn Lagen von Zellen zusammen. Die äußeren Lagen sind aber ganz zusammengedrückt und gepreßt, so daß die ganze Rindenausdehnung nicht mehr beträgt als im normalen Stengel; häufig sind diese gepreßten Zellen sehr stark gebräunt. Die innerste Rindenschicht besteht aus stark vergrößerten Zellen. Die normalen Zellen in der gleichen Lage sind zirka $7,5\ \mu$ hoch und $10\ \mu$ lang, diese Zellen nun sind $15\ \mu$ hoch und $12\ \mu$ breit.

Sklerenchympartien außen an den Gefäßbündeln sind auch im normalen Zustande nicht vorhanden. Der Siebteil ist wenig ausgedehnt, sowohl im normalen als auch im infizierten Zustande. In den Hexenbesen treten oft sehr stark gebräunte Zellen auf, so daß der Siebteil sich schwer nachweisen läßt.

Das Xylem ist in den gesunden Stengeln ausgedehnter als in den kranken; die durchschnittliche Ausdehnung beträgt zirka $100\ \mu$, in den Hexenbesen höchstens $75\ \mu$. Es bildet zwar in beiden Fällen einen festen Ring; die Gefäße des Hexenbesens sind aber bedeutend weitlumiger.

Zwischen Holzteil und Mark schieben sich in infizierten Sprossen wieder einige Lagen von stark gebräunten Zellen ein, die im normalen Zustande immer fehlen. Das Mark zerreißt in beiden Fällen sehr leicht, die Zellen sind ganz unverändert.

Die Hyphen sind sowohl im Mark als auch in der Rinde sehr deutlich zu sehen; in der Rinde treten sie besonders häufig in den vergrößerten Zellen der innersten Schicht auf. Sie verlaufen interzellulär und entsenden viele Haustorien in die Zellen. Die Zellwände scheinen dabei etwas aufzuquellen, so daß der Verlauf der Hyphen sich deutlich verfolgen läßt.

Die Blätter zeigen im anatomischen Bau gar keine Veränderungen; das Mycel scheint überhaupt nicht in sie einzutreten.

7. *Puccinia Rübsaameni* P. Magn. n. sp. auf *Origanum vulgare* L.

P. Magnus (13) hat *Puccinia Rübsaameni* und die von ihr hervorgerufenen Hexenbesen beschrieben. Dieser Pilz wurde durch Magnus wegen der abweichenden Teleutosporengröße von *Puccinia caulicola* Schneider abgetrennt. Er untersuchte dann die Hexenbesen und er fand, daß die Blätter der Triebe des Hexenbesens bedeutend kleiner sind als die der normalen Triebe. Ferner sind die Hexenbesen verzweigter als die normalen Sprosse und haben so ein sehr charakteristisches Aussehen.

Die anatomische Untersuchung der Hexenbesen ergab, daß das Mycel des Pilzes hauptsächlich im Marke reichlich entwickelt ist. Von hier aus tritt es durch die Markstrahlen und durch die Lücken über dem Abgang der Blätter in die Rinde, in der es sich schnell verbreitet und rasch Teleutosporenlager bildet. Das Mycel verläuft streng interzellulär und sendet Haustorien in die benachbarten Zellen. Durch einen Versuch, den ich mit dieser Pflanze anstellte, kam ich in die Lage, diese Hexenbesen in frischem Zustande untersuchen zu können; ich kam zu den gleichen Ergebnissen, wie sie Magnus beschrieben hat.

Infektionsversuche.

Gesunde Pflanzen von *Origanum vulgare*, die in der Umgebung von Bern gesammelt wurden, infizierte ich Mitte Dezember 1907 mit *Puccinia Rübsaameni*, aus dem Berner Oberland stammend. Es wurden sieben Topfpflanzen infiziert, indem ich krankes Material, d. h. zerschnittene Stengel, auf Knospen der gesunden Rhizome legte, mit Filtrierpapier umhüllte und in die Erde steckte. Der Topf wurde dann entweder mit Gaze überbunden oder nur mit Erde bedeckt. Im Juli 1908 zeigte es sich dann, daß sämtliche Topfpflanzen infiziert waren; überall traten typische Hexenbesen auf.

Im Topf I waren 3 blühende, nicht infizierte Sprosse, 10 Sprosse blühten nicht und zeigten deutliche Hexenbesen. 2 andere Hexenbesen trugen total vergrünte Blüten.

Im Topf II waren 9 blühende, nicht infizierte Sprosse und 10 stark infizierte, nicht blühende Sprosse; 1 blühender Sproß war stark infiziert, er erschien verkrümmt, sogar die Blattstiele, bis an die Blattbasis trugen Teleutosporenlager; die Blüten waren total vergrünt.

Topf III: 1 blühender Sproß war nicht infiziert, 10—15 nicht blühender Sprosse zeigten eine starke Infektion.

Topf IV: 1 blühender normaler Sproß, 2 typische blühende Hexenbesen. Unten am Sproß waren die Blüten vergrünt, weiter oben aber vollständig normal.

Topf V: 2 gesunde, blühende Sprosse, alle anderen, 15—20, infiziert. Hier war die stärkste Infektion zu konstatieren, der Blattstiel und sogar die Mittelrippe des Blattes war mit Sporenlagern besetzt.

Topf VI zeigte 7 normale und 10 infizierte, nicht blühende Sprosse.

Topf VII hatte 3 nicht blühende, normale Sprosse und 6 nicht blühende, infizierte Sprosse. 2 infizierte Sprosse trugen an den unteren Verzweigungen total vergrünte Blüten, während die oberen Blüten wieder ganz normal waren.

Diese Versuche bestätigen die Einjährigkeit der Hexenbesen. Die Keimung der Teleutosporen muß im Frühjahr erfolgt sein, und schon im gleichen Jahre traten die deformierten Sprosse auf.

8. *Zaghouania Phillyreae* (DC.) auf *Phillyrea media*.

Die jungen infizierten Triebe stammen aus dem botanischen Garten von Montpellier, die gesunden Zweige aus dem botanischen Garten in Bern.

Saccardo (18) beschreibt in Band IX. S. 807 den Pilz folgendermaßen:

Pseudoperidiis plerumque numerosis denseque confertis, margine subintegro, pauculum introrsum incurvo; aecidiosporis diversiformibus, sphaeroideis, ellipticis vel oblongo-piriformibus, 18—35: 14—20, verrucosis, aurantiaco-flavis.

Hab. In foliis caulibusque *Phillyreae mediae* in Ital. Gall. Britt. et Germ. Fungillus in foliis pustulas vesiculosas rotundatas efformat portionemque juvenilem plerumque deformat.

Dieser Pilz dringt in der Aecidenform in die jungen Triebe von *Phillyrea media*, die dadurch deformiert werden. Sie erscheinen angeschwollen und verdickt; nach und nach sterben dann die jungen Triebe und Knospen ab. Morphologisch wurde dieser Pilz von Hariod (7) beschrieben, Beschreibungen über die anatomischen Verhältnisse habe ich keine finden können.

Der normale Zweig zeigt nahe bei der Spitze folgenden Bau:

Die Epidermis ist einschichtig, die Zellmembranen sind sowohl nach innen als nach außen verdickt; daran schließt sich ein gut ausgebildetes Hypoderm.

Die Rinde setzt sich aus zirka 5—7 Lagen von rundlichen Zellen, die viel Chlorophyll enthalten, zusammen.

Dann folgt eine gut ausgebildete Sklerenchympartie.

Das Kambium ist undeutlich geworden und nur noch an einigen Stellen sichtbar.

Das Phloëm setzt sich aus Siebröhren und dünnwandigen Elementen zusammen und das Xylem aus Gefäßen, Librifasern und Holzparenchym.

Die Markstrahlen sind sehr deutlich, sie sind aber nur einreihig.

Das Mark besteht aus rundlichen Zellen, die in der Größe ziemlich schwankend sind.

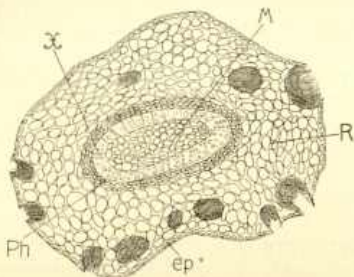


Fig. 27. Querschnitt durch die Basis eines angeschwollenen Triebes von *Phillyrea media* mit *Zaghouania Phillyreae*: *ep* = Epidermis; *R* = Rindenschicht; *Ph* = Phloëm; *X* = Xylem; *M* = Mark (Hyphen nicht eingezeichnet). — Mit Camera gezeichnet. Vergr. 40.

Die Epidermiszellen der infizierten Triebe sind rundlich, ihre Membran ist nach außen schwach verdickt (Fig. 27 *ep*). Das Phelloderm ist nicht ausgebildet. Die Rindenschicht hat sehr stark zugenommen, sowohl an Zellzahl als auch besonders an Zellgröße (*R*).

Die Sklerenchympartie scheint nicht zur Ausbildung gekommen zu sein. Der Siebteil (*Ph*) ist unverändert geblieben, das Kambium ist an einigen Stellen sichtbar.

Das Xylem (*X*) setzt sich aus Gefäßen zusammen, die dünnwandiger und weithumiger sind; häufig treten dazwischen Holzparenchymzellen auf, an Stelle der Librifasern. Die Markstrahlen sind breiter geworden, sie setzen sich aus 2—3 Reihen zusammen.

Die Markzellen (*m*) sind unverändert. Die Hyphen treten hier sehr häufig auf und sind deutlich sichtbar. Sie füllen die Interzellularräume aus, durchkreuzen öfters die Zellen und entsenden traubige Haustorien in dieselben. Dann kann man sie leicht bis in die Markstrahlen hinein verfolgen, und von da treten sie in die Rinde, die sie ganz durchwuchern; auch in den Epidermiszellen treten sie häufig auf.

Resumé.

Vergleicht man nun die Resultate dieser Untersuchungen, so kann man als Hauptcharakter der Pilzinfektion hervorheben, daß im allgemeinen die Gewebe der Wirtspflanze näher der parenchymatischen Form stehen. Membranverdickungen, Sklerenchympartien und Holzteile der Gefäße sind weniger gut entwickelt, z. B. treten anstatt Libriformfasern Holzparenchym auf usw. Rinde und Mark sind dagegen immer bedeutend besser ausgebildet; in vielen Fällen kann eine Wucherung aller parenchymatischen Elemente nachgewiesen werden. Dadurch, daß die Zellen der Wirtspflanze der ursprünglichen, parenchymatischen Form immer näher stehen als die normalen Zellen, scheint der ganze infizierte Sproß jugendlicheren Charakters zu sein.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Ed. Fischer, für die Anregung zu dieser Arbeit sowie für die gütige Überlassung des Materials und für seine wertvolle Hilfe meinen besten Dank auszusprechen.

Literaturverzeichnis.

1. Eriksson. Studien über den Hexenbesenrost der Berberitze, *Puccinia Arrhenatheri*, in der Pflanzenbiologie von Cohn, Bd. VIII, Heft 1, p. 1—6.
2. Farlow, W. G. The Gymnosporangia or Cedar-apples of the United States. Boston, published by the Society 1880.
3. Fentzling. Morphologische und anatomische Untersuchungen der Veränderungen, welche bei einigen Pflanzen durch Rostpilze hervorgerufen werden. Inaugural-Dissertation. Freiburg 1892.
4. Fischer, Ed. *Aecidium elatinum* Alb. et Schw., der Urheber des Weißtannenhexenbesens und seine Uredo- und Teleutosporenform. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten, Sorauer XI 1901 u. XII 1902.
5. Gèneau de Lamarière. Sur les Mycécécidies des Gymnosporangiums. Rév. gén. de Bot. 1898.
6. Guttenberg. Physiologische Anatomie der Pilzgallen. Leipzig 1905. Verlag von Wilh. Engelmann.
7. Hariod. Les Urédinées, encyclopédie scientifique publiée sous la direction du Dr. Toulouse. Paris 1907.
8. Hartmann. Anatomische Vergleichung der Hexenbesen der Weißtanne mit den normalen Sprossen derselben. Inaugural-Dissertation. Freiburg 1892.
9. Küster, E. Pathologische Pflanzenanatomie. Jena 1903. Verlag von G. Fischer.
10. Lindau, G. Bemerkungen über Bau und Entwicklung von *Aecidium Englerianum* P. Henn. et Lindau. Englers Jahrbuch 1893, Bd. XVIII.

11. Magnin, Ant. Sur le parasitisme et la castration chez les Anémones et les Euphorbes. Compt. rend. hebdomadaire des Sc. de l'Acad. de Paris 1890, DCX, p. 913—915.
 12. Magnus, P. On *Aecidium graveolens*. Annales of Botany, Vol. XII, June 1898, p. 155—163.
 13. Magnus, P. *Puccinia Rübsaameni*, eine einen einjährigen Hexenbesen bildende Art. Berichte der deutsch. bot. Gesellschaft, Jahrg. 22, 1904, p. 344.
 14. Magnus, P. Beitrag zur Kenntnis der *Melampsorella Caryophyllacearum* (DC.) Schröt. Berichte der deutsch. bot. Gesellschaft, Jahrg. 1899, Bd. XVII, Heft 9.
 15. Magnus, P. *Uropyxis Rickiana* und die von ihr hervorgerufene Krebsgeschwulst. Hedwigia, Bd. XLV.
 16. Massalongo. Deformazioni diverse dei germogli di *Euphorbia cyparissias* infetti dall' *Aecidium Euphorbiae*. Bull. Soc. Bot. Ital. 1905, p. 138—161.
 17. Patouillard. *Cacoma conigenum*. Note sur un cône de Pin déformé par une urédinée.
 18. Saccardo. Sylloge Fungorum omnium huiusque cognitorum (Uredineen: Vol. VII 1888, IX 1891, XI 1895, XVII 1902).
 19. Sydow. Monographia Uredinearum seu specierum omnium ad hunc usque diem descriptio et adumbratio systematica. Vol. I *Genus Puccinia*. Leipzig 1904.
 20. v. Tubeuf. Über die Anpassungserscheinungen der hexenbesenartigen, fruktifikativen Galle auf *Thujaopsis dolabrata* in Japan. Bot. C. 1895.
 21. v. Tubeuf. Über die durch kryptogame Parasiten verursachten Pflanzenkrankheiten. Berlin, Verlag J. Springer. 1895.
 22. Wakker. Untersuchungen über den Einfluß parasitischer Pilze auf ihre Nährpflanzen. Pringsheim 1892.
 23. Woernle. Anatomische Untersuchungen der durch Gymnosporangiumarten hervorgerufenen Mißbildungen. Forstl. naturwissenschaftl. Zeitschr. 1894.
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Hedwigia](#)

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: [49 1910](#)

Autor(en)/Author(s): Stämpfli Ruth

Artikel/Article: [Untersuchungen über die Deformationen, welche bei einigen Pflanzen durch Uredineen hervorgerufen werden. 230-267](#)