

Zoologisch-Botanische Exkursion

Befallsbilder an Pflanzen:

Gallen – Minen – pathogene Pilze

4.-6. August 2008,
Ökologiesaal,
Umgebung von Bayreuth



Allgemeine Einführung

1. Einführung

- a) Definition, Entstehung
- b) Klassifikation: Gallentypen, Erreger
- c) Beispiele

2. Standorte

3. Aufgaben



E. Küster (Die Gallen der Pflanzen, 1911):

„Alle diejenigen durch einen fremden Organismus veranlassten Bildungsabweichungen, welche eine Wachstumsreaktion der Pflanze auf die von dem fremden Organismus ausgehenden Reize darstellen, und zu welchen die fremden Organismen in irgendwelchen ernährungs-physiologischen Beziehungen stehen, werden als Gallen bezeichnet.“

Galle = Cecidium = das Hervorquellende (Thomas, 1873)

- Gallen im engeren Sinne
- Wurzelknöllchen (Leguminosen, Erle, Sanddorn)
- Hexenbesen
- Baumkrebs (Pilz)



Exkursion „Befallsbilder an Pflanzen“

Gallen

Kohlenhydratsammler („Senken“)

(auch junge Blätter, Sproßachsen, Wurzeln, Blüten, Früchte)

Assimilatquelle junge Blätter mit Nettophotosynthese

Gallen zu Beginn an Organen die selbst Kohlenhydrat-Senken sind

(bleibend bei Wurzeln, sich ändernd bei Blättern)

Gallen bleiben „Senken“, da:

- 1) relativ geringe Nettophotosynthese
- 2) Bildung von Nährgewebe
- 3) Abgabe von Stoffen an Gallerreger



Auswirkung der Gallen auf Wirtsorganismus

Erhöhung der Photosyntheserate benachbarter Organe
(bei starkem Befall)

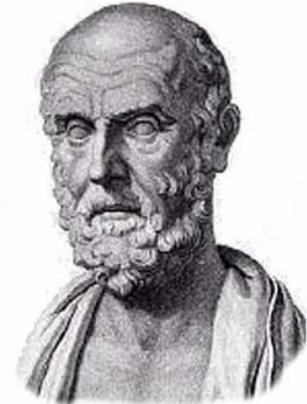
Reduktion von Samenproduktion und vegetativer Vermehrung
(Biomasse-Anteil von Gallen bis über 7% der Wirtspflanze)



Geschichte der Cecidologie

Hippokrates (460-377): in verschiedenen Schriften Angaben zur Verwendung der Galläpfel

Theophrast (371-286): eingehende Besprechung der Eichengallen



ΗΙΠΠΟΚΡΑΤΕΣ

Reichtum von adstringierenden Stoffen, arzneiliche Verwendung

Begründer der Gallenkunde: Marcello Malpighi (1628-1694):
führt Bildung der Gallen erstmals auf Insekten zurück.

Fossile Gallen an ausgestorbenen Samenfarren und Koniferen
vor über 200 Mio Jahren



Gallbildung

1. Initiierung
2. Wachstum und Differenzierung
3. Reife
4. Dehiszenz



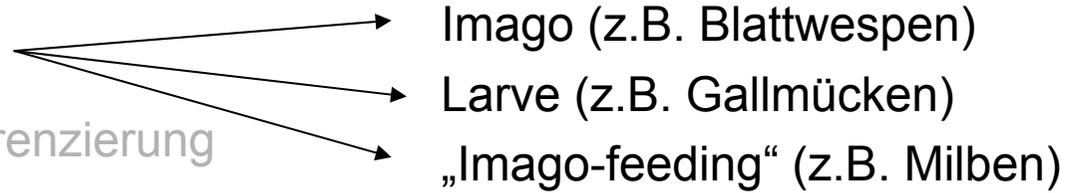
Gallbildung

1. Initiierung

2. Wachstum und Differenzierung

3. Reife

4. Dehiszenz



Veränderungen in pflanzlichen Geweben



Gallbildung

1. Initiierung

2. Wachstum und Differenzierung

3. Reife

4. Dehiszenz

Hyperplasie (Zellteilungen)

Hypertrophie (Zellvergrößerung)

→ Abhängig von Aktivität der Larve (außer einige *Pontania*-Gallen)

Nährgewebe entsteht im Inneren der Galle



Gallbildung

1. Initiierung

2. Wachstum und Differenzierung

3. Reife

4. Dehiszenz



Letztes Larvalstadium

Große Mengen werden konsumiert



Gallbildung

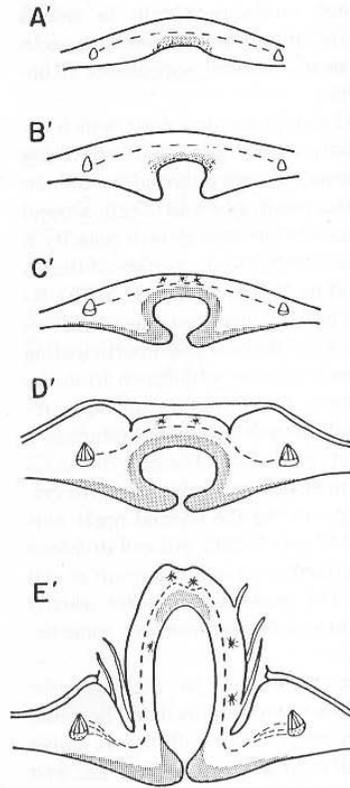
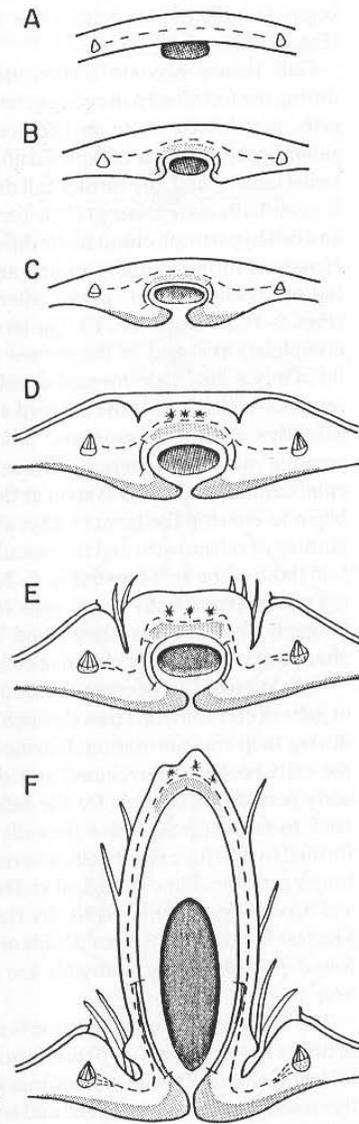
1. Initiierung
2. Wachstum und Differenzierung
3. Reife
4. Dehiszenz —————> Wichtige physiologische und chemische
Änderungen in der Galle
Galle ist z.B. nicht länger Senke
Abzissions-Schicht bildet sich in manchen
Fällen



Gallbildung bei *Hartigiola annulipes* (Cecidoymiidae)



Normale
Entwicklung



Larve nach
24 Stunden entfernt

-  Larva
-  Sclerenchyma
-  Vascular tissue
-  Calcium oxalot
-  Nutritive tissue

Typische „Umwallungsgalle“

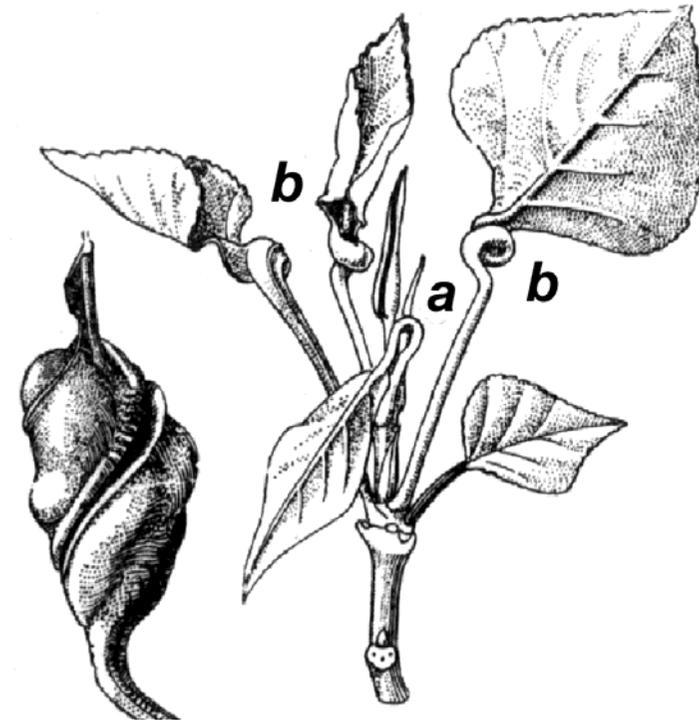


Gallen: chemische Induktion

Phytohormone: erhöhte Biosyntheseleistung des Wirts (zumeist nicht seitens des Erregers)

Erreger: produzieren
→ u.a. spez. Aminosäuregemische
→ spezifische Cecidotoxine
lange unbekannt

zeigen komplexes Verhalten
→ versch. Positionierung des Kopfes
kann durch Stimulation Wirtsgewebe
verändern (spez. Raum-Zeit-Muster)



Beispiel: spiralige Galle von *Pemphigus spirothecae*



Gallen: chemische Induktion

Lokal verändertes ontogenetisches Programm

- Mechanische Verletzung und chemische Induktion

Aminosäuren?

Aminosäuren im Salivarsekret

Plastizität von Pflanzenzellen und -geweben

korreliert mit der Konzentration

Injektion einzelner Aminosäuren \Rightarrow „Gallen“

Tryptophan \Rightarrow Knollenbildung an Weinwurzeln

Aminosäuren weder ausreichend
noch nötig für die Induktion

Nur im Gemisch spezifische Formen gebildet (\rightarrow „Konditionierer“)



Gallen: chemische Induktion

Lokal verändertes ontogenetisches Programm

- Mechanische Verletzung und chemische Induktion

Auxine?

Auxine	Wachstumsregulatoren mit multipler Wirkung auf Wachstums- und Differenzierungsprozesse bei höheren Pflanzen im Salivarsekret von Homopteren
Indolessigsäure ⇒	RNA- und Proteinsynthese Zellvergrößerung und Zellteilung Injektion ⇒ ± Gallinduktion Wirkung abhängig von Gewebekontext
Cytokinine	Cytokinese (Zellteilung, Mitose) in Kallusgeweben und die Förderung des Streckungswachstums der Pflanze; Verzögerung des Alterungsprozesses bei Pflanzen



Unterteilung nach dem Habitus

Organoide Gallen:

Form und Struktur des ursprünglichen Organs erkennbar, geringfügige Abänderung des ontogenetischen Programms
(*Formanomalien, Blattstellungsanomalien, Verzweigungsanomalien und Neubildungen von Organen*)



Melampsorella caryophyllacearum
an *Abies alba*

Histioide Gallen:

Form und Struktur **ohne** Ähnlichkeit mit Organen;
Drastische Abänderung des ontogenetischen Programms
(*Filzgallen, Blattrollungen, Blattfaltungen, Beutelgallen, Umwallungsgallen und Markgallen*)



Mikiola fagi
an *Fagus sylvatica*



Organoide Gallen

Phytohormon-Spiegel erhöht (Erreger können diese [1–mehrere]
z. T. in vitro synthetisieren)

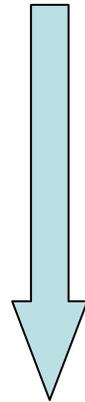
Gallsymptome induzierbar durch Zugabe von Phytohormonen (oder deren Antagonisten)

- Stauchungen
- Verbänderungen
- unorganisierte Zellproliferationen
- Hexenbesen
- Anschwellungen



Histioide Gallen:

Filzgallen
Blattrollungen
Blattfaltungen
Beutelgallen
Kammergallen



Zunehmende
Komplexität

Umwallungsgallen
Markgallen

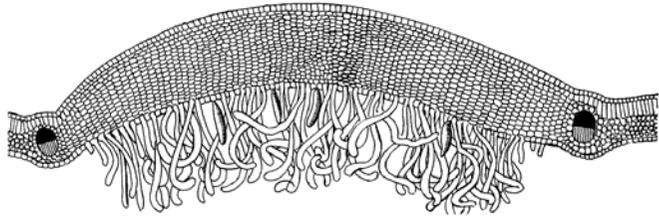


Art der Entstehung



Filzgallen

Haarrasen auf der Blattunterseite



Viteus vitifolii an *Vitis vinifera*
Reblaus

Typisch für Milben



Exkursion „Befallsbilder an Pflanzen“



Aceria pseudoplatani an *Acer pseudoplatanus*

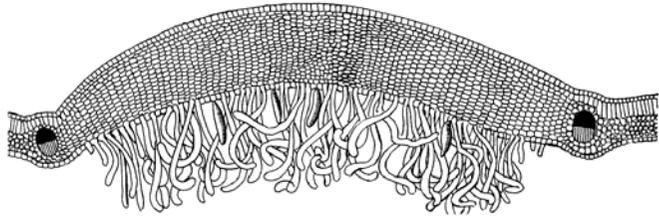


Eriophyes leiosoma an
Tilia cordata

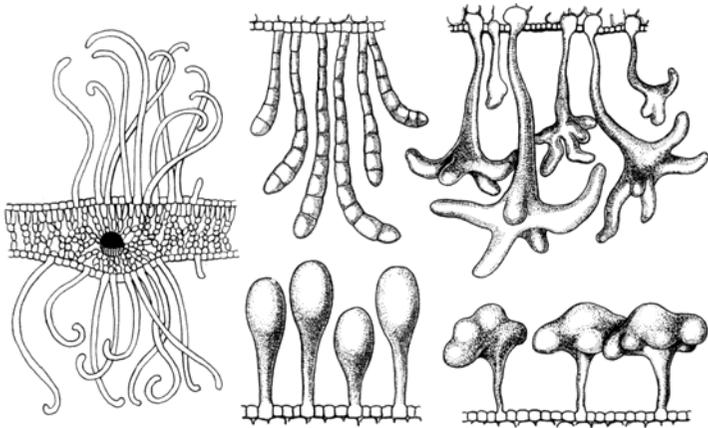
4.-6. August 2008

Filzgallen

Haarrasen auf der Blattunterseite

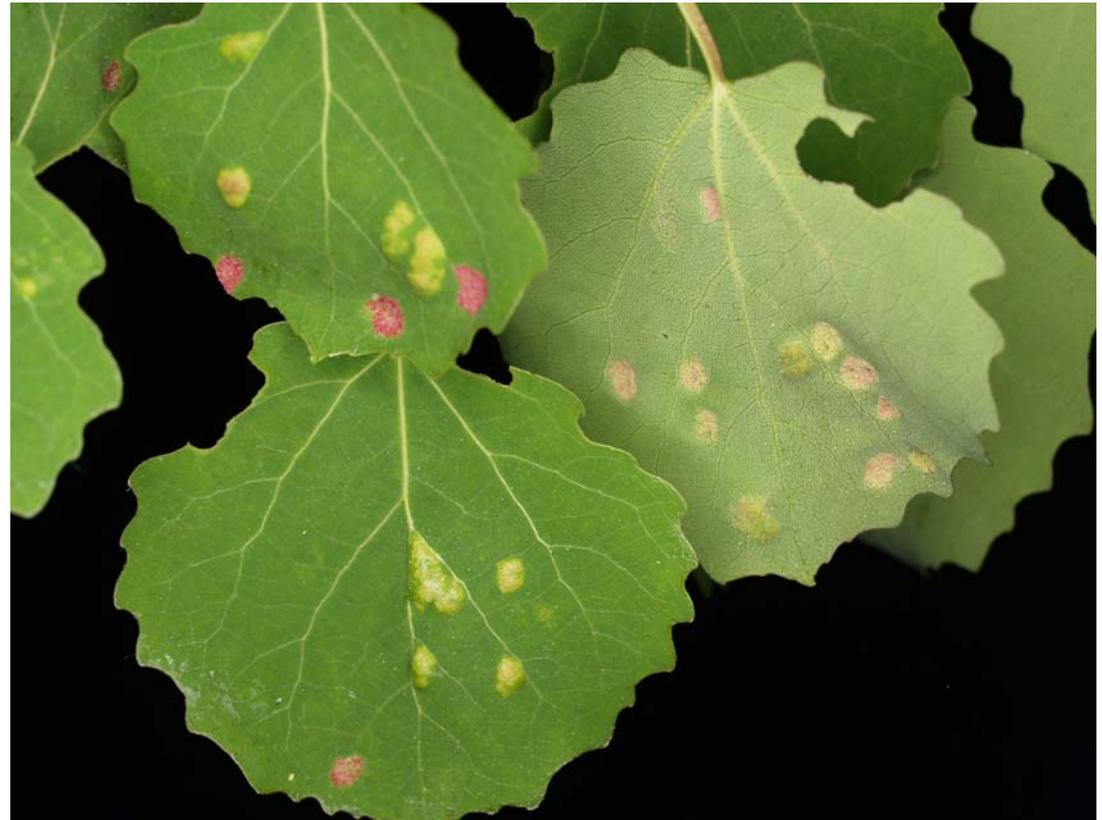


Haarformen verschiedener durch Gallmilben hervorgerufener Filzgallen



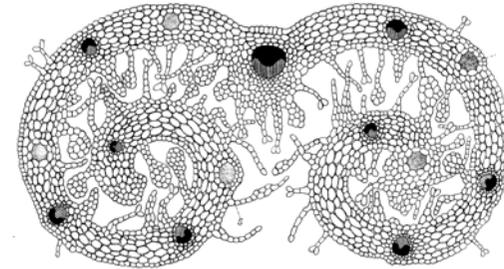
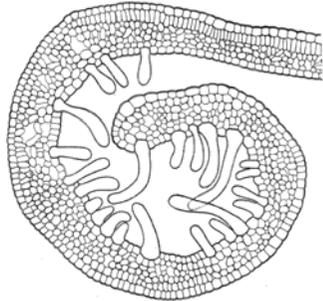
Typisch für Milben

Phyllocoptes populi an *Populus tremula*



Blattrollungen

Wachstumsveränderungen, veränderte Zellen



Typisch für Milben



Phyllocoptes goniothorax an *Crataegus laevigata*

Aceria laticincta an *Lysimachia vulgaris*



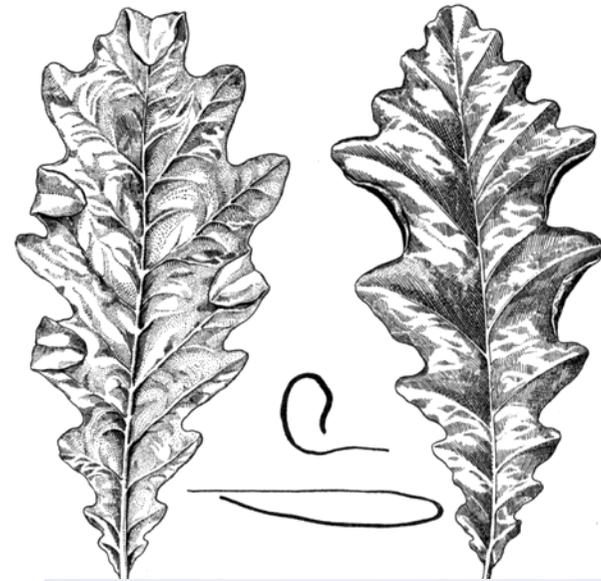
Blattfaltungen



Phyllocolpa leucaspis an *Salix caprea*

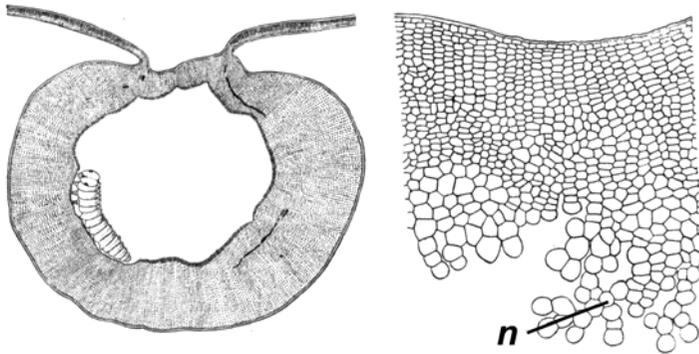


Macrodiplosis dryobia *Macrodiplosis volvens* an *Quercus*



Kammergallen

Verformung der Blattoberfläche



Eupontania viminalis an *Salix purpurea*

Typisch für Blattwespen

Pontania proxima
an *Salix fragilis*

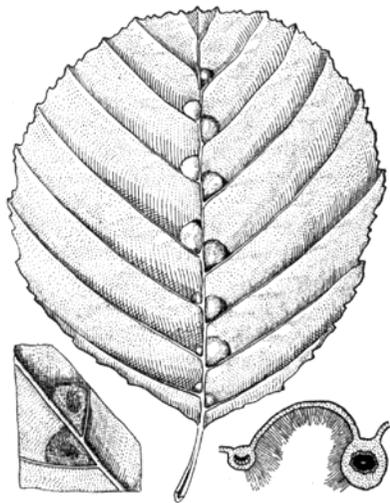


Beutelgallen

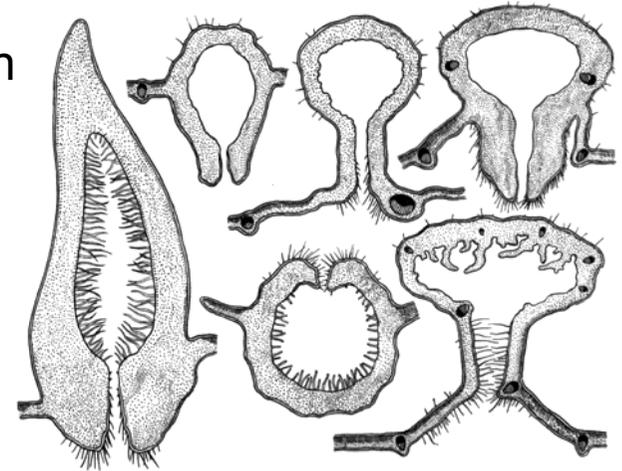
Streckungswachstum von allen Blattgewebeschnichten
Meist Öffnung auf Blattunterseite,
mit Haaren verschlossen

Eriophyes laevis
an *Alnus glutinosa*

Typisch für Milben



Beutelgallen von
Gallmilben verursacht



Beutelgallen

Streckungswachstum von allen Blattgewebeschnichten
Meist Öffnung auf Blattunterseite,
mit Haaren verschlossen

Typisch für Milben



Aceria macrorhyncha
an *Acer pseudo-platanus*



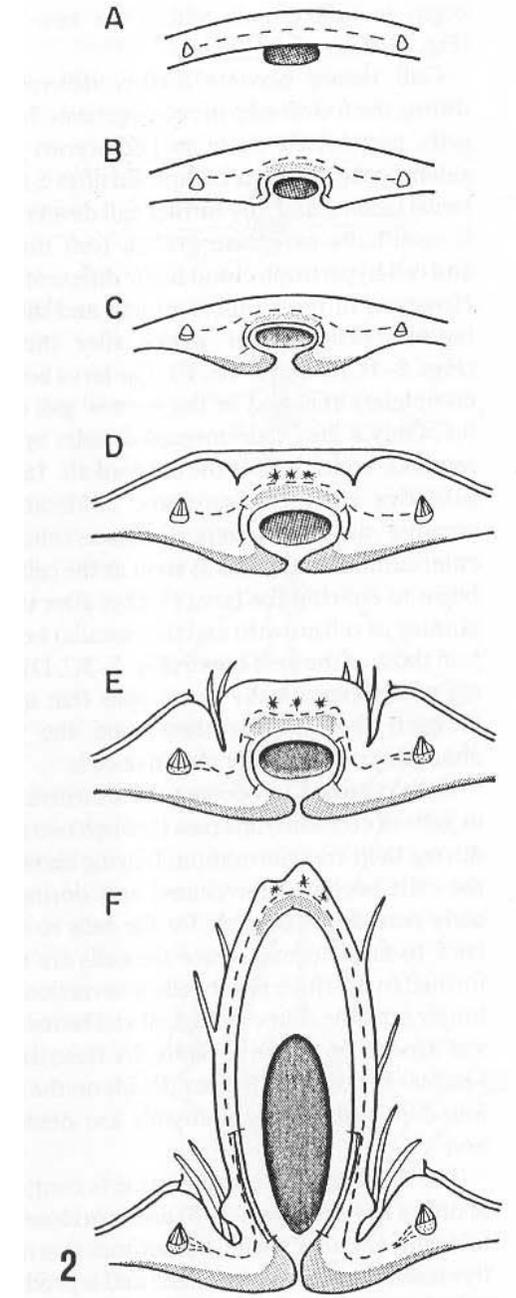
Eriophyes tiliae tiliae an *Tilia platyphyllos*



Umwallungsgallen



Hartigiola annulipes
an *Fagus sylvatica*



Typisch für Gallwespen

Markgallen

v.a. bei Hymenopteren

Galleninduktion im Inneren der Pflanze



Gallerreger

- Viren
- Bakterien
- Pilze
- Nematoden
- Milben

- Insekten (13.000 Arten cecidogen)

Gallerreger (ca. 15.000 Arten bekannt)

Thysanoptera (Fransenflügler)

Homoptera (Pflanzensauger)

Coleoptera (Käfer)

Lepidoptera (Schmetterlinge)

Diptera (Zweiflügler)

Hymenoptera (Hautflügler)

Phlaeothripidae

Psyllidae

Pemphigidae

Aphidoidea

Adelgidae

Curculionidae

Tortricidae

Cecidomyiidae

Tenthredinidae

Cynipidae Gallwespen

Thripse

Blattflöhe

Blasenläuse

Röhrenläuse

Tannengallenläuse

Rüsselkäfer

Wickler

Gallmücken

Blattwespen

300

350

200

200

50

135

100

2500

100

2000

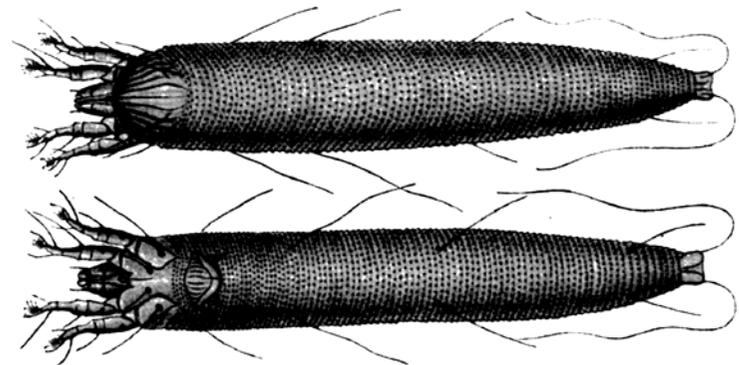
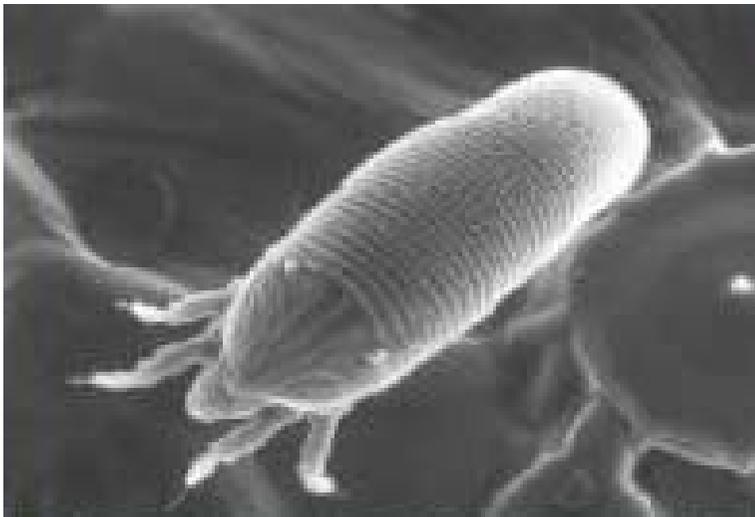


Acarina (Milben)

- v. a. nachtaktiv, frei auf Blattfläche, cecidogen oder als Einmieter
- Körper gedrungen, rundlich oder walzenförmig, klein (max. bis 0,2 mm lang)
- zumeist an Holzgewächsen

[beste Überwinterungsbedingungen innerhalb von Knospenschuppen], Gallen vielfach an Blättern (u. a. Blattrandrollungen, Beutelgallen)

- Mundteile bilden Rüssel; große Speicheldrüsen; nachweisbare Saugspuren
- Cephalothorax und Abdomen miteinander verwachsen
- 2 Beinpaare (bei Eriophyidae), gleich gestaltet, fünfgliedrig



Homoptera: Sternorrhyncha + Auchenorrhyncha

- Entwicklung hemimetabol (Larvenstadien 4–7), u. a. Viviparie, Parthenogenese
- Flügel 4, einheitlich
- Prothorax reduziert; Mesothorax (bzw. Mesonotum) und Metathorax (bzw. Metanotum) deutlich entwickelt
- [Legebohrer bei Zikaden]
- Fühler aus 4–5(–10–20) Gliedern
- Komplexaugen + 2–3 Ocellen
- Mundwerkzeuge stechend-saugend (wie bei Heteroptera)
- als Gallbildner bedeutend;

bei migrierenden Arten: Wirtswechsel (Hauptwirtspflanze – Zwischenwirt)



Ord. Sternorrhyncha

Familien mit cecidogenen Arten:

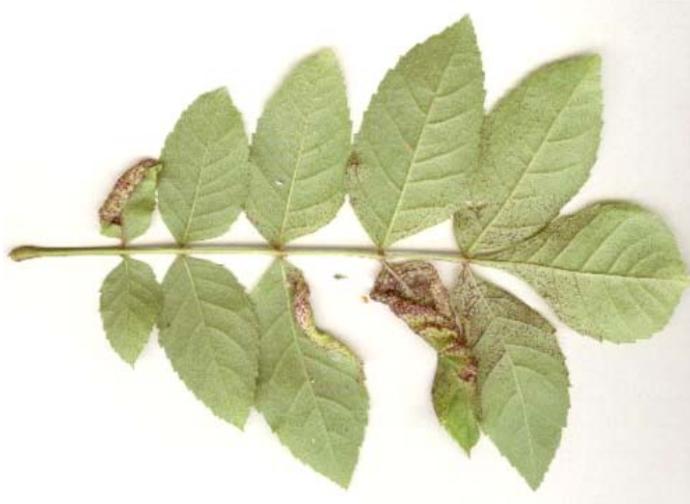
U'Ord. Psyllina

Fam. Psyllidae (Blattflöhe)

- Vorderflügel lederartig
- Flügeladerung reduziert
- Fühler lang, zehngliedrig
- Sprungbeine



U'Ord. Psyllina
Fam. Psyllidae (Blattflöhe)



Psyllopsis fraxini an *Fraxinus excelsior*



Ord. Sternorrhyncha

Familien mit cecidogenen Arten:

U'Ord. Psyllina

Fam. Psyllidae (Blattflöhe)

U'Ord. Aphidina

Ü'Fam. Phylloxeroidea

Fam. Adelgidae (Tannenläuse)

Fam. Phylloxeridae (Zwergläuse)

Ü'Fam. Aphidoidea

Fam. Pemphigidae (Blasenläuse)

Fam. Aphididae (Röhrenläuse)

Fam. Drepanosiphidae (Borstenläuse, Zierläuse)

Fam. Lachnidae (Baumläuse)

Fam. Mindaridae

Fam. Thelaxidae (Maskenläuse)



Ord. Sternorrhyncha
U'Ord. Aphidina
Ü'Fam. Phylloxeroidea
Fam. Adelgidae (Tannenläuse)

Adelges laricis

- 2-jähriger Holozyklus
- Wechsel von Fichte auf Lärche (und zurück)
- Fundatrix an *Picea abies*
 - gallbewohnende Nymphen
 - zu geflügelten Imagines
 - *Larix* sp.; hier ungeflügelte und dann geflügelte Morphen
 - zurück zu *Picea*
 - sexuelle Generation
 - ♀♀ legt einzelnes Ei
 - Nyphen d. Fundatrix überwintern in Knospe



Sacchiphantes viridis
an *Picea alba*



Diptera
Cecidomyiidae (Gallmücken)

Weltweit 5000 Arten
700 Arten Deutschland

0.5-4 mm Größe

Die Larven sind madenförmig und fußlos,
Orangerot, weiss bis gelb gefärbt

3 Larvenstadien,
3. Stadium: Verdickung auf der ventralen Seite:
Brustgräte (Spatula sternalis).

Innengalle löst sich, Larve überwintert darin



Didymomyia reaumuriana an *Tilia platyphyllos*



Cecidomyiidae (Gallmücken)

Salix spp.



Rhabdophaga rosaria



Iteomyia capreae



Rhabdophaga salicis



Exkursion „Befallsbilder an Pflanzen“

Fagus sylvatica



Mikiola fagi



Hartigiola annulipes

Tenthredinidae (Blattwespen)

Hymenoptera

9000 Arten weltweit

900 Arten in ME

Imagines: keine Wespentaille

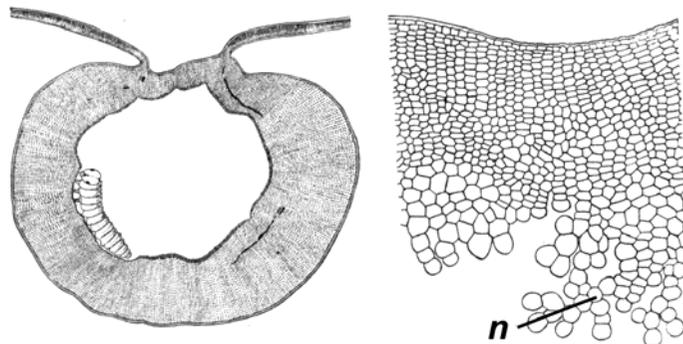
Larven: ähnlich Schmetterlingsraupen,
aber 8 Nachschiebe-Beinpaare



Sägeblatt

Afterraupe

Imago



Kammergalle an *Salix purpurea*



Eupontania viminalis an *Salix purpurea*

Tenthredinidae
(Blattwespen)



Phyllocolpa oblita
an *Salix fragilis*

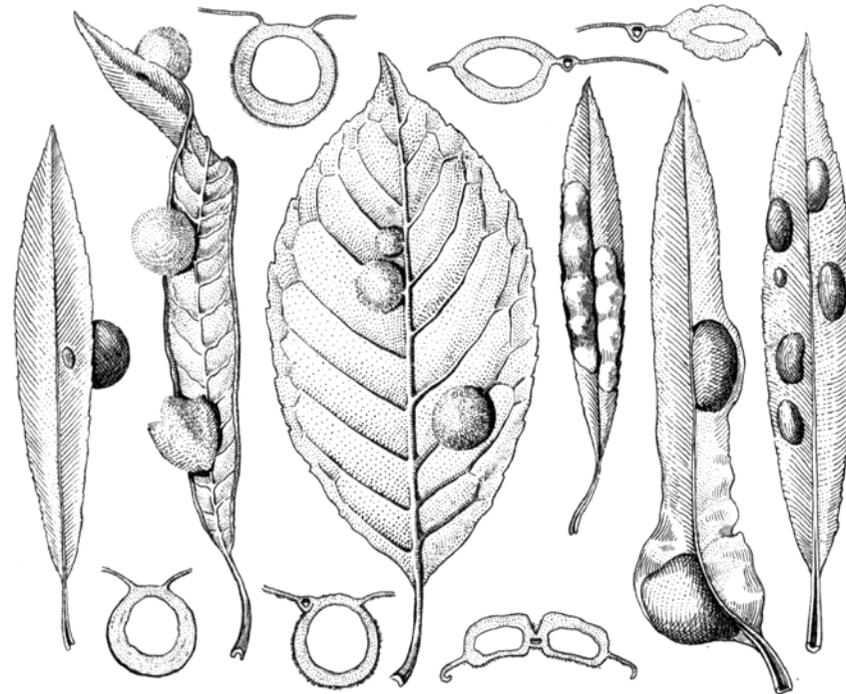


Pontania gallarum an *Salix caprea*

**Kammergallen an Weidenblättern
verursacht durch versch. Blattwespenarten**



Pontania proxima an *Salix fragilis*



Cynipidae (Gallwespen)

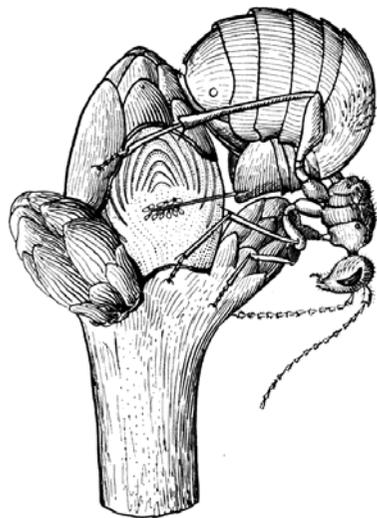
Hymenoptera
Aprocrita
Cynipoidea
1600 Arten weltweit
300 Arten ME

1-3mm, Ovipositor, Fühler: 12-16 Glieder

Gallinduzierer, Parasitoide, Hyperparasitoide

Generationswechsel (Heterogonie) häufig:
Zweigeschlechtliche u. parthenogenetische Generation:
Aussehen, Form und Galle unterschiedlich!

80% der bekannten Arten an Eichen



Exkurs



Biorrhizza pallida an *Quercus robur*

4.-6.August 2008

Cynipidae (Gallwespen)

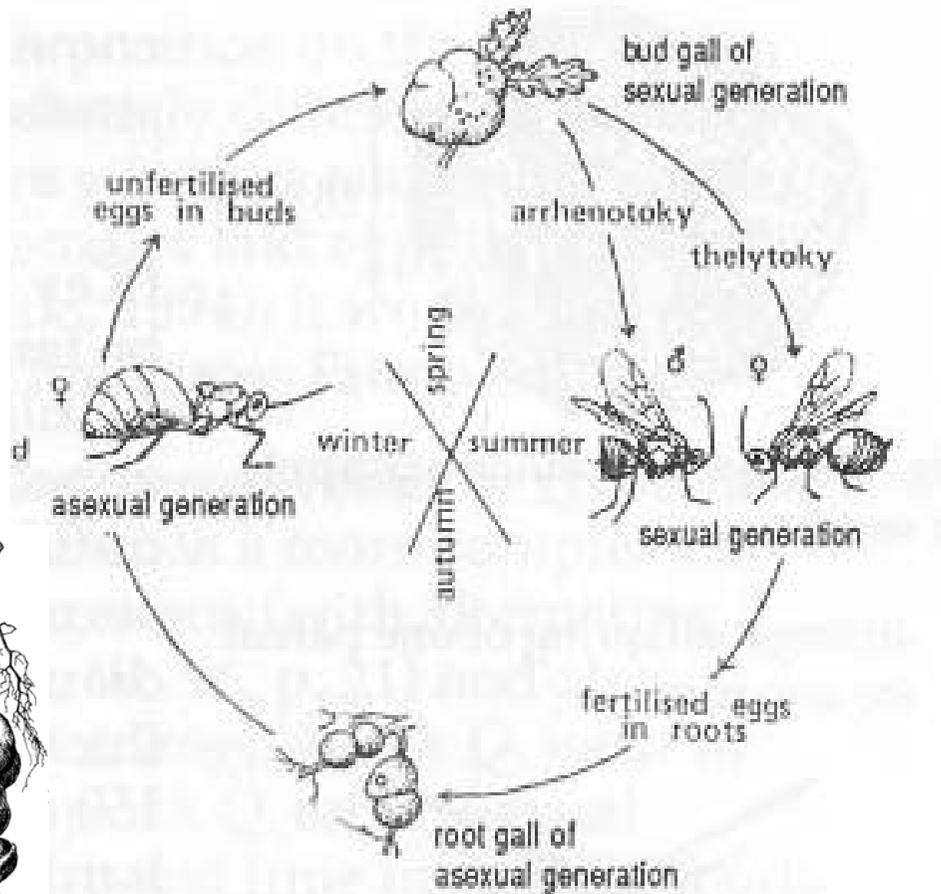


Fig. 96. Life cycle of a heterogonous cynipid *Biorrhiza pallida*.



Biorrhiza pallida an *Quercus robur*



Cynipidae (Gallwespen)



Cynips longiventris an *Quercus robur*



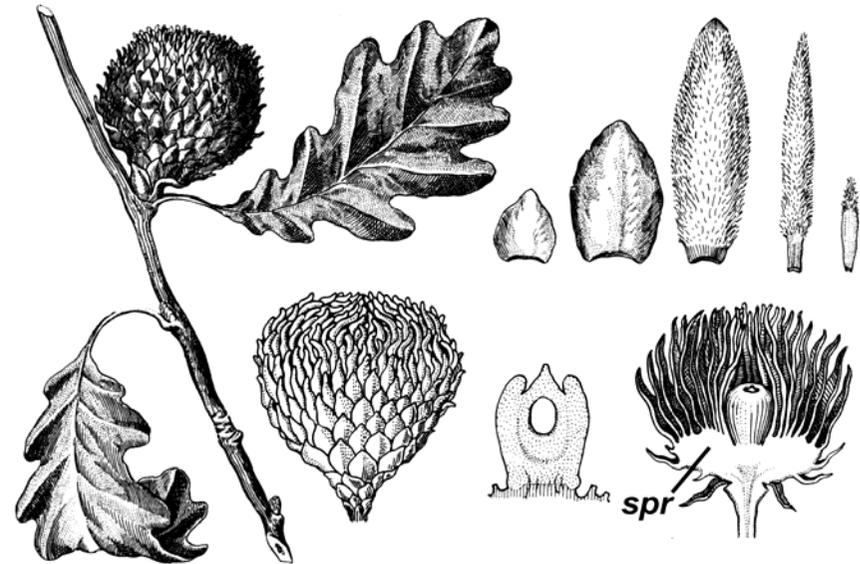
Andricus fecundator an *Quercus robur*



Cynips quercusfolii an *Quercus robur*



Andricus quercussalicis an *Quercus robur*.



Cynipidae (Gallwespen)



Neuroterus quercusbaccarum
an *Quercus robur*



Diplolepis rosae an *Rosa* sp.



Exkursion „B

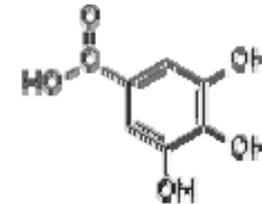
4.-6.August 2008

Cynipidae (Gallwespen)

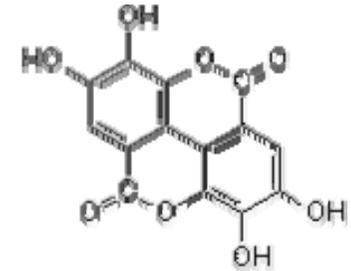


Wirtschaftliche Bedeutung von Pflanzengallen

- Arzneiliche Bedeutung: adstringierende Wirkung durch hohen Gerbstoff-Anteil (Tannine)
- Herstellung von Gallus-Tinte
Extrakt aus Galläpfeln, Eisen(II)sulfat, Gummi Arabikum → schwarze dokumentechte Tinte
- Als Schädlinge:
 - Reblaus
 - Weitere Schädlinge an viele Kulturarten
- Als Nützlich: z.B. Knöllchenbakterien an Leguminosen (Rhizobien)



Gallussäure

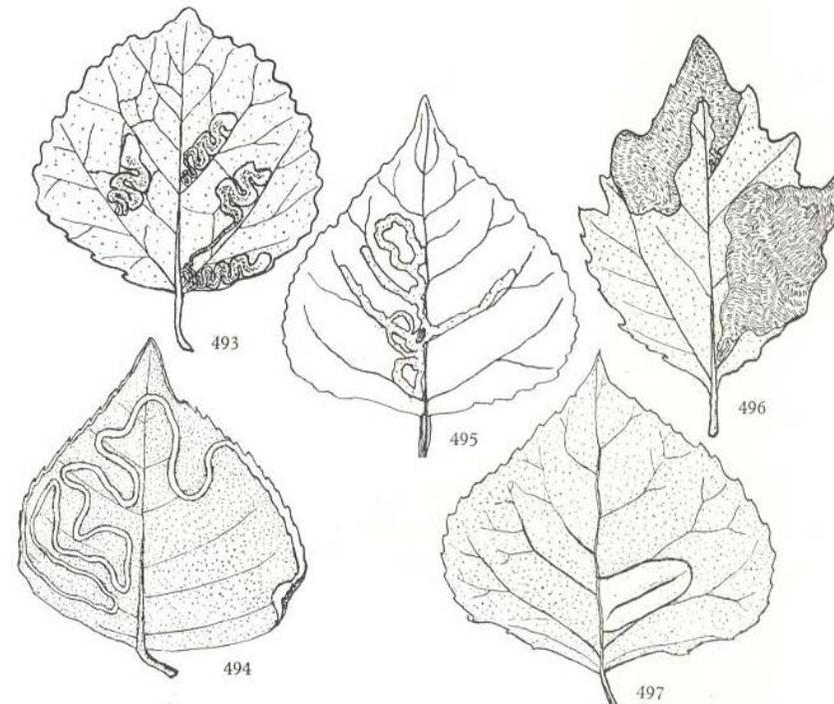


Ellagsäure

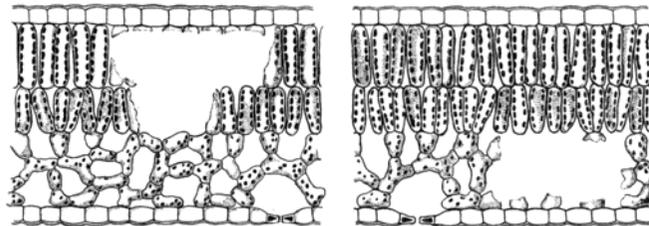


Minen

- Larven leben endophytisch, fressen zwischen oberer und unterer Cuticula im Blatt (aber auch am Trieb)
- Keine Gallbildung!
- Typisch geformte Fraßgänge
- Schmetterlinge, Dipteren, Blattwespen, Käfer

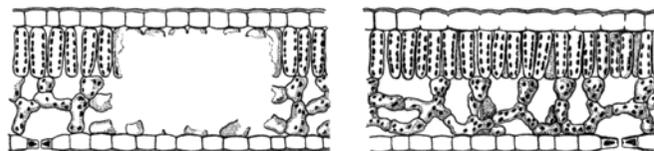


Entstehung der Blattminen



oberseitig

unterseitig



beiderseitig

epidermal

Verschiedene Minen an *Populus* sp.

Minen Hymenoptera



*Endophytus
anemones*



Fenusa dohrnii



Fenusa pumila



*Fenusella
hortulana*



Fenusella nana



Fenella nigrita



*Heterarthrus
aceris*



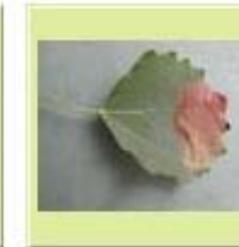
*Heterarthrus
healyi*



*Heterarthrus
microcephalus*



*Heterarthrus
nemoratus*



*Heterarthrus
ochropoda*



*Heterarthrus
vagans*



*Kaliofenusa
pusilla*



Metallus albipes



*Metallus
lanceolatus*



Metallus pumilus



Parna apicalis



Parna tenella



*Profenusa
pygmaea*



*Profenusa
thomsoni*



*Pseudodineura
fuscula*



*Pseudodineura
mentiens*



*Scolioneura
betuleti*



Scolioneura vicina



Exkursion „Befallsbilder an Pflanzen“

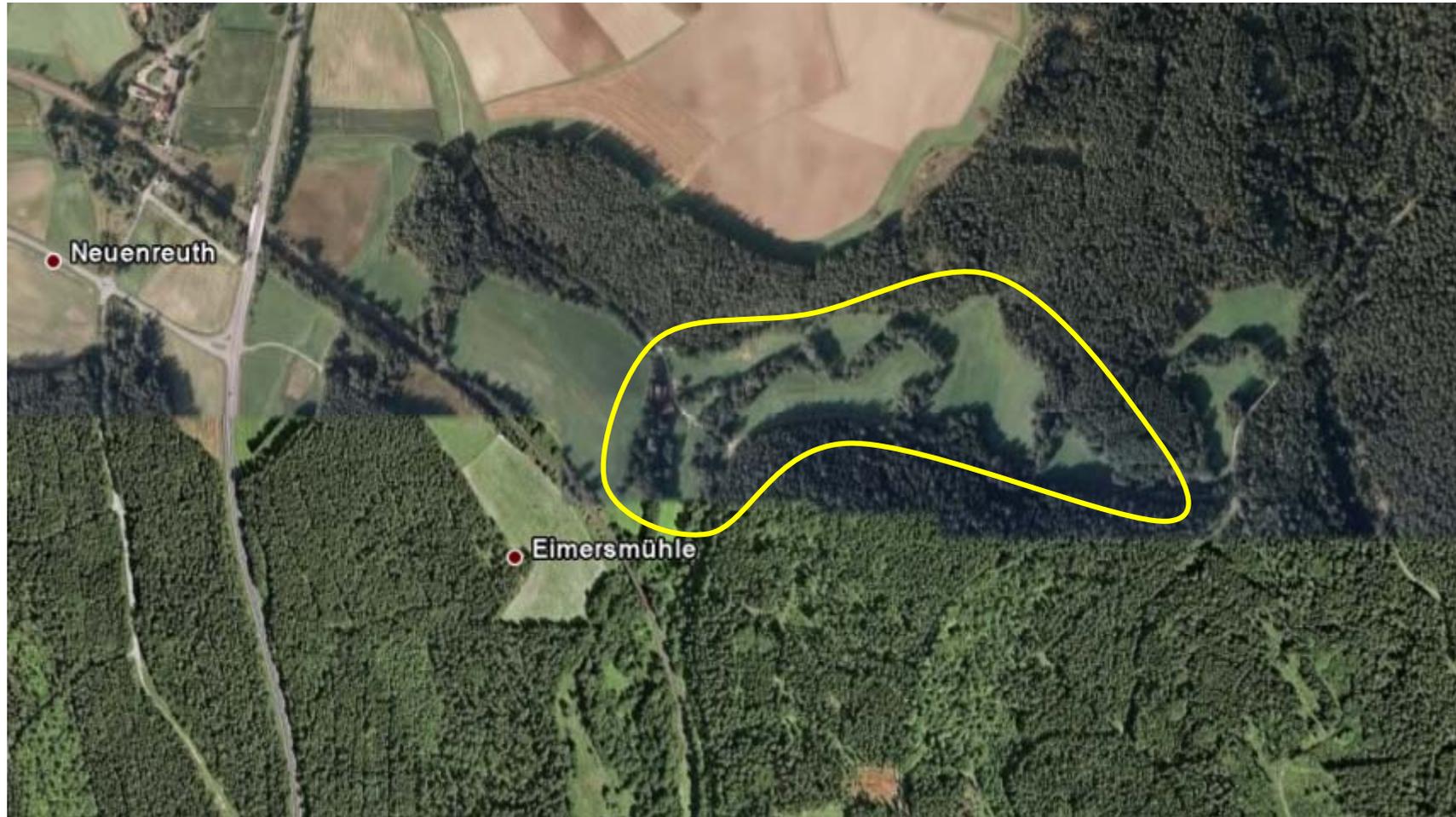
http://www.leafmines.co.uk/html/leaf_mines.htm

Standorte:

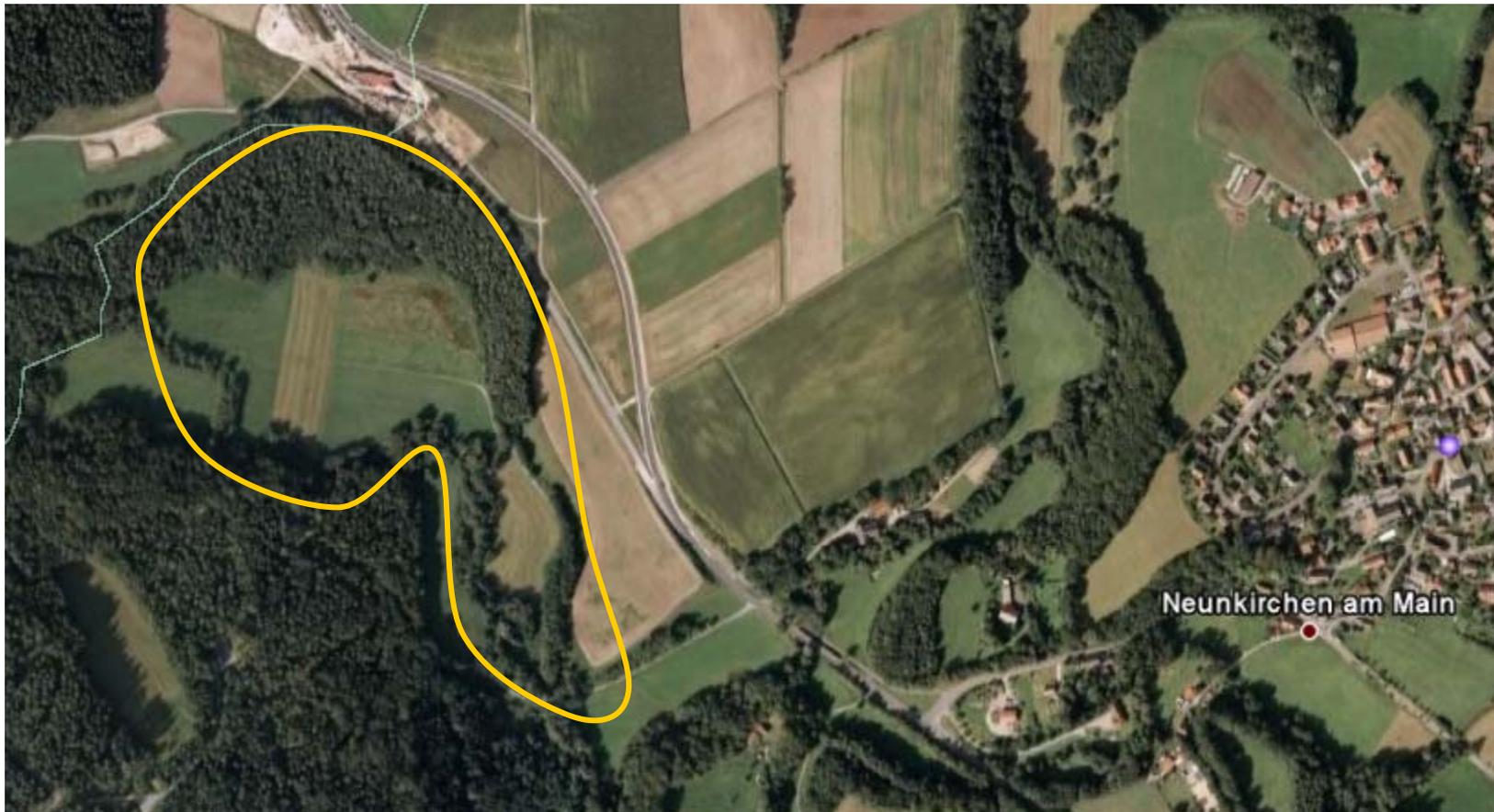
- A: Eimersmühle, Lkr. Bayreuth
Nadelwald, Waldrand, Bachufer
- B: Bruckmühle, Lkr. Bayreuth
Waldrand, Hecken, Bachufer
- C: Grassemann, Naturpark Fichtelgebirge
Nadelwald, Flechten auf Baumrinde
- D: Redwitz a.d. Rodach, Lkr. Lichtenfels
Uferstandort, Weidengebüsch, Waldrand



A: Eimersmühle, Lkr. Bayreuth
Nadelwald, Waldrand, Bachufer



B: Bruckmühle, Lkr. Bayreuth
Waldrand, Hecken, Bachufer



C: Grassemann, Naturpark Fichtelgebirge
Nadelwald, Flechten auf Baumrinde



Freilandmuseum Grassemann Warmensteinach



D: Redwitz a.d. Rodach, Lkr. Lichtenfels
Uferstandort, Weidengebüsch, Waldrand



1. Checkliste

Nr.	Wirtspflanze	Typ Befall	Beschreibung	Befallenes Organ	Induzierer	Standort				Notizen
						A	B	C	D	
1	<i>Acer platanoides</i>	M	Platzmine	Blatt	?					
2	<i>Acer pseudo-platanus</i>	G	Beutelgalle	Blatt-Oberseite	<i>Aceria macrorrhyncha</i>					
3	<i>Acer pseudo-platanus</i>	G	Filz	Blatt-Unterseite	<i>Aceria pseudoplatani</i>					
4	<i>Acer pseudo-platanus</i>	G	Deformation	Blatt						
5	<i>Acer pseudo-platanus</i>	G	Gelbe Flecken	Blatt-Oberseite	<i>Drisina glutinosa</i>					
6	<i>Acer pseudo-platanus</i>	P	Schwarze Flecken	Blatt-Oberseite	<i>Rhytisma punctatum</i> Teerfleckenkrankheit					
7	<i>Aegopodium podagraria</i>	G		Blatt	<i>Trioza flavipennis</i>					
8	<i>Alnus glutinosa</i>	G	Beutelgallen	Blatt, Achseln der Mittelrippe	<i>Eriophyes inangulis</i>					
9	<i>Alnus glutinosa</i>	G	Beutelgallen	Blatt	<i>Phytoptus laevis laevis</i>					
10	<i>Alnus glutinosa</i>	G	Filz	Blatt-Unterseite	<i>Acalitus brevitarsus</i>					
11	<i>Alnus glutinosa</i>	M	Platzmine	Blatt-Unterseite						
12	<i>Alnus incana</i>	G	Beutelgallen	Blatt-Oberseite	<i>Phytoptus laevis laevis</i>					
13	<i>Alnus incana</i>	M	Platzmine	Blatt-Oberseite						
14	<i>Betula pendula</i>	M	Gangmine	Blatt-Oberseite						
15	<i>Crataegus monogyna</i>	G	Umrollung	Blattrand	<i>Phyllocoptes goniothorax</i>					
16	<i>Dactylis glomerata</i>	P	Rotbraune Verfärbungen	Blatt-Oberseite	<i>Puccinia graminis</i>					
17	<i>Epilobium angustifolium</i>	M	Platzmine	Blatt-Oberseite						
18	<i>Euonymus europaea</i>	G	Umrollung	Blattrand	<i>Eriophyes convolvens</i>					

G = Gallen

M = Minen

P = phytopathogener Pilz

→ Finden, notieren, sammeln



2. Flechten

Flechten
Standort C, Grassemann, Naturpark Fichtelgebirge

Habitat Baumrinde

<i>Parmeliopsis ambigua</i>	gelb	
<i>Pseuderwinia furfuracia</i>	Strauchflechte	
<i>Hypogymnia physodes</i>	Helle Krustenflechte	
<i>Hypogymnia tubulosa</i>		
<i>Parmelia saxatilis</i>	Großlappig, weisse Risse	
<i>Platismacia glauca</i>	graubraun	
<i>Chaenotheta ferrugineum</i>	Gelb, Fichtenrinde	
<i>Cladonia digitata</i>	Rote Soredien	
<i>Cladonia sp.</i>	Braune Soredien	
<i>Cetraria</i>	Braun (flach)	
<i>Melanelia</i>	Braun (strauchiger)	
<i>Alectoria</i>	Bartflechte, dunkel	
<i>Usnea</i>	Bartflechte, hell	
<i>Erwinia prunastri</i>	Strauchflechte hellgrün	

Habitat Granit

<i>Candelariella</i>	Orange, auf Granit	
----------------------	--------------------	--



3. Projekt:

Massenbefall von *Pontania proxima*:
Auswirkungen auf die Wirtspflanze

Welchen Anteil an der Gesamt-Blattmasse macht das Gallengewebe aus?

1. Gesamtmenge Blätter pro Pflanze
3 x 2 Personen an 2 Pflanzen
2. Gesamtmenge Blätter mit Gallen + Anzahl der Gallen pro Blatt
3 x 2 Personen an 2 Pflanzen
3. Durchschnittliches Frischgewicht von Blättern und Gallen
2 Personen (50 Blätter ohne Gallen, 50 Gallen)
4. Zusammenstellung und Präsentation der Ergebnisse
2 Personen



Ergebnisse (für beide Pflanzen getrennt):

- Summe Gallen pro Pflanze
- Welcher Anteil der Blätter ist mit Gallen belegt (%)
- Maximum und Durchschnitt der Gallenmenge pro Blatt
- Anteil der Gallen-Biomasse an der Gesamt-Blattbiomasse der drei untersuchten Pflanzen (absolut und prozentual)

