

Jahr 1990	Mitteilungen der Mikro AG Stuttgart e. V.	Heft 4
----------------------------	--	-------------------------

Mehltaupilze

von Uwe Schwarz

1. Vorwort

Die Echten Mehltaupilze stellen sowohl systematisch, als auch biologisch und phytopathologisch eine Einheit dar. Sie sind mit Ausnahme der arktischen und hochalpinen Gebirge über die ganze Erde verbreitet, und einige Arten sind als Erreger gefährlicher Krankheiten von Kulturpflanzen von Bedeutung. Außerdem werden jährlich auf Zierpflanzen "neue" Mehltaupilze gefunden. So können in Gewächshäusern plötzlich fremdländische Zierpflanzen von Mehltau befallen werden und zu großen Ausfällen führen.

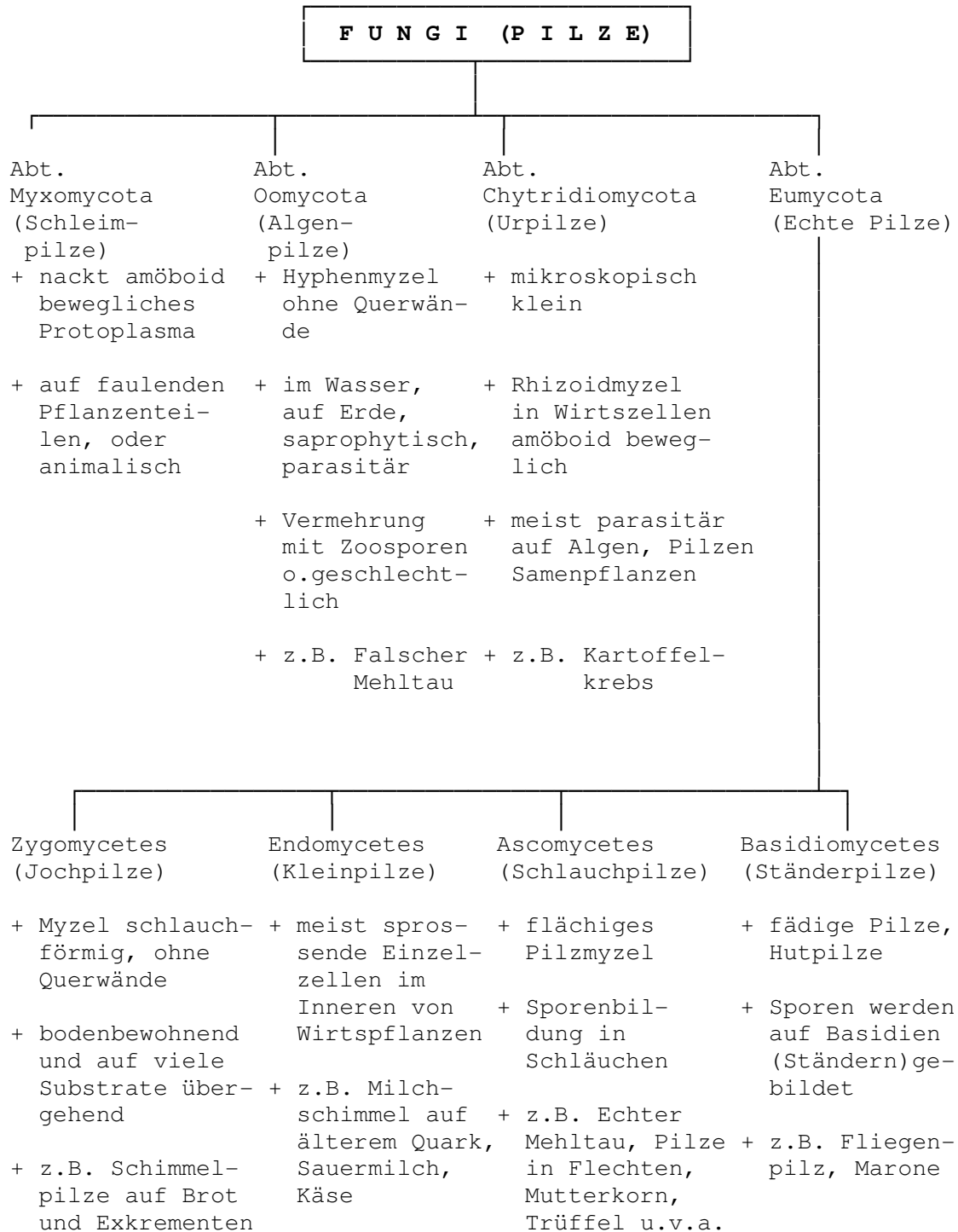
Wie z.B. bei den Rostpilzen nahm man früher an, dass auch die Mehltaupilze als Parasiten streng auf einzelne Arten von Wirtspflanzen beschränkt sind. Aber schon die Tatsache, dass immer wieder neue Wirtspflanzen gefunden werden, spricht dafür, dass es in dieser Pilzgruppe neben stark spezialisierten Formen auch solche gibt, deren Wirtskreis viel größer ist als man früher annahm, was auch experimentell bestätigt wurde.

Ebenso dynamisch und unberechenbar wie in ihrer Spezialisierung sind die Erysiphaceae in ihrer Verbreitung. Sie treten plötzlich irgendwo spontan auf, um ebenso unvermutet wieder zu verschwinden. Nicht selten breiten sie sich in starken Epidemien über weite Gebiete aus, aber schon nach kurzer Zeit kann die Epidemie abflauen, der Pilz wird selten oder verschwindet fast völlig.

Im Verlaufe dieses Jahres habe ich im Raum Stuttgart intensiver Mehltaupilze gesammelt, so dass man sagen kann, dass diese Pilze in unmittelbarer Umgebung doch recht häufig sind und ein Untersuchen lohnen. So wurden in der Umgebung von Stuttgart knapp 40 Arten auf über 80 Wirtspflanzen nachgewiesen.

2. Einteilung der Pilze

Die Abbildung auf der folgenden Seite stellt die Abteilungen der Fungi im Zusammenhang dar.



3. Geschichtliche Erforschung

- 1805/1815 erste zuverlässige Artbeschreibung durch DE CANDOLLE in "Flore francais" (nur eine Gattung Erysiphe)
- 1820 erste monographische Bearbeitung durch WALLROTH (wie bei DE CANDOLLE nur eine Gattung)
- 1829 FRIES unterscheidet in "Systema mycologicum" 16 Arten der Gattung Erysiphe, mit der Tendenz, morphologische Merkmale für die Artumgrenzung heranzuziehen und nicht, wie früher, eine Beschreibung nur nach Wirtspflanzen
- 1851 LEVEILLE unterscheidet 33 Arten, die er in 6, noch heute gebräuchlichen Gattungen, unterbrachte; keine Übernahme des Systems durch damalige führende Mykologen, wie TULASNE, DE BARY, sondern Beibehaltung des Systems von FRIES
- 1887 WINTER übernimmt in RABENHORSTS Kryptogamenflora das System von LEVEILLE
- bis 1900 zahlreiche Beschreibung weiterer Arten, so dass SACCARDO um die Jahrhundertwende 111 Arten verzeichnete
- 1900 Monographie von SALMON, kritische Zusammenfassung der Mehлтаupilze in 49 Arten und 11 Varietäten
- 1933 Monographie für Mitteleuropa von BLUMER mit 81 Arten
- 1967 Neubearbeitung der Mehлтаupilze durch BLUMER
- 1987 Monographie der Mehлтаupilze der Welt durch BRAUN

4. Morphologie

4.1 Mycel und Haustorien

Die Mehltaupilze lassen sich in 3 Subfamilien einteilen, für die folgende parasitische Verhaltensweisen kennzeichnend sind (s. Darstellung auf der folgenden Seite):

ektoparasitisch (gr. ektos = außerhalb, draußen)	hemiendophytisch (gr. hemi = halb)	endophytisch (gr. endon = innen)
+ oberflächliches Mycel mit den Saugorganen in den Epidermiszellen + Erysiphe Microsphaera Podosphaera Sphaerotheca Uncinula	+ gut entwickeltes oberflächliches Mycel, das durch die Spaltöffnungen eindringt + Phyllactinia	+ gut ausgebildetes endophytisches Mycel, bei dem Konidienträger ins Freie treten + Leveillula

Beim Keimen der Sporen bzw. Konidien (Nebenfruchtformen) bilden sich spezielle Haftorgane (Appressorien), von denen eine feine Pilzhyphe weiterwächst und die Zellwand der Wirtspflanze durchdringt.

Im Inneren der Zelle entsteht ein Haustorium, das den Pilz mit Nährstoffen versorgt. Die Haustorien sind meist oval und ca. 10 x 8 µm groß, nur der Getreidemehltau bildet eine Ausnahme, wo sie in Längsrichtung der Epidermiszellen wachsen und eine Länge bis 160 µm erreichen können.

Das Pilzgeflecht ist in einzelne Zellen gegliedert (septiert), was die Echten Mehltaupilze deutlich von den Falschen Mehltaupilzen trennt. Da es wahrscheinlich von einer wachsartigen, schwer benetzbaren Schicht überzogen ist, ist der Pilz somit vollständig auf den Wirt angewiesen. Es ist in den ersten Entwicklungsstadien hyalin (wasserklar) und besteht aus oft reichlich verzweigten, meist einkernigen Hyphen.

Jahr 1990	Mitteilungen der Mikro AG Stuttgart e. V.	Heft 4
----------------------------	--	-------------------------

Eine besondere Ausbildung des Mycel's ist im Alter zu beobachten, wo es teilweise eine bräunliche Färbung annimmt. Die Zellen sind dann dickwandiger und eine Bildung von Konidien (Nebenfruchtform) hört auf.

4.2. Fruchtformen

Mehltaupilze vermehren sich auf 2 recht unterschiedliche Arten, einmal geschlechtlich, indem Perithezien als Hauptfruchtformen gebildet werden, andererseits durch Konidien, den Nebenfruchtformen, wo an speziellen Seitenzweigen des Mycel's Zellen abgeschnürt werden.

4.2.1. Nebenfruchtformen (Konidien)

Bei den Konidien handelt es sich um abgeschnürte Pilzzellen. Sie werden an Konidienträgern gebildet, die man sich als kurze Seitenzweige des Pilzgeflechts vorstellen muss.

Je nach Ausbildung werden die folgenden fünf Formen von Konidienträgern unterschieden:

Oidium monilioides,
Euoidium,
Pseudoidium,
Ovularopsis und
Oidiopsis.

Da die echten Mehltaupilze in der Regel auch Hauptfruchtformen hervorbringen, kommt der Benennung der Konidienformen kaum eine bedeutende Rolle zu. Es ist in vielen Fällen auch kaum möglich, an Hand von Konidien den Mehltaupilz eindeutig anzusprechen.

Beim Mikroskopieren frischer Konidien fallen große Vakuolen ins Auge, die bei der Keimung verschwinden und den "Keimling" mit Nährstoffen versorgen. Die Keimung dauert ca. 2-3 Stunden. Erst werden Keimschläuche gebildet, danach - wie oben schon erwähnt - Appressorien.

Die Keimfähigkeit ist teilweise stark von Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit abhängig. Ab ca. 30°C kommt es zur Abtötung der Konidien, Minusgrade schränken die Keimfähigkeit nur ein. Auch direktes Wasser wirkt sich hemmend auf die Keimfähigkeit aus.

Jahr 1990	Mitteilungen der Mikro AG Stuttgart e. V.	Heft 4
----------------------------	--	-------------------------

Manche Arten bilden in den Konidien Fibrosinkörper, kleine ovale, komma- oder muschelförmige Inhaltskörper von 2-8 µm Länge. Bemerkenswert sind sie vor allem deshalb, weil sie bisher nur bei Mehлтаupilzen beobachtet wurden. Teilweise können diese auch zur Unterscheidung von sterilen Mehltaurassen herangezogen werden.

Konidien bilden eine sehr schnelle Vermehrungsmöglichkeit, die bei unzureichender Bekämpfung zu Epidemien führen kann.

4.2.2. Hauptfruchtformen

Die meisten Arten bilden im Spätsommer und Herbst Perithezien als Hauptfruchtform. Sie sind auf älteren Blättern oder an Stellen, wo sich die Erschöpfung des Substrates bemerkbar macht, als kleine braune Kügelchen schon ohne Lupe deutlich zu erkennen.

Für die Bildung der Perithezien ist trockene Luft förderlich, so dass es gerade nach warmen, trockenen Sommern zu vermehrter Bildung von Fruchtkörpern kommt.

Bei näherer Betrachtung der Perithezien fallen wasserklare bis leicht bräunliche Anhängsel auf, die am Grunde oder in der äquatorialen Zone des Fruchtkörpers entspringen. Vor allem die am Ende filigran verzweigten Anhängsel der Gattungen *Microsphaera* und *Podosphaera* geben den Mehлтаupilzen eine besondere Charakteristik. Bei der Gattung *Phyllactinia* dienen sie dazu, den Fruchtkörper über das Substrat zu heben, so dass er leichter vom Wind erfaßt und verbreitet werden kann.

Im Perithecium befinden sich 1 - 20 Asci (Schläuche), die man sich wie kleine Luftballons vorstellen kann. In ihnen sind zwischen 2 und 8 Sporen enthalten, die wahrscheinlich die größten Sporen im Pilzreich darstellen.

Häufig besitzt der Fruchtkörper hygroskopische Zellen, die bei Wasseraufnahme anschwellen, so dass sich der Fruchtkörper löst und vom Wind weggeweht werden kann. Diese geschlechtliche Vermehrung steht der durch Konidien in der Regel deutlich nach, da Perithezien nur einmal im Jahr gebildet werden, Konidien dagegen kontinuierlich während der gesamten Wachstumszeit.

Über die Gattungen der Mehлтаupilze gibt folgender Bestimmungsschlüssel einen Überblick:

Bestimmungsschlüssel der Gattungen nach Hauptfruchtformen

- | | | |
|----|---|--------------|
| 1 | Nebenfruchtform (Konidien) vom Oidiopsis-Typ, oberes Ende zugespitzt auslaufend | Leveillula |
| 1* | Nebenfruchtform (Konidien) anders, meist gleichmäßig oval ... | 2 |
| 2 | Anhängsel am Grunde halbkugelig angeschwollen | Phyllactinia |
| 2* | Anhängsel am Grunde nicht angeschwollen | 3 |
| 3 | Anhängsel am Ende bischofsstabartig eingerollt | Uncinula |
| 3* | Anhängsel am Ende nicht bischofsstabartig eingerollt . | 4 |
| 4 | Anhängsel am Ende mehrfach dichotom (gabelig) verzweigt .. | 5 |
| 4* | Anhängsel myzelartig | 6 |
| 5 | Perithecium nur mit einem Ascus (Schlauch) | Sphaerotheca |
| 5* | Perithecium mit mehreren Ascis | Erysiphe |
| 6 | Perithecium mit einem Ascus | Podosphaera |
| 6* | Perithecium mit mehreren Ascis | Microsphaera |

Für die Bestimmung geben auch die Wirtspflanzen einen guten Hinweis. Aus diesem Grund werden im Anhang die bisher gefundenen Mehltauarten mit den Wirtspflanzen aufgezählt.

Jahr 1990	Mitteilungen der Mikro AG Stuttgart e. V.	Heft 4
----------------------------	--	-------------------------

5. Überwinterung, Schaden und Bekämpfung

5.1. Überwinterung

Die Art der Überwinterung bedingt den Befall im nächsten Jahr. Der sicherste Schutz ist die Überwinterung als Mycel in den Knospen von Gehölzen, so dass eine erneute Infektion schon wieder mit dem Austrieb im Frühjahr einsetzt.

Er kann allerdings auch als Pilzgeflecht auf grünen Pflanzenteilen überwintern, wo der Pilz den Witterungseinflüssen stärker ausgesetzt ist.

Die frühere Annahme, dass die Perithezien mit den Sporen als Überwinterungsorgane anzusehen sind, hat sich durch die Untersuchungen nicht bestätigt.

5.2. Epidemien

Vor dem Einsatz entsprechender Mittel gegen Mehltau kam es immer wieder zu Epidemien. In Stichpunkten ist nachfolgend die Ausbreitung des Rebenmehltaus in Europa angedeutet.

Rebenmehltau (*Uncinula necator*)

1845 in England auf Gewächshausreben (wahrscheinlich aus Amerika)

1847 Frankreich auch im Freiland

1850 Italien u. Spanien

1851 Schweiz, Ungarn, Kleinasien

1854 kam es in Frankreich im Weinbau durch den Mehлтаubefall zu Ernteverlusten von 5 - 10 %.

Der Stachelbeermehltau (*Sphaerotheca mors-uvae*) wurde 1834 in Amerika gefunden und wissenschaftlich beschrieben. Schon 10 Jahre später war er durch Verschleppung in ganz Europa verbreitet.

Dass es auch heute noch in Ausbreitung befindliche Arten gibt, zeigt das Beispiel des Mehлтаus auf Holunder (*Microsphaera vanbruntiana*). 1875 wurde er erstmals in den USA beschrieben und begann sich wahrscheinlich von Osten her nach Europa auszubreiten. Die vorliegenden Daten lassen eine entsprechende Expansion vermuten, obwohl für solche Aussagen längerfristige Untersuchungen nötig sind.

5.3 Bekämpfung

Für den Pflanzenbauer oder Gartenbesitzer sind die Fragen der Bekämpfung der Mehltäupilze von vorrangiger Bedeutung. In den meisten Fällen werden dazu wohl chemische Präparate herangezogen, die die Chemieindustrie in großer Anzahl anbietet. Interessanter ist es gerade in unserer heutigen, umweltorientierten Zeit, sich mit den Fragen der schonenden Bekämpfung zu beschäftigen.

Einmal sind da die natürlichen Feinde der Mehltäupilze, wie z.B. der Marienkäfer, allerdings nicht der Rote, Schwarzpunktierte, sondern der etwas größere Gelbe mit 22 schwarzen Punkten. Desweiteren wird er von Gallmückenlarven und Tausendfüßlern vertilgt. Möglicherweise kommt es aber auch zu einer Verschleppung des Pilzes, so dass vielleicht auch ein gewisser symbiotischer Aspekt vorliegt.

Zumindest für den Garten sind folgende umweltfreundlichen Methoden zu erwähnen:

- Auswahl mehltäuresistenter Sorten
- mechanische Beseitigung
- Verschneiden befallener Triebe
- Selektion befallener Pflanzen
- Anlage von Mischkulturen

Der letzte Punkt wirkt sich nicht nur gegen den Befall von Mehltäupilzen positiv aus. Mit Mischkulturen wird das Übergreifen anderer Pflanzenschädlinge ebenso gehemmt.

Ein altes Hausmittel gegen Mehltau ist u.a. Schmierseife, die eine günstige alkalische Wirkung und gute Netzkraft besitzt. Ebenfalls seit langem bewährt hat sich der Einsatz von Schwefel wegen seiner fungiziden Wirkung. Nach Blumer reduziert der Pilz selbst den Schwefel zu Schwefelwasserstoff und vergiftet sich damit selbst. Bei der Anwendung sollten auch die Temperaturen beachtet werden, wobei 16-20°C am günstigsten sind. Bei höheren Temperaturen erhöht sich zwar die Wirkung des Schwefels, es kann aber zu Schädigungen der Pflanze kommen.

Die modernen Mittel der chemischen Industrie sind in der Regel kombinierte Präparate, die gegen verschiedene Krankheiten und Pflanzenschädlinge wirken. Spezielle Informationen sollten wegen der großen Fülle bei entsprechenden Stellen (Pflanzen-

Jahr 1990	Mitteilungen der Mikro AG Stuttgart e. V.	Heft 4
----------------------------	--	-------------------------

schutzberatungsstellen der großen Chemiefirmen, wie Bayer, Ciba-Geigy, BASF u.a., Landesamt für Pflanzenschutz) eingeholt werden.

Aber gerade beim Einsatz von chemischen Mitteln sollte man sich darüber im Klaren sein, dass alle mehr oder weniger bienengefährlich sind und, was noch wichtiger ist, ob es nicht zu einer Anreicherung bzw. nur einem teilweisen Abbau dieser in den Pflanzen kommt.

Anhang

Bisher im Raum Stuttgart gefundene Mehltauarten mit Wirtspflanzen

(E.=Erysiphe, M.=Microsphaera, Phy.=Phyllactinia, Po.=Podospaera,
S.=Sphaerotheca, U.=Uncinula)

Ahorn (<i>Acer campestre</i> , <i>Acer plantanoides</i>)	U. bicornis
Aster	E. cichoracearum
Bärenklau (<i>Heracleum sphondylium</i>)	E. heraclei
Beinwell (<i>Symphytum officinale</i>)	E. asperifoliosum
Berberitze (<i>Berberis thunbergii</i>)	M. berberidis
Brennessel (<i>Urtica dioica</i>) .	E. urticae
Buche (<i>Fagus sylvatica</i>)	Phy. guttata
Eiche (<i>Quercus robur</i> , <i>Qu. petraea</i>)	M. alphitoides
Esche (<i>Fraxinus excelsior</i>)	Phy. fraxini
Fingerkraut (<i>Potentilla</i>)	S. macularis
Flattergras (<i>Milium effusum</i>)	E. graminis
Flockenblume (<i>Centaurea</i>)	E. cichoracearum
Fuchsschwanz (<i>Alopecurus myosuroides</i>)	E. graminis
Gänse Distel (<i>Sonchus oleraceus</i> , <i>S. asper</i>)	E. cichoracearum
Geißbart (<i>Aruncus sylvestris</i>)	S. macularis
Gundermann (<i>Glechoma hederacea</i>)	E. galeopsidis
Habichtskraut (<i>Hieracium spec.</i>)	E. cichoracearum
Hahnenfuß (<i>Ranunculus acris</i> , <i>R. repens</i>)	E. ranunculi
Hainbuche (<i>Carpinus betulus</i>)	Phy. guttata
Hartriegel (<i>Cornus sanguinea</i>)	E. tortilis
Hexenkraut (<i>Circaea lutetiana</i>)	E. communis
Holunder (<i>Sambucus nigra</i> , <i>S. racemosa</i>)	M. vanbruntiana

Johannisbeere (<i>Ribes</i>)	<i>S. mors-uvae</i>
Johanniskraut (<i>Hypericum hirsutum</i> ,	<i>E. hyperici</i> <i>H. tetrapterum</i> , <i>H. perforatum</i>)
Kamille (<i>Chamomilla suaveolens</i>)	<i>S. fuliginea</i>
Kerbel (<i>Anthriscus sylvestris</i>)	<i>E. heraclei</i>
Klee (<i>Trifolium dubium</i> , <i>T. medium</i> , . T	<i>E. martii</i> <i>r. pratense</i>)
Klettenkerbel (<i>Torilis japonica</i>)	<i>E. heraclei</i>
Knaulgras (<i>Dactylis glomerata</i>)	<i>E. graminis</i>
Knoblauchrauke (<i>Alliaria petiolata</i>)	<i>E. communis</i>
Knöterich (<i>Polygonum heterophyllum</i>)	<i>E. polygoni</i>
Kratzdistel (<i>Cirsium arvense</i> , <i>C. oleraceum</i>)	<i>E. cichoracearum</i>
Kreuzdorn (<i>Rhamnus</i>)	<i>M. friesii</i>
Kreuzkraut (<i>Senecio vulgaris</i>)	<i>E. cichoracearum</i>
Labkraut (<i>Galium aparine</i>)	<i>E. galii</i>
Löwenzahn (<i>Taraxacum officinale</i>)	<i>S. fuliginea</i>
Mahoberberis neubertii	<i>M. berberidis</i>
Mahonie (<i>Mahonia aquifolium</i> , <i>M. repens</i>)	<i>M. berberidis</i>
Minze (<i>Mentha arvensis</i>)	<i>E. biocellata</i>
Nelkenwurz (<i>Geum urbanum</i>)	<i>S. macularis</i>
Pappel (<i>Populus tremula</i>) U	<i>. adunca</i>
Pfaffenhütchen (<i>Euonymus europaea</i>)	<i>M. euonymi</i>
Platterbse (<i>Lathyrus pratense</i>)	<i>E. martii</i>
Rainkohl (<i>Lapsana communis</i>)	<i>S. fuliginea</i>
Rispengras (<i>Poa pratense</i>)	<i>E. graminis</i>
Rose (<i>Rosa</i>)	<i>S. pannosa</i>
Schlehe (<i>Prunus</i>)	<i>Po. Tridactyla</i> <i>U. prunastri</i>
Springkraut (<i>Impatiens parviflora</i>)	<i>S. fusca</i>
Steinklee (<i>Melilotus alba</i>)	<i>E. martii</i>
Taubnessel (<i>Lamium album</i> , <i>L. purpureum</i>)	<i>E. galeopsidis</i>

Jahr 1990	Mitteilungen der Mikro AG Stuttgart e. V.	Heft 4
----------------------------	--	-------------------------

Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	<i>E. polyphaga</i>
Waldrebe (<i>Clematis</i>)	<i>E. aquilegiae</i>
Wegerich (<i>Plantago major</i>)	<i>E. soridata</i> <i>S. fuliginea</i>
Wegrauke (<i>Sisymbrium officinale</i>)	<i>E. communis</i>
Weide (<i>Salix</i>)	<i>Phy. Guttata</i> <i>U. adunca</i>
Weidenröschen (<i>Epilobium montanum</i>)	<i>S. epilobii</i>
Weißdorn (<i>Crataegus</i>)	<i>Po. clandestina</i>
Weizen (<i>Triticum</i>)	<i>E. graminis</i>
Wicke (<i>Vicia hirsuta</i> , <i>V. sepium</i>)	<i>E. pisi</i>
Wiesenknopf (<i>Sanguisorba officinalis</i>)	<i>S. fuliginea</i>
Witwenblume (<i>Knautia arvensis</i>)	<i>E. communis</i>

Anmerkung: Die vorliegende Arbeit ist die leicht überarbeitete Fassung eines Vortrags über Mehltaupilze (mit Praktikum), die im Oktober 1990 vor der Mikroskopischen Arbeitsgemeinschaft Stuttgart gehalten wurde. Einige Abschnitte, die nicht besonders gekennzeichnet sind, wurden wörtlich aus BLUMER übernommen.