

# **Waldkrankheiten (Forstbotanischer Teil)**

Kernblock 212 a

## **INHALTSVERZEICHNIS**

### **1. Phytopathogene Organismen**

**1.1 Viren**

**1.2 Viroide**

**1.3 Bakteria (Bakterien)**

**1.4 Phytoplasmen**

**1.5 Rickettsien-ähnliche Organismen (RLO's)**

**1.6 Mycophyta (Pilze)**

**1.7 Deuteromycota**

### **2. Erkrankungen an verholzenden Pflanzen, gegliedert nach dem Pflanzenorgan, an dem die Krankheitssymptome manifest werden**

#### **2.1 Jungpflanzen und junge Triebe**

2.1.1 *Phytophthora cactorum* (Buchenkeimlingskrankheit, beech seedling blight, Oomycota)

2.1.2 *Rosselinia quercina* (Eichenwurzeltöter, root rot of oak seedlings, Ascomycetes)

2.1.3 *Botrytis cinerea* (Triebspitzenkrankheit von Coniferensämlingen, Ascomycetes)

2.1.4 *Meria laricis* (Meria-Lärchenschütte, Meria needle cast, Deuteromycota)

2.1.5 *Pythium debaryanum* (Pythium-Fußkrankheit, dumping off of seedlings, Oomycota)

- 2.1.6 *Erwinia amylovora* (Feuerbrand, fire blight, Bacteria)
- 2.1.7 *Sirococcus strobilinus* (Sirococcus-Triebsterben, Sirococcus shoot blight, Deutero mycota)

## **2.2 Stammbürtige Fäulen**

- 2.2.1 *Stereum sanguinolentum* (Blutender Schichtpilz, red rot of conifers, Aphyllorphorales)
- 2.2.2 *Phellinus pini* (Kiefernfeuerschwamm, Aphyllorphorales)
- 2.2.3 *Fomes fomentarius* (Zunderschwamm, tinder fungus, Aphyllorphorales)
- 2.2.4 *Fomitopsis pinicola* (Rotrandiger Baumschwamm, Aphyllorphorales)
- 2.2.5 *Sparassis crispa* (Krause Glucke, group dying of conifers, Aphyllorphorales)

## **2.3 Wurzelbürtige Fäulen**

- 2.3.1 *Rhizina undulata* (Wurzelloorchel, group dying of conifers, Ascomycetes)
- 2.3.2 *Armillaria* spp. (Hallimasch, Armillaria root and butt rot, Agaricales)
- 2.3.3 *Heterobasidion annosum* (Wurzelschwamm, Heterobasidion root and butt rot, Aphyllorphorales)
- 2.3.4 *Phaeolus schweinitzii* (Kiefernbraunporling, velvet top, Aphyllorphorales)
- 2.3.5 *Phytophthora* spp. (Phytophthora-Wurzelfäule, Phytophthora root disease, Oomycota)

## **2.4 Rindenerkrankungen**

- 2.4.1 *Lachnellula willkommii* (Lärchenkrebs, larch canker, Ascomycetes)
- 2.4.2 *Potebniomyces coniferarum* (Rindenschildkrankheit der Douglasie, Phomopsis disease, Ascomycetes)
- 2.4.3 *Melampsorella caryophyllacearum* (Tannenkrebs, witches' brooms and canker of *Abies alba*, Heterobasidiomycetidae)
- 2.4.4 *Melampsora pinitorqua* (Kieferndrehrost, pine twisting rust, Heterobasidiomycetidae)
- 2.4.5 *Cronartium flaccidum* / *Endocronartium pini* (Kiefernridenblasenrost / Kienzopf, blister rust / resin top, Heterobasidiomycetidae)
- 2.4.6 *Cronartium ribicola* (Weymouthskiefernblasenrost, white blister rust, Herterobasidiomycetidae)

- 2.4.7 *Cryptodiaporthe populea* (Rindenbrand der Pappel, bark nekrosis of poplar, Ascomycetes)
- 2.4.8 *Cryphonectria parasitica* (Kastaniensterben, chestnut blight, Ascomycetes)
- 2.4.9 *Xanthomonas populi* (Bakterienkrebs der Pappel, bacterial canker of poplar, Bacteriophyta)

## **2.5 Blatt- und Nadelerkrankungen**

- 2.5.1 *Microsphaera alphitoides* (Eichenmehltau, powdery mildew of oaks, Ascomycetes)
- 2.5.2 *Herpotrichia juniperi* (Schwarzer Schneeschimmel, black snow mold, Ascomycetes)
- 2.5.3 *Phacidium infestans* (Weißer Schneeschimmel, white snow mould, Ascomycetes)
- 2.5.4 *Lophodermium seditiosum* (Kiefernschütte, needle cast of scots pine, Ascomycetes)
- 2.5.5 *Phaeocryptopus gäumannii* ( Rußige Douglasienschütte, swiss needle cast of douglas fir, Ascomycetes)
- 2.5.6 *Rhabdocline pseudotsugae* (Rostige Douglasienschütte, rusty needle cast of douglas fir, Ascomycetes)
- 2.5.7 *Coleosporium seneciones* (Kiefernadelblasenrost, needle rust of scots pine, Heterobasidiomycetidae)
- 2.5.8 *Chrysomyxa abietis* (Fichtennadelrost, needle rust of spruce, Heterobasidiomycetidae)
- 2.5.9 *Apiognomonina veneta* (Blattbräune der Platane, leaf spot of plane, Ascomycetes)
- 2.5.10 *Apiognomonina errabunda* (Blattbräune der Buche, leaf spot and dieback of beech, Ascomycetes)
- 2.5.11 *Rhytisma acerinum* (Ahornrunzelschorf oder Teerfleckenkrankheit, tar spot of sycamore, Ascomycetes)
- 2.5.12 *Drepanopeziza punctiformis* (Marssonina-Krankheit der Pappel, leaf spot disease of poplar, Ascomycetes)
- 2.5.13 *Taphrina populina* (Goldfleckenkrankheit der Pappel, leaf blister of poplar, Ascomycetes)

2.5.14 Gymnosporangium sabinae (Wacholderrost und Gitterrost der Birne, european pear rust, Heterobasidiomycetidae)

2.5.15 Blattvirosen

## **2.6 Gefäß- und Welkeerkrankungen**

2.6.1 Ophiostoma ulmi, O. novo-ulmi (Ulmensterben, Dutch elm disease, Ascomycetes)

2.6.2 Verticillium albo-atrum und V. dahliae (Verticillium-Welke, Verticillium wilt, Deuteromycota)

2.6.3 Erwinia salicis (Wasserzeichenkrankheit der Weide, water mark disease of willow, Bacteria)

## **Anhang I**

Systematik der wichtigsten phytopathogenen Erreger

## **Anhang II**

Fachbegriffe für den Kernblock "Waldkrankheiten"

# Waldkrankheiten (Forstbotanischer Teil)

Kernblock 212 a

## 1. Phytopathogene Organismen

### 1.1 Viren

Viren sind Partikel, die als obligate Parasiten bei Eukaryonten auftreten. Die meisten Kenntnisse über Viren wurden an solchen gewonnen, die an Bakterien (Prokaryonten) vorkommen, den sog. Bakteriophagen oder kurz Phagen. Ihre Größe beträgt, bei einem Molekulargewicht von einigen Millionen, 20 bis 300 nm; stäbchenförmige können bis 1200 nm lang sein. Sie bestehen nur aus einer ein- oder doppelsträngigen DNA oder RNA, die von einer sehr symmetrischen Proteinhülle umgeben ist. Die Information auf der Nukleinsäure reicht nicht für eigene Stoffwechselprozesse aus, so daß der Virus für seine Vermehrung einer Wirtszelle bedarf. Gelangt ein phytopathogener Virus durch einen Vektor in das Plasma eines Wirtes, lenkt er den Stoffwechsel der Wirtszelle für die Replikation seiner DNA und die Produktion seines Hüllproteins um. Im Gegensatz zu den Phytophagen heften sich Bakteriophagen an ein Bakterium an und "injizieren" nur ihre DNA in das Bakterium. Auch bei Ihnen entstehen neue Phagen nicht durch Teilung, sondern die Bakterienzelle nimmt die Phagen-DNA "in Arbeit" - das Phagen-Protein und die -DNA fusionieren dann zu neuen Phagen, wobei nach relativ kurzer Zeit die Bakterienzelle lysiert. Dieser lytische Phage steht dem temperenten gegenüber, dessen DNA in die des Bakteriums als Prophage eingebaut wird und dort viele Zellzyklen lang mit repliziert wird, bis er durch einen äußeren Faktor (z. B. ein Mutagen) wieder aktiv (lytisch) wird. Bei diesem Vorgang können der Prophagen-DNA benachbarte Gene "mitgenommen" werden und dann auf eine andere Bakterienzelle übertragen werden (Transduktion). Dem Verlust eines eigenen Stoffwechsels steht bei Viren der Gewinn der Überdauerung außerhalb einer Zelle in einem völlig inaktiven Zustand gegenüber.

Viren sind Verursacher von Krankheiten bei Pflanzen, Tieren und auch beim Menschen (Virose). In Pflanzen gelangen sie über einen Vektor, z. B. eine das Phloem anstechende Blattlaus, aber auch den Menschen durch das Werkzeug beim Schneiden von Bäumen und Stecklingen oder beim Pfropfen. In eine Zelle kommen sie durch einen pinocytoseartigen Vorgang, wobei sie wohl kurzzeitig von einer Membran eingehüllt werden. Von der Infektion bis zur Synthese eines kompletten Virus vergeht eine Latenzzeit von 10 bis 48 Stunden (Tabakmosaikvirus), in der der Virus nicht nachweisbar ist. Die Verbreitung in der Pflanze kann über Plasmodesmen von Zelle zu Zelle oder basipetal und akropetal über das Phloem erfolgen. Anschließend ist die Pflanze "systemisch" infiziert, wobei die meristematischen Gewebe oft gering oder gar nicht infiziert sind. Aus der Kultur solcher Gewebe ließe sich Virus-freies Material züchten.

Die Inkubationszeit beträgt bei krautigen Pflanzen ein bis drei Wochen, bei verholzenden Pflanzen Monate bis mehrere Jahre. Die Erkrankung drückt sich physiologisch in einer Fehlsteuerung von Stoffwechselprozessen aus, die zu einer Akkumulation von Monosacchariden, Stärke, freien Aminosäuren und Nucleotiden führt. Als äußere Symptome treten Farbveränderungen an Blättern auf als Chlorosen oder nekrotisch werdende Rotfärbung. Bei den Chlorosen kann es sich um Ringflecken, Adernaufhellung oder -vergilbung oder um Mosaik handeln, bei denen die Gelbverfärbung durch die Interkostalfelder des Blattes begrenzt wird. Als weitere Symptome können (z. T. nur bei krautigen Pflanzen) Wundtumore, Verzweigung von Blättern und Früchten, Blatteinrollung

und Phloemnekrosen auftreten. In vielen Pflanzen kann ein symptomloser Befall nachgewiesen werden, wobei die Viren latent vorhanden sind.

Die Diagnose einer Viruserkrankung geschieht am einfachsten durch eine exakte Analyse der Symptome. Die Identifikation des Erregers kann durch einen serologischen (ELISA) oder einen elektronenmikroskopischen Nachweis erfolgen. Da eine Kultur außerhalb eines Wirtes nicht gelingt, sind die Koch'schen Regeln zum Beweis, daß ein Erreger für eine bestimmte Erkrankung verantwortlich ist, nicht anwendbar. Dabei müsste ein vermutetes Pathogen aus einer erkrankten Pflanze isoliert, gereinigt, kultiviert und charakterisiert werden einschließlich seiner systematischen Zugehörigkeit. Dann wird eine Reinfektion an einer gesunden Pflanze durchgeführt, die erkranken muß und die gleichen Krankheitssymptome zeigen muß. Eine erneute Isolation des Pathogens aus der zweiten Pflanze muß zum gleichen Erreger führen.

## 1.2 Viroide

Ähnlichkeit mit den Viren haben die Viroide, die jedoch nur aus nackten DNA-Ringen von ca. 300 Nucleotiden bestehen. Sie sind nur als Erreger von Pflanzenkrankheiten bekannt und außerhalb einer Wirtszelle nicht stabil, weswegen wohl auch eine Kultur bisher nicht gelang und somit die Koch'schen Postulate nicht erfüllt werden können.

Über Viroide ist noch nicht allzu viel bekannt. Die Erkrankungen zeigen eine wesentlich längere Inkubationszeit als bei Virose. Beispiele für Erkrankungen an verholzenden Pflanzen sind "Exocortis" bei Citrus, „Cadang-Cadang“ bei der Kokosnuß oder eine Blattsprenkelung bei der Weinrebe.

## 1.3 Bacteria (Bakterien)

Phytopathogene Bakterien gehören zur Abteilung der Eubacteria. Sie sind überwiegend heterotroph und schließen in ihrer Größe mit  $0,5 - 1,0 \times 1,0 - 4,0 \mu\text{m}$  an die größten Viren an. Bei schleimausscheidenden Formen können auch makroskopisch sichtbare Anhäufungen auftreten. In einem Pflanzenpreßsaft sind Bakterien von Viren durch ein Bakterienfilter trennbar. Die Form der Zellen kann kugelig (Kokken), stäbchenförmig (Bazillen), kommaförmig (Vibrionen) oder schraubenförmig (Spirillen) sein. Es kommen aber auch flexible Formen (Myxobakterien) vor. Die meisten Bakterien haben aber eine feste Zellwand, die ähnlich strukturiert ist wie die Zellulosewand der höheren Pflanzen, jedoch hier aus Mucopolysaccharid (N-Acetylglucosamin und N-Acetylmuraminsäure verknüpft mit kurzen Peptiden) besteht. Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung der Wand können mit einer Anilinfärbung eine Unterscheidung in Gram-negative (Farbstoff lässt sich wieder auswaschen) und Gram-positive (Farbstoff nicht auswaschbar) ermöglichen.

Viele Bakterien sind durch feine Geißeln zur aktiven Bewegung fähig, wodurch sie sich stoff- und konzentrationsabhängig ansammeln können. Eine der ökologisch wichtigsten Stoffwechsellleistungen ist die Bindung von Luftstickstoff (z. B. Rhizobium, Actinomyces, Clostridium, Azotobacter) sowie die Beteiligung an der Nitrifikation von Ammoniak (Nitrosomonas, Nitrobacter).

Bakterien vermehren sich sehr effektiv durch eine Zweiteilung, die nicht einer Mitose entspricht. Bei schlechten Ernährungsbedingungen können manche Bakterien Sporen bilden, die gegen Hitze (Abkochen) und Trockenheit sehr resistent sind. Hitzesterilisation gegen Bakterien bedarf also der Einschaltung einer vegetativen Phase.

Die parasitischen Formen sind meist fakultativ parasitisch lebende, die auch eine saprophytische Phase einschalten können und deshalb meist gut kultivierbar sind. Sie gelangen durch Stomata, Hydathoden, Lenticellen, Nektarien und Wunden in den Wirt und wirken durch die Produktion von Toxinen. Geißeln spielen bei der Ausbreitung keine Rolle. Zunächst werden Interzellularen besiedelt, in denen sie Polysaccharide ausscheiden, die dann

wie ein Schwamm Wasser ansaugen. Die gebildeten Toxine können an den Zellmembranen Permeabilitätsänderungen hervorrufen, was dann die Versorgung der Bakterien mit Wasser und Nährstoffen verbessert. Es kann dann gezielt zu einem Eingriff in den Stoffwechsel (Enzymhemmung) der Wirtszelle kommen, was zu Störungen und z. B. den äußeren Symptomen einer Chlorose führen kann. Ausgeschiedene Pektinasen, Hemicellulasen und Cellulasen führen zur Auflösung des Zellverbandes (Mazeration), was sich in einer Nassfäule äußert. Einige Toxine führen zur Welke (Tracheobakteriose) und in der Folge zum Absterben von jungen Trieben und Blättern, als Blattrandnekrose beginnend. Weiterhin können durch einige Bakterien Formveränderungen als Wurzelkropf und als krebsige Wucherung verursacht werden.

#### **1.4 Phytoplasmen**

Mycoplasmen sind Bakterien, die keine Zellwand besitzen. Die in Pflanzen vorkommenden werden "mycoplasma-like organisms" (MLO's) und neuerdings Phytoplasmen genannt. Ihr äußerer Abschluß bildet eine 3-schichtige Membran. Die Übertragung von erkrankten Pflanzen erfolgt durch saugende Insekten (z. B. Zikaden). Mit einer Ausnahme (Spiroplasma) sind sie nicht kultivierbar - das Koch'sche Postulat kann also nicht erfüllt werden. In Pflanzen findet man sie nur mit geringem Titer im Phloem der Blätter und gehäuft im Meristem der Wurzel - und Sprossspitze.

Als allgemeine Symptome treten Vergilbungen (Ulme, Eiche, Weinrebe), Hexenbesen (Kreuzdorn, Heidelbeere), Blütenverlaubung und -vergrünung, Verzweigung und vorzeitiger Fall von Blättern und Früchten auf. Zur Diagnose besteht neben der Symptomatik eine zusätzliches Vorgehen in der Behandlung mit Antibiotika: MLO's sind als wandlose Bakterien unempfindlich gegen Penicillin, jedoch sensibel gegen Tetracyclin (Diagnose durch differentielle Therapie). Einige Erkrankungen wurden früher als Virosen angesehen.

#### **1.5 Rickettsien-ähnliche Organismen (RLO's)**

Bei den Vertretern der Ordnung Rickettsiales handelt es sich überwiegend um parasitäre Bakterien an Arthropoden und Vertebraten (z. B. Fleckfieber). Mit einer Größe von 0,2 - 0,3 x 1 - 3 µm sind sie etwas kleiner als andere Bakterien, ihre Zellwände sind aber sehr ähnlich, wodurch sie gegen Penicillin empfindlich sind. Die in Pflanzen vorkommenden werden Rickettsien-ähnliche Organismen (RLO's) genannt. In seltenen Fällen gelingt ihre Kultur, so dass die Koch'schen Postulate oft nicht erfüllbar sind. Als Vektoren fungieren Zikaden. In der Pflanze treten sie im Einzelfall im Phloem, im Xylem oder in beiden gleichzeitig auf.

Als allgemeine Symptome treten Blattverbräunung (Pflaume), Zwergwüchsigkeit (Pfirsich), Hexenbesen (Lärche), Triebsucht (Apfel) und Blattdeformationen auf.

#### **1.6 Mycophyta (Pilze)**

Bei den Pilzen handelt es sich um eukaryontische Thallophyten, deren Zellen sich mitotisch teilen. Die hinzukommende generative Fortpflanzung ist charakterisiert durch die Verschmelzung zweier haploider, konträrgeschlechtiger Gameten und einer regelmäßig folgenden Reduktionsteilung (Meiose), bei der die Diplophase wieder zur Haplophase führt (Kernphasenwechsel). Es sind Kohlenstoff-heterotrophe Organismen.

Phylogenetisch handelt es sich um eine sehr heterogene Gruppe, so dass es sinnvoll ist, die ehemals einheitliche Abteilung der Mycophyta in die zwei Organisationstypen Schleimpilze und Pilze i. e. S. zu gliedern, wobei nur bei dem letzteren forstpathologisch bedeutende Vertreter vorkommen.

Pilze i. e. S. besitzen eine feste Zellwand aus Chitin oder Cellulose. Sie bilden Fäden (Hyphen) mit Spitzenwachstum, deren Gesamtheit außerhalb von Fruchtkörpern Mycel genannt wird. Im Fruchtkörper liegt ein Flechtthallus (Plektenchym) vor. Bei der vegetativen Vermehrung treten noch begeißelte Formen auf, die zu Fortbewegung tropfbar flüssiges Wasser benötigen. Sie entstehen endogen als Zoosporen in einer Endzelle. Konidien entstehen exogen und sind unbegeißelt. Da diese Verbreitungskörper in großer Zahl sehr schnell gebildet werden, sind sie dünnwandig und reservestoffarm und dienen nur der Verbreitung (Propagation) zur Erschließung von Nährstoffquellen. Zur Überdauerung dienen aus dichter Mycelmasse gebildete Sklerotien sowie die aus einem Sexualprozeß hervorgegangene Zygote. Ebenfalls aus einer Mycelverflechtung bestehen meterlange, schnurähnliche Stränge (Rhizomorphe, z. B. bei *Armillaria*), mit deren Hilfe eine Ausbreitung über den Boden im Baumbestand möglich ist.

Ist von einem Pilz nur die vegetative Vermehrung bekannt, handelt es sich um die Nebenfruchtform. Die Thallusteile, die die Sexualprozesse beherbergen, stellen die Hauptfruchtform dar. Die Entwicklung der Prozesse der Syngamie sind als Anpassung an die zunehmende Unabhängigkeit vom Leben im Wasser zu sehen. Gameten werden in Gametangien gebildet, anfangs gleich gestaltet (Isogameten), später in der Größe (Anisogameten) und in ihrem Verhalten (bewegliche männliche Spermatozoide, unbewegliche im Gametangium verbleibende weibliche Eizelle) verbleibend. Wird nur die Eizelle nicht mehr frei, handelt es sich um Oogamie, verschmelzen die verschiedenen geschlechtigen Gametangien, ohne die Gameten zu entlassen, spricht man von Gametangiogamie. Die am höchsten abgeleitete Form der Syngamie ist die Somatogamie der Basidiomycetes, bei der zwei Hyphenzellen unterschiedlicher genetischer Konstitution verschmelzen.

Die meisten Pilze sind Haplonten (nur die Zygote ist diploid). Die Klasse der Oomyceten bildet als Diplonten (nur die Gameten sind haploid) eine Ausnahme bei den Pilzen. Ihre aus Zellulose aufgebaute Zellwand legt die direkte Abstammung von bestimmten Algen nahe. Die höheren Pilze (Asco- und Basidiomyceten) weisen als Haplo-Dikaryonten eine Besonderheit in ihrer Ontogenie auf: Bei der Syngamie wird nach der Plasmaverschmelzung eine individuell lang andauernde dikaryontische (zweikernige) Phase eingeschaltet. Die Kerne dieser Zellen teilen sich bei einer Mitose jeweils synchron.

Der Organisationstyp "Pilze i. e. S." gliedert sich in die beiden Abteilungen Oomycota und Eumycota, wobei sich die Hauptmasse der phytopathogenen Pilze in der letzteren befindet. Zu den Oomycota gehören viele landwirtschaftlich bedeutende Parasiten wie die Falschen Mehltaupilze sowie die Erreger der Krautfäule (Kartoffel, Tomate) aus der Ordnung der Peronosporales. An dieser Ordnung kann man die Entwicklung von Zoosporangien zur an das Landleben angepassten Verbreitungseinheit Konidie studieren. Die auch hierher gehörenden Mehltäue sind charakterisiert durch einen mehligem Belag auf den befallenen Blättern, der aus den verzweigten Trägern der Konidien (Konidiophoren) besteht; das eigentliche Mycel des Pilzes wächst interzellulär im Blatt. Bei einem echten Mehltau (Klasse: Ascomycetes) ist die Hauptmasse des Mycels auf dem Blatt.

Die erste Klasse (Chytridiomycetes) der Abteilung Eumycota enthält keine forstpathogenen Vertreter, jedoch einige gefährlich Erreger von Krankheiten an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen (z. B. Kartoffelkrebs). In der zweiten Klasse (Zygomycetes) befinden sich ebenfalls keine für den Forst wichtigen Pathogene, jedoch ökologisch bedeutsame Arten als Endomykorrhizapilze und als Insektenparasiten.

Bei den Ascomyceten und Basidiomyceten finden sich eine Vielzahl wichtiger Forstpathogene. Sie besitzen immer ein septiertes Mycel, nie aber begeißelte Stadien, sind somit rein terrestrische Formen. Hochentwickelte Ascomyceten bilden als weibliches Gametangium ein vielkerniges Ascogon und in unmittelbarer Nachbarschaft ein ebenfalls vielkerniges männliches Gametangium. Ein vom Ascogon gebildeter Verbindungskanal



(Trichogyne) dient der Wanderung der männlichen Kerne in das Ascogon, wonach sich die konträren Kerne paarweise aneinander lagern. Aus dem Ascogon wachsen nun Hyphen aus, deren Zellen je ein Kernpaar besitzen (ascogene Hyphen). Zusammen mit haploiden sterilen Hyphen bilden sie einen Fruchtkörper, der dann die erste arteigene strukturelle Bildung eines bestimmten Pilzes darstellt. Als Typ kann ein geschlossener (Kleistothecium), ein flaschenförmiger mit Öffnung (Perithecium) oder ein schüsselförmiger (Apothecium) Fruchtkörper gebildet werden. Bei der Reife wird dann in einer Schicht im Fruchtkörper (Hymenium) in schlauchförmigen Hyphenenden (Asci) die Karyogamie ablaufen, gefolgt von der Meiose und meist einer Mitose, so dass im Ascus acht haploide Ascosporen entstehen, die dann wieder zu einem haploiden Mycel auskeimen können. Sehr effektiv ist die vegetative Vermehrung durch Abschnürung von Konidien an Hyphenenden.

Basidiomyceten bilden keine Gametangien mehr aus. Nach der Keimung von Basidiosporen bildet sich ein haploides Mycel, von dem zwei Zellen differierender Mycelien auf dem Wege der Somatogamie fusionieren, ohne dass die Kerne verschmelzen. Die so eingeleitete Dikaryophase dauert den größten Teil der Ontogenie an. In keulenförmigen Anschwellungen an Hyphenenden (Basidie) findet dann, z. T. in Fruchtkörpern, die Karyogamie mit anschließender Meiose statt, worauf in vier Ausstülpungen exogen haploide Basidiosporen gebildet werden.

Die Unterklasse der Homobasidiomycetidae besitzt eine unseptierte Basidie; die Basidiospore keimt mit einem Mycel; an dem stets gebildeten Fruchtkörper entscheidet neben chemischen, molekulargenetischen und mikroskopischen Merkmalen auch die Anordnung der fertilen Schicht (Hymenium) über die systematische Gliederung: Die ausschließliche Betrachtung des Fruchtkörperbaus führt zur bisher häufig verwendeten Gliederung in Formen mit nicht blätterförmigem Hymenium (Aphylophorales), blätterförmigem (Agaricales, radiär strahlige Lamellen) und eingeschlossenem Hymenium (Gasteromycetales). Da die neue Gliederung noch unvollständig ist, wird aus praktischen Gründen noch die alte beibehalten.

Zu den Aphylophorales gehören viele holzerstörende Pilze mit konsolenförmigen Fruchtkörpern, die meisten Speisepilze mit röhrenförmigem Hymenium (z. B. Steinpilz), jedoch der Fliegenpilz, der Knollenblätterpilz und die forstlich bzw. holzpathologisch bedeutenden Hallimasch und Hausschwamm sind Agaricales, während der Bovist (Stäubling) ein Bauchpilz (Gasteromycetales) ist.

Einige der gefährlichsten phytopathogenen Pilze gehören zur zweiten Unterklasse, den Heterobasidiomycetidae. Ihre Basidie ist quer oder längs viergeteilt (Phragmobasidie); die parasitären Formen bilden keine Fruchtkörper mehr; die Basidiospore keimt mit Konidien, nicht mit einem Mycel. Diese Pilze bilden bis zu fünf Sporenformen, die z. T. auf verschiedenen Wirten auskeimen (Wirtswechsel): Dikaryontische Sporen keimen auf dem Dikaryontenwirt, haploide auf dem Haplontenwirt. Je nach wirtschaftlicher Bedeutung wird der eine Haupt-, der andere Nebenwirt genannt.

Beim Weymouthskieferblasenrost z. B. keimt eine haploide Basidiospore auf einer Kiefernnadel aus. Das haploide Mycel bildet zwei Formen von Sporenlagern: das eine produziert haploide Pykno-sporen, die bei einer Somatogamie den konträren Kern liefern, das andere in der Folge dikaryontische Aecidiosporen. Es gibt auch Arten, die keine Pykno-sporen bilden - dann müssen zwei Zellen verschiedener Mycelien (aus zwei gekeimten Sporen) fusionieren. Pykno-sporen sind nicht infektiös, während die Aecidiosporen nur auf einem anderen Wirt, beim Weymouthskieferblasenrost auf einem Blatt von *Ribes*, auskeimen können. Dort werden in pustelförmigen Lagern dikaryontische Sommersporen (Uredosporen) abgegeben, die neue *Ribes*-Pflanzen infizieren können. Gegen Ende der Vegetationsperiode werden Wintersporen (Teleutosporen) in Teleutolagern gebildet, bei manchen Arten im Uredosporenlager. Sie sind ebenfalls dikaryontisch und keimen nach Überwinterung auf dem Boden unter Ablauf der Karyogamie und Meiose - es entsteht die septierte Basidie mit einer haploiden Spore pro Septum. Für manche Arten ist der Wirtswechsel fakultativ: Eine

Ausrottung des Zwischenwirtes bewirkt dann einen Ablauf der kompletten Ontogenie nur auf dem Hauptwirt, mitunter unter Ausfall einer oder auch von zwei Sporenformen. Die Dikaryophase bleibt immer erhalten.

Neben den Rostpilzen (Uredinales) haben noch die Brandpilze (Ustilaginales) als Parasiten an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen große wirtschaftliche Bedeutung (Mais-Beulenbrand, Weizen-Steinbrand).

## 1.7 Deuteromycota

Für eine systematische Zuordnung von Pilzen ist die Kenntnis der vollständigen Ontogenie, also aller Einzelheiten der generativen Fortpflanzung, notwendig. Ist nur die Art der vegetativen Vermehrung (Nebenfruchtform) durch Konidien bekannt, werden sie zu den "Fungi imperfecti" (Deuteromycota) gestellt. Kann die Zugehörigkeit zu einer bekannten systematischen Einheit geklärt werden, muß ein neuer Name vergeben werden (z. B. Rotfäule der Fichte: *Fomes annosus* alter, *Heterobasidion annosum* neuer Name).

### *Symptomatik von Mykosen*

Die Erkennbarkeit von Mykosen an ihren Symptomen ist stark vom Stadium der Erkrankung abhängig. Frühe Stadien nach der Infektion geben sich bei Blatt-(Nadel-) Erkrankungen als kleine, aufgehellte Flecken zu erkennen, die sich mit fortschreitender Ausbreitung vergrößern und später nekrotische Flecken oder Löcher geben können und auch zum Abfall der Blätter oder Nadeln (Nadelschütte) führen können. Wird embryonales Gewebe von Sämlingen befallen, kommt es zu Einschnürungen oder zum schnellen Umfallen der Jungpflanzen. Am sichersten ist die Diagnose beim Auftreten von Fruchtkörpern der Hauptfruchtform, die z. B. an Blättern und auf Rinde als gefärbte Pusteln auftreten. Späte Erkrankungsstadien an der Rinde zeigen eine Verfärbung und ein Einsinken der Rinde, Rindenrisse und Ablösen der Rinde. Oft folgen Überwallungsversuche des Wirtsgewebes, was dann zu krebsigen Wucherungen führen kann. Symptom eines unkoordinierten Wachstums kann auch die Bildung eines Hexenbesens sein. Pilze können außerdem zu Gefäßerkrankungen (Tracheomykosen) führen, deren äußeres Symptom eine Welke ist. Schließlich treten Pilze auch an Stamm und Wurzel als Fäuleerreger auf, was zur Weiß- (Lignin-) oder Braunfäule (Cellulose-Abbau) führen kann.

## **2. Erkrankungen an verholzenden Pflanzen, gegliedert nach dem Pflanzenorgan, an dem die Krankheitssymptome manifest werden**

### **2.1 Jungpflanzen und junge Triebe**

Bei Erkrankungen von Jungpflanzen und jungen Trieben sind überwiegend niedere Pilze beteiligt. Sie sind meist fakultativ parasitisch; als bodenbürtige Pilze leben sie von abgestorbenem organischem Material (Saprophyten). Häufig ist auch das nicht mit fungistatischen Mitteln behandelte (gebeizte) Saatgut mit den fast allgegenwärtigen Pilzsporen kontaminiert, so daß ein durch äußere Einflüsse geschwächter Keimling sofort befallen werden kann. Es kommen ca. dreißig Arten als Erreger in Frage.

Prinzipiell können Keimlinge in jedem Entwicklungsstadium befallen werden. Bei „Vor-Auflaferkrankungen“ erkrankt der noch nicht gekeimte, aber gequollene Same. In der Folge findet eine Fäule des noch embryonalen Gewebes statt. Solche Pilze verringern das Keimprozent einer Aussaat. Bei einer „Umfallkrankheit“ sind Keimlinge im Alter von zwei

bis drei Wochen betroffen. Nach der Keimung zeigen sich am Übergang von Hypocotyl zum Sproß Verfärbungen, dann Gewebeerstörungen und eine Schrumpfung noch nicht cutinisierten Abschlußgewebes - der Keimling fällt um. Es ist oft ein schneller Verlauf festzustellen ohne Sekundärinfektionen. Auf dem absterbenden Gewebe werden Sporen gebildet, neue Sämlinge können befallen werden (Durchseuchung) und die Bildung von Dauersporen führt zur Bodenverseuchung. Die Erreger können mikroskopisch in Wasser oder einer Feuchtekammer z. B. an der Sporenform und -größe identifiziert werden. Die „späte Keimlingsfäule“ betrifft ältere als achtwöchige Jungpflanzen: Die Wurzel stirbt ab, der Keimling bleibt braun verfärbt stehen.

### **2.1.1 *Phytophthora cactorum*** (Buchenkeimlingskrankheit, beech seedling blight, Oomycota)

Neben der Buche befällt der Pilz auch Ahorn. Die Cotyledonen zeigen eine rotbraune, fleckige Verfärbung, die auf die Primärblätter und den Stängel übergeht. Der Keimling fällt bald um. Mikroskopisch kann man unseptiertes Mycel, aus Spaltöffnungen und Epidermiszellen gewachsen, identifizieren. Aus sich bildenden Sporangien entstehen Zoosporen.

### **2.1.2 *Rosselinia quercina*** (Eichenwurzeltöter, root rot of oak seedlings, Ascomycetes)

Dieser Pilz schädigt ein- bis dreijährige Eichen und Buchen, überwiegend bei stark vernäßigem Boden. Es vergilben und welken die Blätter, die Wurzel ist bald abgestorben und von einem weißen Mycel umspinnen. Die Hauptfruchtform sind schwarze Perithezien mit einem Durchmesser von einem mm. Eichenwurzelfäulen werden auch von anderen Pilzen verursacht, z. B. von *Cylindrocarpon* an eingeschlagenen Eichen und *Fusarium oxysporum* an wassergestressten Eichen, Buchen und Ahorn.

### **2.1.3 *Botrytis cinerea*** (Triebspitzenkrankheit von Coniferensämlingen, Ascomycetes)

Die auch Grauschimmel genannte Krankheit bewirkt im Saatbeet ein Absterben des Spitzentriebes, ein Vergilben und später Braunwerden der Nadeln, die dann von dem grauen Mycel und von Konidiophoren umhüllt werden. Dort bilden sich dann schwarze Sklerotien. Die Pflanzen sterben häufig schnell ab. Überlebende verbuschen wegen des Ausfalls der Gipfelknospe. Die Pflanzen werden leicht über neue Wunden oder abgestorbenes, z. B. erfrorenes Gewebe infiziert. Bei der Weinrebe verursacht der gleiche Pilz an unreifen Trauben eine Sauerfäule, an reifen die Edelfäule.

### **2.1.4 *Meria laricis*** (*Meria*-Lärchenschütte, *Meria* needle cast, Deuteromycota)

Dieser "Fungus imperfectus" befällt vorwiegend Sämlinge und Jungpflanzen der Europäischen Lärche. Die Nadeln verfärben sich, werden braun und welken, mit den unteren Nadeln beginnend. Ähnliche Verfärbungen nach Frost sind an allen Nadeln gleichzeitig zu

finden; im Gegensatz zur Schütte bleiben hier zudem die Nadeln länger hängen. Aus den Spaltöffnungen wachsen dann Büschel von Konidiophoren, die als kleine weiße Punkte zu erkennen sind. Ein Teil der Nadeln fällt sofort ab, die restlichen bleiben noch länger am Zweig. Der Pilz überwintert auf infizierten Nadeln, die im Frühjahr als Infektionsquelle dienen. Schäden durch den Pilz sind im Saatbeet bedeutend bei feuchter Witterung. Die Pflanzen sterben zwar nicht ab, sind aber als Pflanzgut ungeeignet. An älteren Lärchen kann es durch Meria zu Kronenverlichtungen kommen.

### **2.1.5 *Pythium debaryanum* (Pythium-Fußkrankheit, dumping off of seedlings, Oomycota)**

Pythiumarten bilden Zoosporangien, die als Ganzes keimen oder Zoosporen entlassen können. Die häufigste Art ist *P. debaryanum* neben *P. ultimum*. Junge Keimlinge fast aller Baumarten, wobei Coniferen stärker betroffen sind, werden von saprophytisch im Boden lebendem Mycel oder Sporen infiziert. Es kommt zu einer Schädigung der Wurzel (Braunfärbung der Rinde) und zum Faulen auch des Wurzelhalses. Nach einer Durchseuchung ist ein Saatbeet durch die Bildung von dickwandigen, überdauernden Oosporen längere Zeit infektiös.

### **2.1.6 *Erwinia amylovora* (Feuerbrand, fire blight, Bacteria)**

Die durch *Erwinia amylovora* induzierte Bakteriose war lange in Nordamerika und Neuseeland bekannt, bevor sie nach Europa kam (Großbritannien, 1957). Es werden Bäume und Sträucher von ausgewählten Rosaceen wie Zierquitte, Weißdorn, Apfel, Mispel, Feuerdorn, Birne und Sorbusarten befallen, wobei der Weißdorn wegen seiner weiten Verbreitung als lebende Infektionsquelle dient. Wirtschaftliche Bedeutung hat die Erkrankung im Obstbau, jedoch Steinobst (Prunusarten) wird nicht infiziert.

Die Primärinfektion erfolgt über Wunden, Narben und Blüten (Nektarien). An infizierten Jungtrieben und Zweigen welken rasch die Blätter, Blüten und Zweigspitzen, sie verfärben sich braun bis schwarz. Bei sehr anfälligen Arten geht die Infektion auf den Stamm über, die Pflanzen sterben binnen sechs Monaten (*Sorbus aria*). Bei feuchtem Wetter treten an befallenen Zweigen kleine Tropfen eines Bakterienschleims aus. In verholzten Zweigen bildet sich ein Rindenbrand, in dem sich die Bakterien vermehren und auch überwintern. Die abgestorbenen Blätter fallen im Herbst nicht ab, ebenso die befallenen Früchte nicht. Die Verbreitung geschieht mittels Insekten. Beim Zurückschneiden befallener Zweige ist das Holz auf der Schnittfläche braun bis schwarz verfärbt.

Als Schutzmaßnahme für Obstplantagen wird das Entfernen von *Crataegus* in der unmittelbaren Umgebung empfohlen.

### **2.1.7 *Sirococcus strobilinus* (Sirococcus-Triebsterben, Sirococcus shoot blight, Deuteromycota)**

Dieser weltweit verbreitete Pilz hat ein breites Wirtsspektrum. Häufig werden Sämlinge und Jungpflanzen von *Picea pungens* und *P. sitchensis* sowie von *Pinus contorta* in Baumschulen befallen. Weniger bedeutend sind Schäden an Fichten, Tannen, Lärchen und Douglasie. Im Frühsommer färben sich die Nadeln befallener Pflanzen an der Basis oder in der Mitte des letzten Triebes braun. In der Folge besteht die Tendenz zur Ausbreitung zur Triebspitze, aber auch zum vorjährigen Trieb hin. Die noch grün bleibende Spitze welkt dann. Ein Teil der betroffenen Nadeln bleibt noch längere Zeit hängen. Am Ende ist der gesamte Trieb

abgestorben. Auf der Rinde dieser Zweige bilden sich im Spätsommer dunkelbraune bis schwarze Pyknidien. Vorbeugende Maßnahmen gegen dieses Triebsterben sind Entfernen befallenen Materials in oder in der Nähe der Baumschule sowie die Vermeidung feuchter Lagen.

## 2.2 Stammbürtige Fäulen

Breitet sich eine Infektion im Stamm eines Baumes aus, wird es meistens dann gefährlich für ihn, wenn das Kambium betroffen ist. Es entstehen dann keine neuen Assimilatleitbahnen, die jedes Jahr neu gebildet werden müssen. Da ein verkernter Stamm resistenter gegen z. B. einen Pilzbefall ist, kommen relativ wenige Spezialisten vor, die auch dieses Holz abbauen können. Dabei wird lange Zeit die allgemeine Gesundheit des Baumes nicht tangiert. Die Anwesenheit des Pilzes wird oft erst durch die Bildung von Fruchtkörpern evident. Es werden allerdings in dieser Zeit die mechanischen Eigenschaften des Stammes allmählich ernsthaft beeinträchtigt.

### 2.2.1 *Stereum sanguinolentum* (Blutender Schichtpilz, red rot of conifers, Aphyllophorales)

*Stereum s.* ist der wichtigste Wundfäuleerreger der Fichte. Er dringt über Wunden (Rückeschäden, Astabbrüche) mit keimenden Sporen in das Holz ein und breitet sich nach oben und unten in den jüngsten Jahresringen unter rötlicher Verfärbung aus. Wird die Wunde frühzeitig durch Überwallung verschlossen, kommt die Ausbreitung nur noch verlangsamt voran. Im anderen Fall steigt der Pilz und mit ihm allmählich eine Weißfäule mehrere Meter (ca. 20 cm /Jahr) auf. Dabei ist dann der ganze Stamm bis auf das Zentrum und die jüngsten Jahrringe betroffen. Neben der stehenden Fichte ist auch das geschlagene Holz von Fichte, Kiefer und Tanne betroffen und bedingt hier die Rotstreifigkeit des Holzes. Dort treten häufiger Fruchtkörper auf als am Wundrand am stehenden Stamm. Es sind muschelförmige, dünnwandige Hütchen, die dachziegelartige Rasen bilden. Das grau- bis ockerfarbene frische Hymenium färbt sich bei Verletzungen rot (Name !). Um größere Schäden zu vermeiden, ist die schnelle Behandlung von Wunden mit Wundverschlusmitteln spätestens zwei Wochen nach der Verletzung zu empfehlen.

### 2.2.2 *Phellinus pini* (Kiefernfeuerschwamm, Aphyllophorales)

Der Kiefernfeuerschwamm wächst saprophytisch über tote Äste älterer Bäume der Kiefer, seltener auch von Fichte, Lärche und Douglasie, meist höher am Stamm. Dort breitet er sich zwischen Splint- und Kernholz vertikal aus und verursacht rötlichbraun gefärbte ringförmige Zonen, die durch periodische Abwehrreaktionen des Baumes hauptsächlich im Bereich der Primärinfektion zustande kommen. Die Fäule (Weißfäule) erscheint als Lochfäule mit spindelförmigen weißen Flecken. Die konsolenförmigen mehrjährigen Fruchtkörper erscheinen um Aststümpfe in größerer Höhe am Stamm. Sie sind rotbraun bis dunkelbraun, haben einen Durchmesser von 5 bis 15 cm und besitzen unterseits Poren. Die wirtschaftliche Bedeutung der Schäden nimmt in Richtung Nordost-Europa zu.

### 2.2.3 *Fomes fomentarius* (Zunderschwamm, tinder fungus, Aphyllophorales)

Auch dieser Pilz besitzt auf der Unterseite seiner konsolenförmigen Fruchtkörper Poren. Sein Trama („Fleisch“ zwischen oberseitiger Kruste und Röhrenschicht) ist durch einen Funken leicht entflammbar. Er ist ein typischer Schwächeparasit, der absterbende Buchen, Erlen oder Hainbuchen besiedelt. Er dringt über Astabbrüche und Wunden ein und führt zu einer Weißfäule, wobei die Zone, bis zu der er jeweils vorgedrungen ist, durch eine schwarze Linie gekennzeichnet ist (Demarkationslinie), die aber im nächsten Jahr überwunden werden kann. Die Bäume werden leicht vom Wind geworfen. Die Fruchtkörper erscheinen am Stamm überalterter oder abgestorbener Buchen. An liegenden Stämmen können sie massenhaft infolge der jahrelangen saprophytischen Lebensweise erscheinen. Sie werden bis zu 50 cm groß, sind oberseits hellbraun bis schwärzlich gefärbt und wulstig gezont. Die einzige Therapie besteht in der frühzeitigen Entfernung von durch Schleimfluss gefährdeten oder schon infizierten Buchen zur Holzwerterhaltung. Ansonsten ist der Pilz ein natürliches Glied im Kohlenstoffkreislauf.

### 2.2.4 *Fomitopsis pinicola* (Rotrandiger Baumschwamm, Aphyllophorales)

Dieser Braunfäuleerreger besiedelt die Buche oft zusammen mit dem Zunderschwamm. Die Areale sind aber im Holz scharf abgegrenzt. Im Gebirge ist er der häufigste Besiedler von totem Nadelholz. Der Zelluloseabbau führt zu einer Würfelbruchfäule. In den Schwundrissen finden sich weiße Mycelreste. Die mehrjährigen Fruchtkörper sind etwas kleiner als die des Zunderschwammes und sind im ausgewachsenen Zustand oberseits schwärzlich mit rotem Rand. Unter Hitze einwirkung (Streichholz) schmilzt seine Oberseite, die vom Zunderschwamm nicht.

### 2.2.5 *Sparassis crispa* (Krause Glucke, group dying of conifers, Aphyllophorales)

Dieser Basidiomycet induziert an der Kiefer eine Wurzel- und Stammfäule – häufig erst in höherem Alter (60-jährig). Der Pilz lebt erst parasitisch in der Wurzel, ehe er bis zu 3 m im Stamm aufsteigt. Auch Fichte (*Picea abies* und *P. sitchensis*), Douglasie, Lärche und Tanne werden befallen, jedoch erscheinen dort seltener Fruchtkörper. Letztere sind einjährig, fleischig (eßbar), 30 cm breit und 20 cm hoch, cremefarben bis weißlich und erscheinen im Spätsommer an der Basis lebender Bäume. Die deutsche Bezeichnung rührt von dem blumenkohlartigen Aussehen her. Die flachgedrückten bandartigen Verästelungen werden mit dem Alter braun. Das braunfaule Holz verfärbt sich gelbbraun bis rötlichbraun und zerfällt in Würfel, in deren radialen Rissen weißes Mycel zu finden ist (*Phaeolus schweinitzii*: gelb!). Die befallenen Bäume können durch Wind an der Stammbasis brechen.

## 2.3 Wurzelbürtige Fäulen

### 2.3.1 *Rhizina undulata* (Wurzelloorchel, group dying of conifers, Ascomycetes)

Dieser Schlauchpilz befällt nur Coniferen, bevorzugt in warmen Jahren. Er bildet ab Juni einjährige, regelmäßig geformte, bis zu 6 cm große Fruchtkörper (eines der größten Apothecien bei Ascomyceten), kastanien- bis schwarzbraun mit stelzenförmigen Mycelsträngen unterseits. Zwei Bedingungen sind offensichtlich für die Keimung der Sporen und für das anfängliche saprophytische Wachstum des Mycels notwendig: eine Temperatur über einige Stunden von mindestens 37° C sowie ein saurer Boden. Aus diesem Grund tritt die Krankheit meist am Rand von ehemaligen Feuerstellen (Beseitigung von Ästen und Kronen vor einer Pflanzung) auf. Er befällt dann bald die Wurzeln vorhandener Jungpflanzen von *Pinus sylvestris*, seltener von Lärchen und *Picea abies*. Im Stangenholzalter sind *Picea sitchensis*, *Pinus sylvestris* und *P. nigra* besonders gefährdet. Jungpflanzen werden sehr schnell absterben. Bei älteren Pflanzen wird eine Feinwurzeln ebenfalls sehr schnell abgetötet, ältere Wurzeln werden zunächst von einem gelblich-weißen Mycel umspinnen. Es entstehen Infektionskissen über den Lenticellen. Dort werden als Reaktion von der Wurzel Harztropfen ausgeschieden und Barrieren aus Kork und absterbendem Gewebe gebildet. Der Pilz überwindet sie meist später und tötet auch diese Wurzeln ab. Die Grenzen dieser Abwehrreaktionen sind als dunkle Linien unter der Borke zu erkennen. Am Stamm solcher Bäume findet man jetzt Harzfluss in einer Höhe von 3 bis 4 m. In dieser Phase findet schon eine Nadelausdünnung statt. Noch grüne Nadeln fallen dann zunehmend ab – bis zur Mitte der Vegetationsperiode können die Bäume entnadelt sein. Zwei Jahre nach der Etablierung des Pilzes zeigen mehrere Bäume, meist kreisförmig um die ehemalige Feuerstelle, die gleichen Symptome; dort treten auch die ersten Fruchtkörper auf. Von Jahr zu Jahr erweitert sich der Kreis (Sterbelücke) bis die Krankheit nach ca. sechs Jahren abklingt. Bei *Picea sitchensis* waren bei einem Fall in England dann ca. 100 Bäume abgestorben. Als Prophylaxe muß das Abbrennen von Restholz auf einer zur Bepflanzung mit gefährdeten Coniferen vorgesehenen Fläche unterbleiben oder mit Laubholz aufgeforstet werden.

### 2.3.2 *Armillaria spp.* (Hallimasch, *Armillaria* root and butt rot, Agaricales)

Der auch Honigschwamm genannte Hallimasch ist ein fakultativ parasitisch lebender sehr variabler Pilz. Bei Kreuzungsexperimenten zwischen den bekannten Varietäten der alten Art *A. mellea* fand man fünf intersterile Gruppen, die nun Artrang erhielten. Neben *A. mellea* (Honiggelber Hallimasch), der in Mittel- und Südeuropa besonders Laubgehölze, auch Obstbäume und Weinstöcke, befällt, ist in Mitteleuropa *A. ostoyae* (Dunkler Hallimasch) häufig. Außer auf Laubhölzern parasitiert er vorwiegend an Nadelbäumen meist an Stöcken und Wurzeln. *A. gallica* (Gelbschuppiger Hallimasch) kommt besonders an geschwächten Laubbäumen an Stöcken und im Boden unter diesen vor. Weniger häufig ist *A. cepistipes* (Keuliger Hallimasch). Er befällt häufiger Nadelhölzer vorwiegend in Lagen über 600 m. Man findet ihn oft an morschen Stöcken oder Stämmen und auch an toten Ästen (Reisighaufen). *A. borealis* (Nördlicher Hallimasch) besiedelt besonders in Kaltluftzonen (Gebirgstäler) Nadel- und Laubholz vorwiegend an Stöcken, seltener an stehenden (absterbenden) Bäumen. Die Fruchtkörper der verschiedenen Arten unterscheiden sich durch die Farbe des Hutes, die Art der Schuppen auf diesem, die Form des Stiels und des Velumrestes (Ring) an ihm.

Generell ist der Hallimasch ein weit verbreiteter Pilz, der saprophytisch im Boden lebt und von dort aus fast sämtliche Nadel- und Laubbaumarten befallen kann (außer *Abies alba* und *Taxus baccata*). Die Hauptinfektionsquelle sind Holzreste und Stubben, in denen er Lignin abbaut (Weißfäule). Die Ausbreitung im Boden geschieht mit Rhizomorphen, die in verschiedenen Formen vorkommen: Die „*Rhizomorpha subterranea*“ ist schnurartig, „*Rhizomorpha fragilis*“ ist sehr dünn und in der Lage, das Wurzelperiderm eines (geschwächten) Baumes zu durchdringen. In der Aggressivität dieser Art der Infektion unterscheiden sich die Arten. Die Infektion mittels Sporen spielt eine untergeordnete Rolle, höchstens auf einer frischen Schnittfläche eines Wurzelstockes. Die effektivste Verbreitung im Bestand ist bei einigen Arten der Wurzelkontakt mit gesunden Wurzeln. Kann der Pilz vom Wirt nicht abgewehrt werden, wächst er unter der Borke im Kambialbereich aufwärts und bildet dort flächige, weiße Mycellappen, die sich mit der Zeit dunkel verfärben und zu einem flachen Netz sklerotierter Rhizomorphen („Rindenrhizomorphen“) umwandeln. Das Kambium stirbt dabei ab („Kambiumkiller“) und bei stammumfassender Ausbreitung auch der Baum. Bei jungen Bäumen ist der Verlauf sehr schnell. Bei älteren und zumal Harthölzern kann der Pilz lange Zeit auf das Wurzelsystem beschränkt sein. Erst bei einer zusätzlichen Schwächung durch z. B. einen Nadel-/Blattfraß von Insekten kann er auf die Stammbasis übergehen. Bis dahin war der Verlauf symptomlos. Bei Coniferen können dann Nadeln vergilben, die gegen Ende des Sommers braun werden und abfallen. Ein frühes Symptom ist Harzfluß an der Stammbasis, wobei der Boden durchtränkt wird. Die Fäule bleibt auf die Wurzel und Stammbasis beschränkt, weswegen sie auch „Stockfäule“ genannt wird. Oft fallen Bäume ohne äußere Symptome. Im Holz finden sich dann dunkle Demarkationslinien aus dichten Mycelschichten, die diesen Bereich vor Austrocknung und Konkurrenten schützen. In solchen Fällen kann sogar das Kambium verschont geblieben sein.

### 2.3.3 *Heterobasidion annosum* (Wurzelschwamm, *Heterobasidion* root and butt rot, Aphyllophorales)

Dieser Basidiomycet ist dem Praktiker unter dem alten lateinischen Namen *Fomes annosus* oder deutsch „Rotfäule“ bekannt. Er ist der wirtschaftlich bedeutendste pilzliche Baumschädling, der z. B. in Europa für ca. 10% Stammholzentwertung verantwortlich ist. Seine parasitische Fähigkeit besteht in der Infektion der Wurzeln entweder direkt mit in den Boden eingewaschenen Basidiosporen oder durch den Wurzelkontakt mit infizierten Bäumen. Er kann jedoch auch als Saprophyt auf den Stamm übergehen und dort die sog. Rotfäule bewirken, wobei jedoch zunächst vorwiegend Lignin abgebaut wird, später dann auch Cellulose.

Bei der Fichte sind die Schäden gravierend, da der Pilz das Reifholz bis in die Krone hinauf abbauen kann, ohne daß es äußerlich sichtbar wird. Erst das Fällen oder Windwurf zeigen die Schäden. Anfangs ist das Holz streifig violett bis grau verfärbt, dann zeigt es eine ringförmige rotbraune Fäule, die von kleinen weißen, spindelförmigen Nestern mit schwarzem Kern durchsetzt ist. Bei der Kiefer dringt die Kernfäule nur wenig in den Stamm aufwärts, die geworfenen Bäume sterben an der Wurzelfäule. Ähnlich ist der Verlauf bei der Lärche, bei der der Pilz überwiegend in der Splint-/Kernzone wächst. Die Douglasie hingegen ist ebenso wie die Fichte betroffen.

Der in Europa auftretende Pilz konnte in Experimenten in zwei intersterile Gruppen gegliedert werden, die unterschiedliche Wirtsspezifität zeigen, aber noch als einheitliche Art geführt werden. Sein Mycelwachstum im Boden ist begrenzt, was auf die Wirkung von Antagonisten zurückgeführt wird. Die je nach Jahreszeit in unterschiedlicher Dichte allgegenwärtigen



Basidiosporen können sehr effektiv frische Schnittflächen von Stubben infizieren. Dort oder an der Stammbasis und an flach streichenden Wurzeln befallener Bäume entstehen die mehrjährigen, konsolenförmigen Fruchtkörper. Sie sind 10 – 20 cm groß, besitzen oberseits eine dunkle, konzentrisch gefurchte Kruste. Die Unterseite ist weiß bis cremefarben mit feinen Poren. Selten ist ein lockeres Luftmycel zu finden, das Konidiophoren bildet. Die abgeschnürten Sporen spielen bei Infektionen keine bedeutende Rolle.

Besonders gefährdet sind Erstaufforstungen aus ehemals landwirtschaftlich genutzten Flächen, wobei ein pH-Wert oberhalb von 6,0 die Krankheit begünstigt. Andere Standorte sollten ebenfalls nicht basisch und dicht gelagert sowie nicht stark wechselfeucht sein. Ehemalige Befallsflächen begünstigen die Erkrankung bei Neuanpflanzungen mit Coniferen.

Eine Bekämpfung der Rotfäule beschränkt sich auf die Verhinderung der Infektion der frischen Schnittfläche an den Stubben. Die Behandlung mit einer 20 %-igen Harnstofflösung innerhalb von ca. drei Wochen nach der Fällung brachte gute Erfolge. Ebenso ist es möglich, eine Suspension von Verbreitungskörpern (Oidien) des antagonistischen Pilzes *Phlebia gigantea* bei der Kiefer oder von *Trichoderma viride* bei anderen Wirten aufzubringen.

#### 2.3.4 *Phaeolus schweinitzii* (Kiefernbraunporling, velvet top, Aphyllphorales)

Der Kiefernbraunporling ist ein Braunfäuleerreger, der z. T. erst entdeckt wird, wenn ein befallener Baum gefällt oder vom Wind geworfen wird, es sei denn, es bilden sich frühzeitig Fruchtkörper. Diese erscheinen am Boden um befallene Bäume oder an Stubben. Sie besitzen einen sich nach oben verdickenden Stiel und erreichen eine Größe von ca. 30 cm. Es können sich mehrere kreisförmige, dachziegelartig sich deckende Hüte bilden, die relativ schnell vergänglich sind. Oberseits besitzen sie einen rostroten, wolligen Filz, unterseits eine gelblich-grüne Porenschicht, die bei Berührung dunkelbraune Flecken bekommt.

Die Infektion gelingt über Wurzelverletzungen oder durch Brand entstandene Wunden am Stamm. Die entstehende Fäule kann mehrere Meter im Stamm aufsteigen, bleibt aber meist auf den unteren Bereich beschränkt (Stockfäule). Frühe Anzeichen im Holz sind gelbe bis gelbbraune Verfärbungen, es bekommt radiale Risse und bricht in Würfel. Das braunfaule Holz ist dann sehr leicht, es kann gut zu Pulver verrieben werden und riecht nach Terpentin. In den Schwundrissen findet man gelbe Mycelreste.

Neben der Kiefer wird auch *Picea sitchensis*, Douglasie und die Lärche befallen. Neben *Sparassis* ist *Phaeolus schweinitzii* der wichtigste Stammholzerstörer bei Kiefer und Douglasie.

#### 2.3.5 *Phytophthora* spp. ( *Phytophthora*-Wurzelfäule, *Phytophthora* root disease, Oomycota)

Die Gattung *Phytophthora* ist schon lange als ein Verursacher von Pflanzenkrankheiten bekannt. 1876 wurde die erste epidemische Pflanzenkrankheit, die Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel, beschrieben, die Mitte des 19. Jahrhunderts in Irland eine Hungersnot auslöste und viele Menschen zwang, nach Amerika auszuwandern. Der Auslöser war *Phytophthora infestans*, der heute noch in feuchten Jahren hohe Ertragseinbußen verursacht. Bei Bäumen können Keimlinge betroffen sein (s. Kap.2.1), aber auch ausgewachsene Pflanzen. Verursacher sind hier *Phytophthora*-Arten, die fast ausschließlich über die jüngsten Wurzeln infizieren. Betroffen sind vor allem Eichen, die Eßkastanie und die Erle (*Alnus glutinosa*). Da

die Erkrankung z. T. recht lange oberirdisch nicht zu erkennen ist und die Ursache lange Zeit nicht bekannt war, wurde oder werden noch die einzelnen Krankheiten als „Sterben“ bezeichnet.

Eine Ausnahme macht hiervon die Tintenkrankheit der Eßkastanie, deren Ursache schon bald nach dem großen epidemischen Auftreten in Frankreich, in Spanien und in der Schweiz in der ersten Hälfte de 20. Jahrhunderts aufgeklärt werden konnte. Da heute auch genetische und molekulargenetische Methoden bei der *Phytophthora*-Artidentifizierung eingesetzt werden, ist das Artenspektrum der pathogenen *Phytophthora*-Arten ständig größer geworden. Im Falle der Erlenerkrankung kann man nun nicht mehr ausschließen, daß auch hybride Formen des Pilzes beteiligt sind.

Die am häufigsten beteiligten Arten sind:

*P. cambivora*: Der Pilz ist an der Tintenkrankheit (zusammen mit *P. cinnamomi*) der Eßkastanie beteiligt. Außerdem kommt er als Verursacher von Wurzelerkrankungen bei *Acer*, *Aesculus*, *Chamaecyparis*, *Fagus*, *Sorbus* und *Ulmus* in Frage.

*P. cinnamomi*: Er besitzt ein großes Wirtsspektrum: In wärmeren Gebieten ist er Auslöser der Tintenkrankheit bei *Castanea* und *Quercus rubra*. In nördlicheren Regionen bewirkt er an vielen Arten einen Wurzeltod, die Kragenfäule (am Wurzelhals) und Kronenschäden, in Australien ein Eucalyptus-Sterben.

*P. citricola* besitzt ein großes Wirtsspektrum. In Europa kommen Schäden nur an Citrus-Arten vor.

*P. cryptogea* kommt weltweit an sehr vielen Wirtspflanzen vor.

*P. megasperma* löst in wärmeren Regionen Kragenfäule und Triebsterben z. B. an Roßkastanie aus.

*P. syringae* ist in Europa ein weitverbreiteter Erreger mit einem großen Wirtsspektrum. Nennenswerte Schäden gibt es z. B. an Flieder und an Früchten von Apfel und Pfirsich.

Die allgemeinen Symptome der Erkrankungen sind bei Angiospermen die Ausbildung schmalerer Blätter und ihr frühes Vergilben. Häufig sterben die Bäume dann ab, andere können sich auch wieder erholen. Teile der stammnahen Wurzeln sind jetzt tot, mehr distal sind Teile des Wurzelsystems noch lebend, zeigen jedoch z. T. tote Rindenpartien. Das Kambium wird abgetötet, z. T. unter der Wirkung von Toxinen. Holz kann der Pilz nicht abbauen. Der Bereich der abgestorbenen Rinde breitet sich auf den unteren Stammbereich aus mit einer charakteristisch unregelmäßigen Front. Bei infizierten Coniferen verlieren die Nadeln ihren Glanz, werden gelblich und fallen ab. Zur sicheren Diagnose reicht es nicht, den Pilz in der Rhizosphäre nachzuweisen. Es ist zwar ein Indiz für die Erkrankung, der Pilz muß jedoch mittels eines sog. Köders, z.B. einem Apfel, isoliert und an Hand der Sporen, Sporangien oder Oogone bestimmt werden. Feuchtes und warmes Klima begünstigt die Infektion wegen der dann optimalen Bedingungen für die Zoosporen. Die Verbreitung über längere Strecken gelingt mittels Wasserläufen.

Bei der Tintenkrankheit der Eßkastanie sind die Arten *P. cambivora* und *P. cinnamomi* involviert. Es werden zuerst die Feinwurzeln zersört, dann greift die Erkrankung auf die größeren Wurzeln über. Die erkrankten Wurzeln scheiden einen violetten bis blauschwarzen Schleim aus. Man findet Nekrosen an den noch nicht abgestorbenen Wurzeln und am Wurzelstock. Als Folge des Wurzelbefalls zeigen sich im Frühjahr in der Krone ein frühzeitiger Abfall der Blütenkätzchen und die Bildung sehr schmaler Blätter, worauf der Baum schon im nächsten Jahr stirbt. Bei einem verzögerten Verlauf können sich die Blätter auch normal entwickeln, sie werden dann schnell gelb und anschließend braun. Die Früchte bleiben klein - in Ihnen sind die Samenanlagen abortiert – und können jahrelang abgestorben

hängen bleiben. In Gebieten, in denen die Früchte genutzt werden, hat man ein Züchtungsprogramm mit resistenten Kastanien aus Japan und China begonnen.

Die Prognose ist auf flachgründigen, schweren und dicht gelagerten (schlecht drainierten) Böden ungünstig. Der Verlauf ist dort mit zwei Jahren gegenüber sonst vier bis fünf sehr schnell.

Beim Eichensterben handelt es sich um eine Komplexerkrankung, wobei auch hier Auslöser der Angriff verschiedener *Phytophthora*-Arten auf das Wurzelsystem durch Standortfaktoren vorgeschwächter Eichen ist. In mediterranen Regionen zeigen auf *P. cinnamomi*-Infektion hin Kork- und Steineichen Blattvergilbungen und –verlichtungen, Welkeerscheinungen und Triebsterben, teerige Exsudate am Stamm und nekrotische Rindenläsionen am Stammfuß mit einem akuten oder chronischen Verlauf bis zum Tod.

In Mitteleuropa zeigen die Stieleiche und in schwächerer Form die Traubeneiche häufig Blattbüschel an den Zweigenden, vermehrt Astabsprünge und Wasserreiser, dann Absterben von Ästen bis zu ganzen Kronenpartien, Ausbildung kleinerer Blätter, Rindennekrosen an Stamm und Ästen, eine Streifennekrose am Stammanlauf, eine Verfärbung des Splintholzes gefolgt schließlich von Rindenrissen und dem Abfallen der Rinde. Das untersuchte Splintholz weist pathologische Verthyllung der Gefäße auf. Diesen Spätsymptomen geht ein Absterben der Feinwurzeln und ihres Mykorrhizamantels sowie der Grobwurzeln voraus. Untersuchte Wurzeln weisen nekrotische Flecken und Deformationen auf. Aus infizierten Wurzeln konnten auch noch unbekannte *Phytophthora*-Arten isoliert werden. Sekundärschäden findet man häufig sehr früh durch den Befall mit dem Eichenprachtkäfer und relativ spät mit dem Hallimasch. Die Krankheit wird begünstigt durch Änderungen der Umweltbedingungen wie langfristige Störungen der Wasserversorgung z. B. durch Flußregulierungen, kurzfristige Dürreperioden oder athmogene Stressoren.

Phytophthora-Arten als Verursacher werden auch angenommen beim „plötzlichen Eichentod“ in Kalifornien, bei dem *Quercus agrifolia* (lire oak) und *Q. kelloggii* (black oak) sowie *Lithocarpus densiflorus* (tan oak) betroffen sind.

Besonders prädisponiert durch ihr Wachstum an Wasserläufen ist die Erle. Vor allem in Südengland tritt das „Erlensterben“ vermehrt auf. Es werden weniger und kleinere Blätter gebildet, sie fallen vorzeitig ab, der Stammanlauf zeigt einen Ausfluß, unter der Rinde treten dort Verfärbungen auf. Als Verursacher tritt eine *P. cambivora*-ähnliche Art auf, die eine Kreuzung oder eine neu aufgetretene Mutante sein könnte. Stark wechselnde Wasserstände im Bereich der Rhizosphäre können die Infektion über die Wurzeln begünstigen, da dabei leicht Verletzungen an Feinwurzeln auftreten. Eine Bekämpfung ist bisher nicht möglich.

## 2.4 Rindenerkrankungen

Einige Rindenkrankheiten werden als Krebs bezeichnet, obwohl das Gewebe nicht das dafür typische ungeordnete Wachstum zeigt. Es handelt sich meist um einen chronischen Verlauf einer Rindeninfektion, bei der das Wirtsgewebe durch Wundkalluswachstum versucht, die Infektionsstelle zu schließen. Der Erreger setzt sich aber schließlich durch und vergrößert die Wunde noch, wodurch wiederum Überwallungsversuche ausgelöst werden. In der Mitte des Infektionsortes stirbt Gewebe ab, es entsteht ein Krater, während am Rande eher eine Aufwölbung entsteht.

### 2.4.1 *Lachnellula willkommii* (Lärchenkrebs, larch canker, Ascomycetes)

Der Lärchenkrebs entspricht dem chronischen Typ einer Rindenerkrankung. Der Pilz wächst nur in lebendem Gewebe und infiziert häufig Kurztriebe oder tritt in Zusammenhang mit einem Käfer- oder Mottenfraß auf. An der Infektionsstelle sterben Zellen der Rinde und des Kambiums ab, worauf in der nächsten Saison in diesem Bereich kein Holz und Bast produziert werden. Am Rande wird vermehrt Abwehrgewebe produziert, das aber vom Pilz schon im folgenden Winter überwunden wird und nun eine weitere Zone Kambium und Rinde abstirbt. Das Gewebe im Zentrum stirbt ab und verfärbt sich schwarz, zusätzlich tritt Harzfluss auf. Infektionen an Ästen führen zum Triebsterben, der Übergang auf den Stamm - wobei im Zentrum der Astrest noch lange zu sehen ist - führt zu seiner erheblichen Entwertung.

Betroffen ist meist die Europäische Lärche und bestimmte Hybriden. Deutliche Provenienzunterschiede in der Empfindlichkeit gegen *Lachnellula* bieten die Chance, relativ resistente Herkünfte auszuwählen. Lärchen aus hohen Alpenlagen gelten als besonders empfindlich, während einige Karpatenherkünfte weitgehend resistent sind. Begünstigt wird die Erkrankung außerdem durch luftfeuchte Lagen, auch im Bestandesinnern. Auf klimatische Einflüsse deutet auch das Auftreten regelrechter Krebsjahre hin. Auch innerhalb einer Herkunft kann je nach Standort eine große Variation der Schadstärke gefunden werden. Falls zu große Schäden aufgetreten sind, sollte besser auf die Japanische Lärche, auf die Hybridlärche „*eurolepis*“ oder auf Sudetenherkünfte ausgewichen werden.

### 2.4.2 *Potebniamyces coniferarum* (Rindenschildkrankheit der Douglasie, Phomopsis disease, Ascomycetes)

Diese Erkrankung der Douglasie, seltener der Japanischen Lärche, zeigt unterschiedliche Symptomatik, je nach Alter des Wirtes. Wird eine ein- bis siebenjährige Douglasie über eine Wunde infiziert, stirbt oberhalb der Infektionsstelle der Gipfeltrieb ab, wenn die Infektion den Stängel umfaßt. Bei älteren Pflanzen führt der Befall von Seitenzweigen, die schon unter Druck stehen, zum Absterben dieser Zweige, doch die Erkrankung kann auch auf den Hauptsproß übergehen und dort auf einer Länge von ca. 15 cm das Stämmchen umfassen, worauf der obere Teil ebenfalls abstirbt. Besonders gefährdet sind Pflanzen, die nach dem Verschulen unter Wassermangel leiden. Ältere Bäume, die über Wunden oder z. B. Rindenrisse nach Schneelast infiziert werden, zeigen fast ausschließlich rautenförmige Rindennekrosen. Eine schildförmige Fläche von ca. 15 cm mal 7,5 cm stirbt schnell ab. An den Rändern wird sie durch Kallusbildung angehoben und verbleibt noch am Stamm. Selten kann die Wunde geschlossen werden. Bei der Japanischen Lärche kann noch Harzfluß hinzukommen. Unter der Rinde werden relativ selten schwarze Apothecien gebildet. Schwarze Pyknidien der Nebenfruchtform mit einem Durchmesser von 0,3 mm bis 1 mm werden häufig gefunden.

Manchmal treten in Baumschulen große Schäden auf. Die befallenen Pflanzen sollten dann verbrannt werden. Von verschiedenen Douglasienherkünften erwies sich die grüne (*viridis*) Küstenform als die empfindlichste.

### 2.4.3 *Melampsorella caryophyllacearum* (Tannenkrebs, witches' brooms and canker of *Abies alba*, Heterobasidiomycetidae)

Der zu den Rostpilzen gehörende Tannenkrebs zeigt einen obligaten Wirtswechsel: die Tanne ist der Haplontenwirt, auf dem die Basidiosporen keimen, als Dikaryontenwirt dienen Caryophyllaceen, z. B. *Cerastium* und *Stellaria*. Die Basidiospore infiziert einen jungen Trieb im Mai bis Juni, worauf nach Kurzem der Pilz systemisch in der Tanne über Jahre vorhanden ist. Im nächsten Jahr bildet sich an dem Zweig eine Anschwellung, an der hormonell induziert alle Proventivknospen austreiben und aufrechte, dicht verzweigte Triebe (Hexenbesen) bilden. Die Nadeln sind dort kleiner und gelbgrün. Auf ihrer Unterseite bilden sich in zwei Reihen becherförmige Aecidien mit einer gelben Sporenmasse. Die Nadeln werden im Herbst gelb und fallen ab. Im nächsten Jahr werden an den neuen Nadeln am Hexenbesen wieder Aecidien entstehen. Die Aecidiosporen können nur auf einem Wirt einer anderen Art keimen (Dikaryontenwirt). Dort werden dann Uredo-, Teleuto- und schließlich evtl. schon auf dem abgestorbenen Wirt Basidiosporen gebildet.

Geht der Pilz auf den Hauptstamm über, so bildet sich ein von Jahr zu Jahr vergrößernder, stammumfassender Krebs (Rädertanne), der eine Entwertung des Stammes darstellt, weil er auch als Eintrittspforte für holzabbauende Pilze gilt. Da die Hexenbesen etwas frostempfindlich sind, sterben sie gelegentlich vorzeitig ab. Bei einem massenhaften Auftreten der Hexenbesen kann eine Tanne gelegentlich aus diesem Grund absterben. Ansonsten besteht in den Hexenbesen die Gefahr, über 15 bis 20 Jahre als immer neue Infektionsquelle zur Erhaltung des Wirtswechsels zu dienen. Begünstigend für die Erkrankung wirken feuchte klimatische und edaphische Bedingungen. Neben *Abies alba* wird auch eine große Zahl anderer Tannenarten befallen. Als Maßnahme gegen die Erkrankung wird die frühe Entnahme der befallenen Bäume empfohlen.

### 2.4.4 *Melampsora pinitorqua* (Kieferndrehrost, pine twisting rust, Heterobasidiomycetidae)

Dieser Rostpilz befällt zwei Baumarten: Die Kiefer ist der Haplontenwirt, auf dem Pykno- und Aecidiosporen gebildet werden, während auf Pappelblättern Uredo-, Teleuto- und Basidiosporen entstehen. Die Schäden an der Pappel (vorwiegend *Populus tremula*, seltener *P. alba*) sind gering, da es erst spät in der Vegetationsperiode zu vorzeitigem Blattfall kommt. Bei der Kiefer entstehen am Maitrieb Läsionen, die bei triebumfassender Ausbreitung zur Welke und zum Herunterhängen des vertrockneten Triebes führen. Bleibt die Läsion einseitig begrenzt, wächst der Trieb auf der gegenüberliegenden Seite weiter, was zu seiner Krümmung nach unten führt. Anschließend richtet er sich durch geotropes Wachstum wieder auf, so daß eine S-förmige Krümmung entsteht. Diese kann mehrere Jahre erhalten bleiben; es kann dort zu einer mehrgipfeligen Verzweigung kommen. Die Differentialdiagnose zu von Insekten verursachten ähnlichen Schäden besteht in der Identifikation von im Frühsommer erscheinenden gelben Aecidiosporenlagern. Auf der Kiefer ist der Verlauf nur einjährig, während der Pilz auf der Pappel an den Knospenschuppen überwintert und jedes Jahr die für die Kiefer infektiösen Basidiosporen bildet. Die Erkrankung kann nur zu ernsthaften Schäden führen, wenn ein Sicherheitsabstand zwischen den verschiedenen Wirten von ca. 500 m nicht eingehalten wird.

#### 2.4.5 *Cronartium flaccidum* / *Endocronartium pini* (Kiefernringenblasenrost / Kienzopf, blister rust / resin top, Heterobasidiomycetidae)

Die Symptome, die diese beiden Rostpilze an zweinadligen Kiefern verursachen, sind nicht zu unterscheiden. Während *Endocronartium* mehr im nördlichen Europa vorkommt, findet man *Cronartium* zusätzlich im Rest von Europa, in Rußland und in Japan. Gefährdet ist vor allem die heimische Kiefer, die Pilze befallen aber auch *P. halepensis*, *mugo*, *nigra*, *pinaster* und *pinea*. Wenn ein Pilz haftend eine Kiefer infiziert hat, bilden sich vorwiegend an den Astquirlen des Haupttriebes orangegelbe Aecidienblasen. Die bei *Cronartium* auf einem Zwischenwirt (meist *Vincetoxicum officinalis*), bei *Endocronartium* aber wieder ohne Einschaltung eines Zwischenwirtes direkt auf *Pinus* keimen. Es kommt an der Infektionsstelle zu partiellen Kambiumschäden; oberhalb stirbt die Krone ab, unterhalb bleibt sie noch für einige Zeit gesund. Danach kommt es zum Harzfluss und zur Verkiebung der Rinde und des Holzes. Cytologische Untersuchungen ergaben, daß die Aecidiosporen bei *Endocronartium* entgegen dem normalen Entwicklungsschema haploid sind und somit auch hier die Kiefer ein Haplontenwirt ist.

Die größten Verluste treten bei 30 – 40-jährigen Kiefern auf. Vorbeugend sollte frühzeitig durchforstet und die erkrankten Bäume entfernt werden.

#### 2.4.6 *Cronartium ribicola* (Weymouthskiefernblasenrost, white blister rust, Herterobasidiomycetidae)

Der „Strobenrost“ ist ein obligat wirtswechselnder Rostpilz, der als Haplontenwirt 5-nadlige Kiefern und als Dikaryontenwirt Ribesarten, vor allem Schwarze Johannisbeere und Stachelbeere, befällt. Der Pilz hat seine ursprüngliche Heimat im sibirischen und alpinen Raum, wo er *Pinus cembra* und *P. peuce* infiziert, aber kaum schwerwiegende Erkrankungen verursacht. An der in Nordamerika beheimateten Strobe wurde der Pilz das erste Mal im Jahr 1887 in Europa gefunden und begrenzt seither deren Anbau hier. In die USA wurde die Krankheit im Jahre 1900 mit Vermehrungsgut aus Deutschland eingeschleppt und hat dort große Schäden verursacht. Neben *Pinus strobus* wird dort vor allem *P. monticola* befallen.

Auf Ribesarten werden blattoberseits Uredosporen gebildet, die vom Wind maximal ein km verbreitet werden und neue Ribespflanzen befallen können. Blattunterseits entstehen gegen Herbst Teleutosporenlager, in denen dann auch Basidiosporen entstehen, die noch im selben Jahr Kiefernadeln über die Stomata infizieren. Ungefähr drei Monate nach der Infektion zeigen die Nadeln kleine Verfärbungen. An der Basis dieser Nadeln schwillt die Rinde am Sproß an. Zwei bis vier Jahre nach der Erstinfektion druchbrechen weiße Aecidienblasen die Oberfläche des Sprosses, die dann orangefarbene Aecidiosporen entlassen. Diese können bis 100 km weit verbreitet werden und nur Ribes-Pflanzen infizieren. Breitet sich der Pilz sproßumfassend in der Kiefer aus, stirbt der betroffene Zweig schnell ab. Wird der Hauptsproß erreicht, kommt es zum Einsinken und Aufreißen der Rinde sowie zu Harzfluß. Unter rotbrauner Verfärbung der Nadeln stirbt der Baum ab.

Die Krankheit kann vermieden werden, wenn die Wirte räumlich getrennt angepflanzt werden oder im Falle von *Ribes* mit rostresistenten Sorten. Das Ausreißen von Ribesarten in der Umgebung von Weymouthskiefern bedeutete in Europa ein zu starker Eingriff in das Ökosystem, nur um einen „exotischen“ Baum zu kultivieren. Eine natürliche Maßnahme bestünde in einer relativ langen Kultur im Dichtstand, die zum Abstoßen der unteren Äste führt, die oft Eintrittspforte für eine Infektion sind. Ansonsten müssen Bäume mit Infektionen frühzeitig entfernt werden.

#### 2.4.7 *Cryptodiaporthe populea* (Rindenbrand der Pappel, bark nekrosis of poplar, Ascomycetes)

Dieser Pilz infiziert eine Pappel meist über Wunden, z. B. von Hagelschlag, aber auch über Lenticellen, Knospen und Blattnarben. Es sind mehrere Stämme mit unterschiedlicher Wirtsspezialisierung bekannt. Es bildet sich bald eine schildförmige Nekrose, die im Anfangsstadium zu überwallen versucht wird. Meist ist der Pilz nur einjährig vorhanden, es kann aber auch im nächsten Jahr die Wundperidermbarriere überwunden werden. Die selten zu findenden Perithezien sind fast vollständig in das Wirtsgewebe eingesenkt. Als Nebenfruchtform werden Pyknidien gebildet, die von März ab bis zum Herbst farblose Konidien bilden und nach deren Entleerung schwarze, 2 mm große Krater hinterlassen. An jungen Pflanzen führt ein fortgeschrittenes Stadium zum Absterben von Zweigen und auch des Gipfeltriebs. Bei alten Bäumen entsteht hauptsächlich an Astabsprünge das Symptom des „Braunfleckenrindes“: Es handelt sich um handtellergroße, elliptische, eingesunkene Rindennekrosen, die deutlich auf dem Kambium unter der Rinde sichtbar sind. Besonders bei Wassermangel können diese Bäume absterben.

Es hat sich gezeigt, daß bestimmte Klone und Arten bzw. ihre Hybriden sehr unterschiedlich resistent gegen diese Erkrankung sind, so daß die beste vorbeugende Maßnahme die richtige Sortenwahl ist. So gilt z. B. die Hybride "Robusta" von *Populus nigra* als wenig resistent, während die Arten *P. balsamifera*, *deltoides*, *trichocarpa* und ihre Hybriden sehr widerstandsfähig sind.

#### 2.4.8 *Cryphonectria parasitica* (Kastaniensterben, chestnut blight, Ascomycetes)

Dieser ursprünglich in Asien beheimatete Pilz ist 1938 aus Amerika nach Europa eingeschleppt worden. Über Italien, die Schweiz und Frankreich ist er auch 1992 in Deutschland als Verursacher dieser gefährlichen Rindenkrankheit der Eßkastanie identifiziert worden. Während er in Nordamerika fast zum Aussterben der *Castanea dentata* geführt hat, befällt er in Europa hauptsächlich *C. sativa*; *Quercus pubescens*, *petraea* und *ilex* zeigen nur gelegentlich einen schwachen Befall. Infiziert wird die Rinde über Wunden, worauf sie sich verfärbt und einsinkt. In der Folge stirbt das Kambium ab, die Rinde reißt auf, der Holzkörper wird freigelegt.

Als Nebenfruchtform fungieren ockerfarbene Pyknidien, die stäbchenförmige Konidien bilden. Ebenso gefärbte Perithezien entstehen in Gruppen und setzen im Sommer bis zum Herbst Ascosporen frei., die z. B. von Vögeln weit verschleppt werden können. Ein weiteres sicheres Symptom ist ein cremefarbenes, flächiges Mycel unter der Rinde. Stirbt ein befallener jüngerer Ast ab, ist die Krankheit in diesem Teil des Baumes überwunden. Am Stamm findet man jedoch einen mehrjährigen Verlauf. Das Absterben von Teilen der Krone ist begleitet von der Produktion von Welketoxinen. Die anfangs gelb und dann braun werdenden Blätter bleiben am Zweig hängen. Ein befallener Baum kann eine abgestorbene Krone besitzen, aber durch Stockausschlag noch einige Zeit überleben.

Man hat Stämme dieses Pilzes gefunden, die eine stark verminderte Pathogenität (Hypovirulenz) aufweisen. Es handelt sich dabei um eine Infektion mit einem Hypovirus, die auf virulente Formen übertragbar ist. Zur Rettung einer wertvollen Kastanie kann die Beimpfung mit einem hypovirulenten Stamm (der gleichen Kompatibilitätsgruppe) eingesetzt werden. In Gebieten, in denen die Kastanie wirtschaftlich genutzt wird, versucht man, resistente Pflanzen zu züchten. Bei befallenen Beständen sollten die erkrankten Bäume entfernt werden, da sie eine ständige Infektionsquelle darstellen.

### 2.4.9 *Xanthomonas populi* (Bakterienkrebs der Pappel, bacterial canker of poplar, Bacteriophyta)

Der Pappelkrebs ist die bedeutendste Erkrankung der Pappel. An Zweigen und am Stamm treten krebsige Wucherungen auf, die am Stamm viele Jahre alt werden können. An jungen Zweigen tritt nach der Infektion aus Rindenrissen ein Exsudat aus, in dem auch die Bakterien nachgewiesen werden können. Durch z. B. Regentropfen können die Bakterien im Bestand verbreitet werden. Die Infektion gelingt über Narben von Knospenschuppen und Blättern, wenn z. B. durch andere Erkrankungen ein vorzeitiger Blattfall stattfindet. Versuche der Überwallung und Abgrenzung mittels Kallusgewebe werden durch die Bakterien immer wieder gestört. Der Krebs etabliert sich dann gut, wenn das Kambium erreicht ist. Bei der Verbreitung im Wirt können Fraßgänge von Insekten hilfreich sein. Junge Zweige sterben in der Folge bald ab.

In ihrer Empfindlichkeit gegen diese Erkrankung zeigen verschiedene Pappelarten bzw. –klone große Unterschiede. So ist *Populus nigra* kein Wirt, einige Klone von *P. canescens* und *tremula* sind resistent, während die Hybride „Brabantica“ und „Grandis“ hoch anfällig sind. Durch frühzeitiges Entfernen erkrankter Bäume und die richtige Sortenwahl kann die Krankheit gut unter Kontrolle gehalten werden.

## 2.5 Blatt- und Nadelerkrankungen

Unter den Blatt- und Nadelerkrankungen werden solche durch pathogene Organismen verursachte Veränderungen verstanden, die ihre Hauptsymptome an diesen Organen entwickeln. Es werden also nicht jene erwähnt, die bei anderen Erkrankungen auch Symptome an den Blättern oder Nadeln zeigen, wie z. B. der Tannenkrebs, der verkleinerte gelbliche Nadeln am Hexenbesen trägt. Der für Blatterkrankungen typische Komplex von Symptomen kann auch an Zweigen, an denen diese Blätter sitzen, pathologische Erscheinungen zeigen (z. B. beim Mehltau).

Beim Blatt liegen ähnliche Verhältnisse vor wie beim Keimling, wenn man den Anteil lebender Zellen mit dem in Geweben der Wurzel oder des Sprosses vergleicht. Es sind auch hier schnellere Reaktionen z. B. der Abwehr eines Pathogens zu erwarten nicht nur deswegen, weil sich bei sommergrünen Laubgehölzen mehrjährige Verläufe ausschließen. Einige Symptome, vor allem solche, die mit Farbveränderungen am Blatt einhergehen, können prinzipiell auch von abiotischen Faktoren wie Frost, Luftschadstoffen, Wasser- oder Mineralstoffmangel verursacht werden. In diesen Fällen ist eine Differentialdiagnose notwendig, um die eine oder die andere Ursache auszuschließen. Das Auftreten von Fruchtkörpern, möglicherweise auch erst auf der abgefallenen Nadel, ist dann der sicherste Hinweis auf einen pathogenen Organismus.

### 2.5.1 *Microsphaera alphitoides* (Eichenmehltau, powdery mildew of oaks, Ascomycetes)

Als sog. „echter“ Mehltau bildet der Pilz ein Mycel auf dem Blatt aus, von dem aus Haustorien in die Wirtszellen entsandt werden. *M. alphitoides* ist der wichtigste unter einer Reihe von Pilzen mit ähnlichen Symptomen. Schäden sind vor allem bedeutend in Baumschulen im Saatbeet, an frisch gepflanzten Jungpflanzen sowie an



Stecklingsvermehrung. In Europa trat der Pilz erstmals im Jahre 1907 epidemisch in Frankreich auf.

Befallen werden überwiegend junge Blätter, manchmal auch die jungen Achsen. Frühe Symptome sind zimtfarbene Flecken auf dem Blatt, die sich schnell ausbreiten. Kurz danach ist das Blatt von einem weißen Mycel überzogen, auf dem sich bald zusätzlich ein weißer Puder von Konidien bildet. Die Blattränder rollen sich später ein, das Blatt wird braun und fällt vorzeitig ab. Im Herbst bilden sich vor allem nach heißem Sommer braune bis schwarze Kleistothecien mit einem Durchmesser von 0,1 bis 0,2 mm. Die Ascosporen kommen neben Mycel unter den Knospenschuppen für eine Überwinterung in Frage, da die Konidien nur kurzlebig sind.

Der empfindlichste Wirt ist *Quercus robur*, gefolgt von *Q. petraea*. Bei beiden sind aber sehr junge Blätter besonders empfindlich, was sich schnell mit dem Alter ändert. Gelegentlich tritt die Erkrankung auch an Buche und Eßkastanie auf. Maßnahmen gegen die Erkrankung sind nur bei der Vermehrung notwendig, da im Normalfall nur der Johannistrieb und Stockausschläge befallen werden.

### **2.5.2 *Herpotrichia juniperi*** (Schwarzer Schneeschimmel, black snow mold, Ascomycetes)

Dieser Ascomycet verursacht bedeutende Schäden an *Picea abies*, *Pinus sylvestris* und *Abies alba* nur in der montanen Region unter mehrwöchiger Schneebedeckung. Er kann gelegentlich auch auf *Picea engelmannii*, *P. omorica* und *Juniperus* vorkommen. Die Schäden sind am größten in Baumschulen und an frisch gepflanzten jungen Bäumen. Der Pilz wächst noch bei Temperaturen von 0° C bis 3° C anfangs epiphytisch mit einem grauen Mycel die Nadeln einhüllend. Später dringen Haustorien in die Nadeln ein – sie verfärben sich braun. Das Mycel wird dann dunkelbraun bis schwarz, dickwandig und trockenresistent. Es werden mehrere Zweige oder ganze Bäumchen eingehüllt. An diesem Mycel bilden sich gleichfarbige Perithechien. Nach der Schneeschmelze stellt der Pilz das Wachstum ein, die Nadel-Mycelmasse verbleibt noch am Zweig. Er wird dann anschaulich auch „Kuhfladenschimmel“ genannt. Je nach Ausdehnung der Infektion können Zweige oder ganze Pflanzen absterben. In der Natur gibt es keine Möglichkeit seiner Bekämpfung. In einer Baumschule könnte man die Pflanzen vor zu langer Schneebedeckung schützen. Möglicherweise ist der Pilz für das Fehlen der Fichte und z. B. *Pinus mugo* oberhalb einer bestimmten Höhe im Gebirge verantwortlich.

### **2.5.3 *Phacidium infestans*** (Weißer Schneeschimmel, white snow mould, Ascomycetes)

Wie der Schwarze ist auch der Weiße Schneeschimmel ein Saisonparasit, der sich nur im Wirt im Winter ausbreitet, wenn vom Baum keine Gegenwehr erfolgen kann. Die Primärinfektion mit Ascosporen gelingt an Nadeln im Herbst, bevor die Pflanze einschneit. Die Nadeln verfärben sich im Frühjahr gelb, dann über den Sommer braun und hellgrau im Herbst, wobei sie brüchig werden. Es bilden sich nun Apothecien, die durch die Epidermis brechen. Nach einem weiteren Winter sind die Nadeln zusammen mit kleinen Zweigen oder auch ganze Jungpflanzen (Naturverjüngung) abgestorben. Ältere Pflanzen sterben erst nach mehrmaligem Befall.

In den Alpen ist *Pinus cembra* („Arvenschneepilz“), in Skandinavien *P. sylvestris* („Schneeschütte“) betroffen. Als vorbeugende Maßnahme wird empfohlen, Arven nicht in sehr schneereichen Lagen aufzuforsten und zusätzlich zur Behinderung der Ausbreitung des Pilzes einen weiten Pflanzabstand zu wählen.

#### **2.5.4 *Lophodermium seditiosum*** (Kiefernscütte, needle cast of scots pine, Ascomycetes)

Wirtschaftliche Bedeutung hat diese Infektionskrankheit nur für *Pinus sylvestris*, auch wenn Erkrankungen an *P. cembra*, *mugo* und *nigra* vorkommen. In Arbeiten vor 1978 wurden die Symptome der Kiefernscütte *Lophodermium pinastri* zugeschrieben. Taxonomische, ökologische und biologische Untersuchungen zeigten, daß insgesamt vier *Lophodermium*-Arten auf Kiefernadeln gefunden werden können, wobei *L. pini-excelsae* nur saprophytisch lebt, *L. conigenum* nur auf abgestorbenen Nadeln abgebrochener oder abgeschnittener Äste vorkommt, *L. pinastri* auf abgestorbenen Nadeln in der Streu existiert und nur *L. seditiosum* gesunde, vorjährige Nadeln durch die Epidermis infiziert. Betroffen sind junge Pflanzen in der Baumschule sowie Anpflanzungen mit abnehmender Schädigung bis zum Alter von zehn Jahren. Die Nadeln werden fast ausschließlich durch Ascosporen infiziert, wonach je haftender Infektion ein sehr kleiner heller Fleck entsteht. Die Flecken vergrößern sich und die Nadeln werden braun. Meistens sind ganze Gruppen gleich alter Nadeln betroffen. Sie beginnen im folgenden Winter bis in den Mai hinein abzufallen. Im Sommer bilden sich auf den Nadeln am Boden schwarze, ovale, 1 mm – 1,5 mm lange Apothecien. Kritisch wird die Erkrankung für Pflanzen in der Dickungsphase bei nassem Sommer und Befall in zwei aufeinander folgenden Jahren.

Eine Prophylaxe besteht in der Auswahl von widerstandsfähigen Herkünften, der Vermeidung zu feuchter Lagen und der Gewährleistung einer guten Durchlüftung der Pflanzbestände durch einen größeren Pflanzabstand und entfernen von Unkraut.

#### **2.5.5 *Phaeocryptopus gäumannii*** ( Rußige Douglasenschütte, swiss needle cast of douglas fir, Ascomycetes)

Dieser Pilz ist der Douglasie aus seiner Heimat nach Europa gefolgt, wo er seit 1925 bei 10 – 40-jährigen Bäumen häufig vorkommt. Die jüngsten Nadeln werden ab Mai über die Stomata durch Ascosporen infiziert. Das Mycel breitet sich im Nadelgewebe aus und überwintert dort. Im Frühjahr erscheinen kleine, punktförmige, schwarze Perithechien aus den Spaltöffnungen, die dann wie diese linienförmig angeordnet sind. Die Sporen fliegen von Mai bis Juli ab. Es können auch im zweiten und dritten Jahr noch weitere Fruchtkörper entstehen, aber die Produktion von Sporen nimmt im Vergleich zum ersten Jahr stark ab. Schließlich erscheint die Nadelunterseite durch die dicht stehenden Perithechien rußig. Anschließend vergilben die Nadeln und fallen ab, was bei weniger anfälligen Bäumen sich sehr verzögern kann. Einzelne Douglasien zeigen eine gewisse Resistenz, jedoch bei allen Rassen in gleicher Weise.

Begünstigend für diese Erkrankung wirken hohe Sommerniederschläge sowie ein zu dichter Pflanzabstand und damit einhergehende Luftfeuchte im Bestand. Die Schäden durch diese Krankheit sind nicht sehr gravierend, da meistens nur die unteren Äste betroffen sind, es sei denn, es handelt sich um Weihnachtsbaumkulturen (USA).

### 2.5.6 *Rhabdocline pseudotsugae* (Rostige Douglasienschütte, rusty needle cast of douglas fir, Ascomycetes)

Ernster in ihrer wirtschaftlichen Bedeutung ist die im Jahre 1922 aus Nordamerika eingeschleppte rostige Douglasienschütte zu beurteilen, da bei ihr in einem einjährigen Verlauf die Nadeln absterben. Es werden jüngste Nadeln von Bäumen bis zu einem Alter von 30 Jahren im Frühjahr infiziert. Im Sommer bis zum Herbst entwickelt sich durch hellgrüne Flecken eine Marmorierung; die Flecken verfärben sich über orange-gelb im Winter rotbraun. Ab April werden auf der Nadelunterseite 0,3 mm mal 3 mm große braune Apothecien unter der Epidermis angelegt. Sie durchbrechen dann die Epidermis und geben die Ascosporen bis Juli frei. Die sich neu entfaltenden Knospen können schon infiziert werden. Anschließend fällt die dann völlig braun gewordene Nadel ab. Oft ist der gesamte Nadeljahrgang betroffen, was bei Weihnachtsbaumkulturen einen großen Schaden bedeutet. Da nur die Varietäten *caesia* und *glauca* von *Pseudotsuga* stark anfällig sind, kann man auf die resistendere grüne (*viridis*) ausweichen. Bei entsprechenden Untersuchungen konnten auch unter den erstgenannten Formen resistente Individuen ausgelesen werden. Auch bei dieser Douglasienschütte begünstigt der Engstand die Erkrankung.

### 2.5.7 *Coleosporium seneciones* (Kiefernadelblasenrost, needle rust of scots pine, Heterobasidiomycetidae)

An dieser Erkrankung zweinadliger Kiefern sind drei Arten beteiligt (*C. senecionis*, *tussilaginis* und *campanulae*), deren Symptome an der am häufigsten befallenen *Pinus sylvestris* nicht zu unterscheiden sind. Der Dikaryontenwirt ist bei *C. campanulae* eine Glockenblume oder die Teufelskralle, bei *C. tussilaginis* der Huflattich und bei *C. senecionis* ein Kreuzkraut, also jeweils Angehörige unterschiedlicher Familien.

Basidiosporen infizieren im Herbst diesjährige Nadeln, worauf im nächsten Sommer Aecidiosporenlager entstehen. Es sind rotgelbe, 1 mm bis 3 mm große, aus der Epidermis noch grüner Nadeln hervorbrechende Blasen. Bei deren Reife quellen die Sporen als gelbes Pulver hervor. Diese dikaryontischen Sporen keimen dann auf den jeweiligen krautigen Zwischenwirten und bilden dort Uredo-, Teleuto- und auch Basidiosporen. Letztere keimen überwiegend auf Jungpflanzen in der Baumschule oder im Forst, es sind aber keine Maßnahmen notwendig.

### 2.5.8 *Chrysomyxa abietis* (Fichtennadelrost, needle rust of spruce, Heterobasidiomycetidae)

Dieser Rostpilz gehört zu einer Gruppe von Pilzen, die auf der Fichte ganz ähnliche Symptome zeigen wie der Kiefernblasenrost, wobei *C. abietis* der am häufigsten an der Fichte vorkommende Rostpilz ist. Sie unterscheiden sich am besten an ihren Zwischen- (Dikaryonten-) Wirten. *C. rhododendri* keimt mit Aecidiosporen auf der Alpenrose und ist dadurch auf den Alpenraum beschränkt, *C. ledi* hat einen Wirtswechsel mit der recht seltenen Ericaceae *Ledum palustre* mehr im Nordosten unseres Gebietes, während *C. abietis* auf die Ausbildung von Aecidio- und Teleutosporen verzichtet, dafür aber auf der Fichtennadel wulstartige goldgelbe Teleutosporenlager bildet, in denen dann auch Basidiosporen entstehen. *C. abietis* zeigt also keinen Wirtswechsel.

Die Basidiosporen infizieren im Frühjahr über die Stomata die Nadeln. Im Juni bis Juli verfärben sie sich zonenartig gelb bis zitronengelb und später dunkler gelb. Die im Spätsommer sich bildenden Teleutolager entlassen erst im nächsten Frühjahr Basidiosporen, wonach die nun vorjährigen Nadeln absterben und bald abfallen. Da diese Erkrankung recht sporadisch auftritt, wird sie nicht als gefährlich eingestuft.

### **2.5.9 *Apiognomonia veneta* (Blattbräune der Platane, leaf spot of plane, Ascomycetes)**

Die in Europa am häufigsten gepflanzte Platane (als Alleebaum oder in Parks), eine Kreuzung aus *Platanus orientalis* und *P. occidentalis*, ist besonders empfindlich gegen die Blattbräune, vor allem nach einem feucht-kühlen Frühjahr. Auffallend sind, ähnlich der Blattbräune der Buche, unregelmäßig geformte, von den Blattadern begrenzte braun werdende Flecken. Auch hier können bei aggressivem Verlauf junge Triebe befallen werden und absterben, zusätzlich aber auch am Stamm Rindennekrosen auftreten. Auf den vorzeitig abfallenden Blättern entwickeln sich dann schwarze Perithezien, deren Ascosporen im Frühjahr junge Blätter über kleine Läsionen infizieren. Da eine Infektion aber auch über die im Sommer gebildeten Konidien vollzogen werden kann, ist als prophylaktische Maßnahme das Entfernen des abgefallenen Laubs alleine nicht ausreichend. Meist bleibt die Krankheit auf einen zeitlich begrenzten Blattfall eines Teils der Blätter im späten Frühjahr beschränkt, so daß auch eine jährliche Wiederholung keine schweren Schäden verursacht.

### **2.5.10 *Apiognomonia errabunda* (Blattbräune der Buche, leaf spot and dieback of beech, Ascomycetes)**

Der Pilz verursacht unregelmäßig gezackte, von den Blattadern begrenzte Nekrosen. Auf den abgefallenen Blättern können sich schwarze Perithezien bilden. Bei starkem Befall können auch junge Triebe absterben. Obwohl der Pilz als Saprophyt weit verbreitet ist, kommt es nur im Abstand von einigen Jahren zu einer parasitischen Epidemie. Auffällig ist dann eine gleichzeitige Massenentwicklung gallbildender Insekten, die möglicherweise eine Vektorfunktion übernehmen. Eine weitere Voraussetzung ist ein extrem feuchtes Frühjahr.

### **2.5.11 *Rhytisma acerinum* (Ahornrunzelschorf oder Teerfleckenkrankheit, tar spot of sycamore, Ascomycetes)**

Die jungen Blätter hauptsächlich des Bergahorn werden im April/Mai über die Stomata durch Ascosporen infiziert. Unter der oberen Epidermis bildet sich im Laufe des Sommers ein ca. 1,5 cm großes Sklerotium, das sich allmählich schwarz färbt. Auf den (nicht vorzeitig) abgefallenen Blättern entstehen Ascosporenlager, die im Frühjahr aufbrechen, Sporen zur Neuinfektion freilassen und dem Teerfleck ein runzeliges Aussehen geben. Die Zahl der Flecken pro Blatt hängt vom Infektionserfolg der Ascosporen ab. Notwendig ist vor allem ein Wasserfilm auf dem Blatt und das Vorhandensein alter befallener Blätter. Außerdem ist der Pilz empfindlich gegen Luftschadstoffe, vor allem Schwefeldioxid. Höhere jährliche durchschnittliche Konzentrationen von mehr als 85 – 90  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  Luft verhindern die Infektion. Außer dem optischen Effekt ist die Krankheit für einen Bergahorn nicht gefährlich.

Werden auf Ahornblättern schwarze Flecken mit einer Größe von nur 1 mm bis 5 mm gebildet, handelt es sich um *R. punctatum*, dessen Ontogenie aber in gleicher Weise abläuft.

### 2.5.12 *Drepanopeziza punctiformis* (Marssonina-Krankheit der Pappel, leaf spot disease of poplar, Ascomycetes)

Symptome dieser Erkrankung der Pappel sind dunkelbraune nekrotische Flecken mit einem Durchmesser bis zu einem mm auf den Blättern, seltener auch auf den Grünen jungen Zweigen. In Pusteln auf den Flecken werden Konidien produziert (Nebenfruchtform *Marssonina*). Im Endstadium sind die Blätter übersät mit Flecken, sie vergilben, welken und fallen noch im Sommer ab. Auf den überwinterten Blättern bilden sich ab Mai Apothecien. Bei wiederholtem Befall in aufeinanderfolgenden Jahren können einzelne Knospen, Zweige oder junge Pflanzen absterben. Warm-feuchte Witterung im Frühjahr begünstigt die Infektion.

Als Wirte für diese Krankheit kommen *Populus nigra* und ihre Hybriden in Frage (Aigeiros, Tacamahaca). Bestimmte Hybriden, z. B. *P. x canadensis* (Sorte Robusta), sind weitestgehend resistent gegen *Drepanopeziza*, können aber den Rindenbrand der Pappel begünstigen.

### 2.5.13 *Taphrina populina* (Goldfleckenkrankheit der Pappel, leaf blister of poplar, Ascomycetes)

Der Pilz führt zu halbkugeligen konvexen Auftreibungen auf dem Blatt, die auf der Unterseite eine goldgelbe Schicht von Asci zwischen der Epidermis und der Cuticula trägt, während die Oberseite unverändert grün bleibt. Es handelt sich dabei nicht um einen Fruchtkörper, da außer den Asci keine weiteren sterilen Hyphen beteiligt sind. Die Ascosporen überwintern auf den Knospenschuppen und infizieren sofort die sich neu entfaltenden Blätter. Befallen werden *Populus nigra* sowie häufig gepflanzte Klone von Hybriden. Der Klon „Robusta“ erwies sich in Tests als resistent. Die Schäden sind in aller Regel gering, so daß keine Gegenmaßnahmen erforderlich sind.

Schwerwiegender ist die Kräuselkrankheit des Pfirsich mit ähnlichen Symptomen zu beurteilen, ausgelöst durch *T. deformans*, da die befallenen Blätter schon im Sommer abfallen.

### 2.5.14 *Gymnosporangium sabinae* (Wacholderrost und Gitterrost der Birne, european pear rust, Heterobasidiomycetidae)

Der wirtswechselnde Pilz zeigt einen Wechsel von der Birne (*Pyrus*) auf *Juniperus*-Arten der Sabina-Gruppe. Auf *Juniperus sabina*, *chinensis*, *virginiana* und *oxycedrus* entstehen spindelförmige Anschwellungen an Ästen und Stamm. Dort bilden sich nur gelbbraune Teleutosporenlager von gallertiger Konsistenz und zum Abschluß ihrer Entwicklung Basidiosporen, die nur auf *Pyrus* (Haplontenwirt) keimen. Dort entstehen auf der Blattunterseite orangerote Flecken und im Sommer kegelförmige, geschlitzte Aecidiosporenlager (Gitterrost). Diese Sporen keimen wieder auf *Juniperus*. Da es bei Birne zu Wertverlusten kommen kann, wird empfohlen, *Juniperus* bis zu einer Entfernung von 500 m von Birnenplantagen fern zu halten. Bei *Juniperus* kommt es höchstens zum Absterben einzelner Zweige.

### 2.5.15 Blattvirosen

Das häufigste und zugleich auffälligste Symptom von Viruserkrankungen bei Bäumen sind "Mosaik" auf dem Blatt, wobei häufig von Blattadern begrenzte, unterschiedlich geformte Aufhellungen (gelb bis weißlich) auftreten. Am bekanntesten sind die Ulmencheckung sowie die Pappel- und Eschenmosaik. Ulmenblätter können hellgelbe Ringe, Bänder oder Flecken aufweisen, seltener kombiniert mit Umrissveränderungen der Blätter. Beim Pappelmosaik

treten Adernaufhellungen und hellgrüne, ungleichmäßig zackenförmige, über das ganze Blatt verteilte Flecken auf. Durch vorzeitiges Vergilben kann es zu Zuwachsverlusten kommen. Es kommen z. T. deutliche Unterschiede in der Empfindlichkeit bei verschiedenen Klonen vor. Das Eschenmosaik zeichnet sich durch Wechsel von unterschiedlich grün (bis gelblich) gefärbten Blattpartien aus, wobei die grünen Stellen blasig aufgetrieben sein können. Die Blätter sind dann kleiner und deformiert. Diese Krankheiten haben eine größere Bedeutung bei jungen Baumschulpflanzen.

## 2.6 Gefäß- und Welkeerkrankungen

Wenn es zum Welken von Pflanzen oder nur Teilen von ihnen kommt, erschlaffen Gewebe infolge von Turgorverlust. Neben abiotischen Ursachen kommen auch biotische in Form von Infektionskrankheiten in Frage, bei denen die Wasseraufnahme oder der –transport blockiert wird sowie der Wasserverlust über die Stomata, z. B. durch die Produktion von Welketoxinen, größer ist als der Nachschub über die Wurzeln. Meist treten zur eigentlichen Welke weitere Symptome, so daß man von einem „Welkesyndrom“ sprechen kann. Die Blätter können sich zusätzlich verfärben, meist als interkostale Chlorose, oder unverfärbt vertrocknen. Sie können danach abfallen oder hängen bleiben, wenn das Trenngewebe nicht entsteht. Häufig tritt auch ein Verbräunen von Gefäßen auf, am besten als dunkle Verfärbung des letzten Jahrringes auf dem Querschnitt zu sehen. Das Kambium kann mit einer verminderten Xylembildung oder als Kompensation mit der Bildung größerer Gefäße reagieren. Als letzte Symptome kommen Absterben von Zweigen, Ästen oder des ganzen Baumes hinzu – es können auch noch kurz vorher Wasserreiser am Stamm gebildet werden.

### 2.6.1 *Ophiostoma ulmi*, *O. novo-ulmi* (Ulmensterben, Dutch elm disease, Ascomycetes)

Diese Erkrankung der Ulmen ist eine typische Tracheomykose, wobei allerdings in letzter Zeit die Beteiligung von niedermolekularen, vom Pilz gebildeten Welketoxinen diskutiert wird. Sie hat sich allmählich zur gefährlichsten Baumkrankheit Europas entwickelt. Erstmals wurde die wohl aus Asien stammende Krankheit 1918 in Frankreich und Holland beobachtet. In den nächsten Jahrzehnten hat sie sich über ganz Europa ausgebreitet und gelangte im Jahre 1928 auch nach Nordamerika. Um 1970 kam es zu einem erneuten Ausbruch, bei dem bis dahin als resistent gegoltene Pflanzen befallen wurden und bald starben. Es handelte sich jetzt um einen aggressiveren Stamm des gleichen Pilzes, der aus Nordamerika reimportiert worden war und mittlerweile als eigene Art, *C. novo-ulmi*, angesehen wird. Die beiden Arten sind durch Kreuzungsversuche mittels Testerstämmen identifizierbar und auch in Kultur unterscheidbar.

Für die Verbreitung der Krankheit spielen die Ulmensplintkäfer, der Große U., *Scolytus scolytus*, und der Kleine U., *Scolytus multistriatus*, eine entscheidende Rolle. Begünstigt wird diese Funktion durch die Produktion von klebrigen Sporen (Graphium-Form) neben Ascosporen und Hefeartigen, die in den Gefäßen transportiert werden. Die jungen Imagines der Käfer kontaminieren sich in den Brutgängen, in denen die klebrigen Sporen gebildet werden, mit diesen Verbreitungskörpern und übertragen sie beim Reifefraß auf andere Bäume. Diese Fraßspuren sieht man regelmäßig in den Astgabeln junger Zweige. Infiziert wird ein Baum im Mai - erste Symptome treten im Juni in Erscheinung: An Teilen der Krone welken die Blätter, sie verfärben sich gelb, auch manchmal braun, und vertrocknen. Die jungen Zweige sterben ab mit einer charakteristisch hängenden Spitze zusammen mit einigen vertrockneten Blättern ("Fähnchen"). Bei einer späten Infektion im Jahr ist dieses Fähnchen im Winter ein sicheres Zeichen für die eingetretene Infektion. Für *Ophiostoma ulmi* müsste dann im nächsten Jahr erneut infiziert werden, um den Baum abzutöten, während *O.*

*novo-ulmi* die Jahrringgrenze überwinden und die Schädigung fortsetzen kann. Anatomisch besteht die Schädigung in der Verthyllung (und Braunfärbung) der Gefäße und in Gummiablagerungen in lebenden Zellen. Die Gefäße erkrankter Ulmen sind als dunkelbraune Punkte auf dem Querschnitt zu sehen; eine überwundene Erkrankung ist auf diese Weise datierbar. Zusätzlich kann es zu einem mechanischen Verschuß von Gefäßen kommen, wobei durch Einwachsen von Pilzmycel Engstellen entstehen, die noch zusätzlich durch die hefeartigen Verbreitungskörper verstopft werden. Neben den Splintkäfern spielen auch Wurzelverwachsungen bei der Übertragung der Krankheit eine Rolle.

Die Prognose für die überlebenden Ulmen ist sehr ernst, da bisher als resistent angesehene Pflanzen doch später befallen wurden. Resistenzzüchtung durch Einkreuzen von resistenten asiatischen Arten könnte evtl. der Holzproduktion dienen, die heimischen Ulmen können sie jedoch wegen der genetischen Verschiedenheit nicht ersetzen. Besser geeignet wäre die Suche nach Antagonisten des Pilzes, die die genetische Struktur der Ulmenpopulation nur unwesentlich verändern. Ansätze bestehen in der Anwendung des Bakteriums *Pseudomonas syringae*, das antimykotische Stoffwechselprodukte bildet.

### **2.6.2 *Verticillium albo-atrum* und *V. dahliae* (Verticillium-Welke, Verticillium wilt, Deuteromycota)**

Diese beiden Verticilliumarten sind an ihren makroskopischen Symptomen, die sie an ca. 70 Baumarten induzieren, nicht zu unterscheiden. Beide bilden bei der nur bekannten asexuellen Vermehrung aufrechte, wirtelig verzweigte Konidiophoren, an deren Enden farblose, elliptische Konidien abgeschnürt werden. Bei kultivierten Isolaten zeigt *V. dahliae* zusätzlich die Bildung von schwarzen Mikrosklerotien, die die Kultur grau-schwärzlich färben. Der Pilz wächst noch gut bei 30° C, während *V. albo-atrum* dann nicht mehr wächst. Außerdem bildet letzterer in fortgeschrittenerem Kulturstadium als Dauerzellen fungierende verdickte, dunklere Hyphenabschnitte.

Die Pilze können an infiziertem Wurzelmaterial bis zu zwei Jahre im Boden überleben und bei Kulturmaßnahmen durch Wundinfektion mit Sägen, Äxten oder z. B. dem Zuwachsbohrer übertragen werden. Das Mycel kann in den Gefäßen des Frühholzes nachgewiesen werden und führt dort zusammen mit den unter der Wirkung von Welketoxinen gebildeten Thyllen zu Verstopfungen. Im Splint kommt es zu einer grünlichen bis bräunlichen Verfärbung, die im Querschnitt ringförmig erscheinen können. Als äußere Symptome zeigt sich eine Welke von Blättern und Trieben, die Blätter verfärben sich gelb und fallen ab; junge Triebe sterben ab, junge Bäume können innerhalb eines Jahres sterben, während ältere wipfeldürr werden. Seltenerweise zeigt sich Schleimfluß aus der Borke. Monocotyle und Coniferen sind von dieser Welke nicht betroffen, während in Baumschulen und Parks vor allem *Acer platanoides*, Roßkastanie, Eiche, Robine, *Sorbus torminalis*, Hainbuche, Buche, Birke und Erle erkranken können. Als besonders resistent (oder als Nicht-Wirte) gelten *Populus* und *Platanus*. Die Vermeidung unnötiger Verletzungen und das Arbeiten mit sauberen Geräten ist die beste Prophylaxe gegen diese Erkrankung.

### **2.6.3 *Erwinia salicis* (Wasserzeichenkrankheit der Weide, water mark disease of willow, Bacteria)**

Diese Welke wird durch das peritrich begeißelte Bakterium *Erwinia salicis* ausgelöst. Eine früher beschriebene Erkrankung ebenfalls an *Salix alba* und ihrer Hybride mit *S. fragilis* induziert durch *Pseudomonas saliciperda* stellte sich später als identische Erkrankung heraus. Erstinfektion erfolgt über Wunden durch mittels Wind oder Regentropfen übertragenen Bakterien. Erste Symptome Ende April/Anfang Mai sind eine rötliche Verfärbung gefolgt von einem Welken junger Blätter an einigen Zweigen der Krone. Aus Fraßgängen z. B. der

Weidenholzwespe tritt ein Bakterien Schleim aus, durch den auch eine Verbreitung über die Insekten in Frage kommt. Über den Sommer werden weitere Bereiche der Krone rötlich und welk. Bei einem chronischen Verlauf an älteren Bäumen wird auf diese Weise der Baum allmählich wipfeldürr. Neu gebildete Triebe sind jedoch noch immer normal grün. Junge Pflanzen können noch im Jahr der Erstinfektion absterben. Die Verbreitung der Pathogene in der Pflanze erfolgt im Xylem. Da die Bakterien im Wirt bis zur nächsten Vegetationsperiode überdauern können und auch auf den neugebildeten Jahresring des Xylems übergehen, muß keine Neuinfektion erfolgen.

Auf dem Querschnitt erkrankter Weiden erscheinen sog. Wasserzeichen: dunkle Flecken oder Streifen in Ringen angeordnet oder versprengt im Holz. An der Luft verfärben sie sich leuchtend rot, das Holz splittert leicht, wenn es zu Cricketschlägem verarbeitet wird.

Manchmal findet man im Stamm deutliche Symptome, während nur wenige Zweige in der Krone betroffen sind. Inokulationsversuche mit einer *Erwinia*-Reinkultur zeigte sich als wenig erfolgreich, ein Presssaft aus erkrankten Pflanzen hingegen führte zu einer Erkrankung. Gelegentlich konnte auch in Bäumen *Erwinia* nachgewiesen werden, ohne dass die Pflanzen Krankheitssymptome zeigten.

## Anhang I

### Systematik der wichtigsten phytopathogenen Erreger

1. Viren (einschl. Viroide): Eichen-, Pappelmosaik, Ulmenscheckung; Exocortis

2. Abteilung: Eubacteria

a) grampositiv:

Ordnung: Actinomycetales (Wurzelknollen bei Erle: Symbiont *Frankia alni*)

Phytoplasmen (parasitisch an Pflanzen, von grampositiven Bakterien abstammend)

b) gramnegativ:

Ordnung: Enterobacteriales: *Erwinia salicis* (Weidenwelke); *E. amylovora* (Feuerbrand)

Ordnung: Pseudomonadales: *Xanthomonas populi* (Pappelkrebs)

Ordnung: Rhizobiales: *Rhizobium*-Arten (Symbionten bei Fabaceae)

*Agrobacterium tumefaciens* (Rosenkrebs, Wurzelhalsgallen)

c) Ordnung: Rickettsiales: Rickettsia-like organisms (RLO'S, systematische Stellung noch unsicher, Blattverbräunung an Pflaume, Zwergwüchsigkeit bei Pfirsich, Hexenbesen an Lärche, Triebsucht bei Apfel)

3. Schleimpilze (Organisationstyp)

3.1 Abteilung: Acrasiomycota, ohne forstliche Bedeutung

3.2 Abteilung: Myxomycota, ohne forstliche Bedeutung

3.3 Abteilung: Plasmodiophoromycota: einige landwirtschaftlich bedeutende Erreger



#### 4. Pilze (Organisationstyp)

4.1 Abteilung: Oomycota: *Phytophthora*-Erkrankung an Eiche, Eßkastanie und Erle, Keimlingskrankheit an Buche

4.2 Abteilung: Eumycota (Pilze i. e. S.)

4.2.1 Klasse: Chytridiomycetes, landwirtschaftlich bedeutende Erreger

4.2.2 Klasse: Zygomycetes, einige Vertreter Endomycorrhiza-Pilze

4.2.3 Klasse: Ascomycetes (Schlauchpilze): *Rosselinia quercina* (Eichenwurzeltöter); *Botrytis cinerea* (Triebspitzenkrankheit von Coniferensämlingen); *Rhizina undulata* (Wurzelloorchel) *Lachnellula willkommii* (Lärchenkrebs); *Potebniomyces coniferarum* (Rindenschildkrankheit der Douglasie); *Cryptodiaporthe populea* (Rindenbrand der Pappel); *Cryphonectria parasitica* (Kastaniensterben); *Microshaera alphitoides* (Eichenmehltau); *Herpotrichia juniperi* (Schwarzer Schneeschimmel); *Phacidium infestans* (Weißer Schneeschimmel); *Lophodermium seditiosum* (Kiefernscütte); *Phaeocryptopus gäumannii* (Rußige Douglasienscütte); *Rhabdocline pseudotsugae* (Rostige Douglasienscütte); *Apiognomonina veneta* (Platanen-Blattbräune); *A. errabunda* (Buchen-Blattbräune); *Rhytisma acerinum* (Ahornrunzelschorf); *Drepanopeziza punctiformis* (Marssonina-Krankheit der Pappel); *Taphrina populina* (Pappel-Goldfleckenkrankheit); *Ceratocystis ulmi*, *C. novo-ulmi* (Ulmensterben)

4.2.4 Klasse: Basidiomycetes (Ständerpilze)

4.2.4.1 Unterklasse: Homobasidiomycetidae

4.2.4.1.1. Ordnung: Aphyllophorales: viele Ektomycorrhiza-Pilze; *Stereum sanguinolentum* (Blutender Schichtpilz); *Phellinus pini* (Kiefernfeuerschwamm); *Fomes fomentarius* (Zunderschwamm); *Fomitopsis pinicola* (Rotrandiger Baumschwamm); *Sparassis crispa* (Krause Glucke); *Heterobasidion annosum* (Wurzelschwamm); *Phaeolus schweinitzii* (Kiefernbraunporling)

4.2.4.1.2 Ordnung: Agaricales: viele Ektomycorrhizapilze; *Amillaria spp.* (Hallimasch)

4.2.4.2. Unterklasse: Heterobasidiomycetidae: *Melampsorella caryophyllacearum* (Tannenkrebs); *Melampsora pinitorqua* (Kieferndrehrost); *Cronartium flaccidum*, *Endocronartium pini* (Kiefernbläschenrost, Kienzopf); *Cronartium ribicola* (Weymouthskiefernblassenrost); *Coleosporium seneciones* (Kiefernadelbläschenrost); *Chrysomyxa abietis* (Fichtennadelrost); *Gymnosporangium sabinae* (Wacholderrost, Birnengitterrost)

4.3 Abteilung: Deuteromycota: *Meria laricis* (Lärchenschütte); *Siricoccus strobilinus* (Siricoccus-Triebsterben); *Verticillium albo-atrum*, *V. dahliae* (*Verticillium*-Welke)

**Anhang II****Fachbegriffe für den Kernblock "Waldkrankheiten"**

Aecidiospore	Zweikernige (dikaryontische) Spore bei Rostpilzen (Uredinales). Sie werden auf dem Haplontenwirt gebildet, keimen aber nur auf dem Dikaryontenwirt.
Anamorph	vegetativ gebildete Fruchtform (Nebenfrucht) bei Pilzen
Antagonist	Organismus, der auf einen anderen hemmend wirkt. Kann bei der biologischen Schädlingsbekämpfung eingesetzt werden.
Antibiotikum	von Mikroorganismen gebildetes Stoffwechselprodukt, das auf andere Mikroorganismen hemmend oder schädigend wirkt (z. B. Verhinderung der Zellteilung bei Bakterien durch Penicillin).
Apothecium	schüsselförmiger Fruchtkörper der Hauptfruchtform bei bestimmten Ascomycetes
Ascomycetes	Klasse der Pilze i. e. S., bei denen die generativ gebildeten Sporen in einer schlauchförmigen Zelle (Ascus) entstehen.
Ascus	schlauchförmige Zelle im Fruchtkörper der Ascomyceten, in denen nach Karyogamie und Meiose haploide Ascosporen entstehen.
Bakteriophage	an Bakterien parasitierendes Virus
Bakteriose	durch Bakterien verursachte Erkrankung
Basidie	keulenförmige Zelle im Fruchtkörper der Basidiomyceten, in denen nach Karyogamie und Meiose haploide Basidiosporen entstehen.
Basidiomycetes	Klasse der Pilze i. e. S., bei denen die generativ gebildeten Sporen in einer keulenförmigen Zelle (Basidie) entstehen.
Baumkrebs	chronischer Verlauf einer Rindenerkrankung bei Bäumen, bei der das Wirtsgewebe durch Wundkalluswachstum versucht, eine Infektionsstelle zu schließen, wobei der Wundkallus seinerseits Immer wieder neu infiziert wird
biotroph	sich von lebender Substanz ernährend
Blattbräune	durch verschiedene Ascomyceten verursachtes Absterben von Laubblättern (nekrotisch werdend)
Blätterpilz	Basidiomycet (Agaricales) mit blätterförmiger "Fruchtschicht"
Braunfäule	Fäule, bei der ein Pilz vom Holz nur Cellulose und Hemicellulose abbaut (Destruktionsfäule). Das Holz zerfällt zu braunen Würfeln.

Chlamydospore Chlorose	vegetativ gebildete, dickwandige Spore zur Überdauerung Gelbverfärbung von Blättern
chronisch	langsam verlaufend, lang dauernd (Ggs.: akut)
damping off	Umfallkrankheit, Keimlingsfäule
Demarkationslinie	von Pilzen im Holz gebildete sklerotische Schicht zur Abgrenzung gegen andere Pilze und als Schutz vor Austrocknung, im Querschnitt als dunkle Linie erscheinend
Destruktionsfäule	s. Braunfäule
Deuteromycota	Pilze, von denen nur die vegetative Vermehrung (Nebenfruchtform) bekannt ist (Fungi imperfecti)
Diagnose	Beschreibung und Identifizierung einer Krankheit
Differentialdiagnose	Abgrenzung von Krankheiten ähnlicher Symptomatik durch exakte Bestimmung der Symptome bzw. des Erregers
Dikaryon	Zweikernstadium des Mycels bei Asco- und Basidiomycetes, bei dem sich die Kerne synchron teilen und schließlich vor der Meiose im Ascus oder der Basidie miteinander verschmelzen.
Dikaryontenwirt	bei wirtswechselnden Heterobasidiomycetidae der Wirt, auf dem die dikaryontischen Sporen infizieren
Douglasienschütte	durch <i>Phaeocryptopus gäumannii</i> und <i>Rhabdocline pseudotsugae</i> ausgelöster vorzeitiger Nadelfall bei Douglasie
Ektendomycorrhiza	Übergangsform zwischen Ekto- und Endomycorrhiza
Ektomycorrhiza	bei dieser Mycorrhiza bilden die Pilzhyphen einen dichten Mantel um die Wurzel und wachsen nur zwischen den Rindenzellen der Wurzel; einzelne Haustorien dienen der Ernährung.
Endomycorrhiza	bei dieser Mycorrhizaform befinden sich die Pilzhyphen über- wiegend im Innern der Wurzelzellen. Die dabei gebildeten Haustorien sind mehr als <u>V</u> esikel (Bläschen) oder <u>A</u> rbuskeln (Bäumchen) (VA-Mycorrhiza) ausgebildet.
Exsudat	flüssige Ausscheidung durch die Pflanzenoberfläche
Fächermycel	Rhizomorpha subcorticalis: helle Mycelschicht (nach Ablösung der Rinde als Mycellappen) von Armillariaarten unter der Rinde gebildet
Feuerbrand	durch <i>Erwinia amylovora</i> induzierte Bakterienkrankheit an Rosaceae
Fruchtkörper	Hyphengeflecht als Plektenchym zur Bildung von Sporen

Fruktifikation Fungi imperfecti	in Phytopathologie Fruchtkörperbildung nach einer Pilzinfektion s. Deuteromycota
fungistatisch	pilzhemmend
Gamet	haploide Keimzelle, die der generativen Fortpflanzung dient durch Verschmelzung mit einem anderen (konträrgeschlechtigen) Gameten.
Gametangium	Behälter, in dem Gameten gebildet werden.
Gametangiogamie	abgeleitete Form der Syngamie, bei der Gametangien, deren Gameten nicht frei werden aber konträrgeschlechtige Kerne enthalten, miteinander verschmelzen.
Hallimasch	<i>Armillaria</i> : zu Agaricales gehörender aggressiver Baumparasit (Kambiumkiller)
Haplontenwirt	bei wirtswechselnden Heterobasidiomycetidae der Wirt, auf dem die haploiden Sporen (Basidiosporen) keimen.
Hauptfruchtform	Fruchtkörperform (Teleomorph) bei Pilzen, in der generative Fortpflanzung abläuft (notwendig zur systematischen Einordnung)
Haustorium	speziell gebaute Pilzhyphe, die im Innern einer Wirtszelle der Nährstoffaufnahme dient
heterotroph	heterotrophe Organismen benötigen eine organische Kohlenstoffquelle.
Hymenium	Schicht im Innern oder auf der Oberfläche eines Fruchtkörpers der Hauptfruchtform von Pilzen, die die Asci oder Basidien sowie sterile Zellen enthält
Hymenophor	Hyphengeflecht (Pseudoparenchym) in Fruchtkörpern der Hauptfruchtform bei Pilzen, auf dem sich das Hymenium bildet (bei Aphylophorales: Trama)
Hyperparasit	parasitiert an einem Parasiten; kann als Antagonist bei der biologischen Schädlingsbekämpfung dienen
Hypertrophie	abnorme Vergrößerung von Zellen oder Organen (Ggs.:Hypotrophie)
Hyphe	Zellfaden bei Pilzen, der durch Querwände septiert sein kann und Spitzenwachstum zeigt
Hypovirulenz	verminderte Fähigkeit eines Parasiten zur Auslösung einer Erkrankung
Intersterilitätsgruppe	Eine nach morphologischen Kriterien definierte Art kann aus mehreren Gruppen von Individuen bestehen, die jeweils nur in der Gruppe kreuzbar sind. So lässt sich die Art <i>Heterobasidion annosum</i>

	(Rotfäule) in drei I. untergliedern. Diese können sich ökologisch unterschiedlich verhalten.
interzellulär	zwischen den Zellen
Intrazellulär	innerhalb einer Zelle
Kallus	undifferenziertes (reembryonalisiertes) Wundgewebe aus vergrößerten Zellen mit hoher Teilungsaktivität, das an Verletzungen gebildet wird
Karyogamie	Verschmelzung der Zellkerne als Teil des Sexualprozesses
Kastaniensterben	durch <i>Cryphonectria parasitica</i> (Ascomycetes) verursachte Rindenkrankheit bei <i>Castanea sativa</i>
Keimlingsfäule	durch verschiedene niedere Pilze verursachtes Absterben von Keimlingen
Kiefernschütte	z. B. durch <i>Lophodermium seeditiosum</i> verursachte Nadelkrankheit vorwiegend an <i>Pinus sylvestris</i>
Kleistothecium	geschlossener Fruchtkörper der Hauptfruchtform bei bestimmten Ascomycetes
Koch'sche Postulate	von Robert Koch 1884 aufgestellte Regeln zum Nachweis des Kausalzusammenhangs zwischen einer Erkrankung und dem diese verursachenden Erreger: 1) Der Erreger muß stets zusammen mit der Erkrankung vorkommen. 2) Er muß isoliert und in Reinkultur gezüchtet werden. 3) Eine Infektion einer gesunden Pflanze mit dieser Kultur muß zu den gleichen Krankheitssymptomen führen. 4.) Die aus diesen Pflanzen wieder isolierten Erreger müssen mit den zuerst isolierten identisch sein.
Komplexkrankheit	eine Erkrankung beruht auf verschiedenen Ursachen
Konidie	vegetativ gebildete Pilzspore, meist an verzweigten Hyphenenden (Konidiophoren) in großer Zahl rasch gebildet; sie sind dünnwandig, reservestoffarm und dienen der Verbreitung (Propagation).
Konidiophore	Konidienträger aus verzweigten Hyphen, die an ihren Enden mitotisch gebildete Konidien "abschnüren"
Korrosionsfäule	s. Weißfäule
Kreuzungstest	z. B. bei <i>Armillaria</i> -Arten verwendete Methode zur Bestimmung von morphologisch sich sehr ähnelnden Pilzen; Verschiedene Teststämme der in Frage kommenden Arten werden mit dem zu bestimmenden Pilz zusammen kultiviert. Das unbekanntes Mycel wird sich nur mit dem Teststamm der gleichen Art vereinigen und sich von den anderen abgrenzen.

Lärchenkrebs	durch <i>Lachnellula willkommii</i> (Ascomycetes) verursachte Rinden-Erkrankung an <i>Larix</i> -Arten
Läsion	eine begrenzte Zone von totem oder geschädigtem Gewebe
lamellig	bei Blätterpilzen (Agaricales) Bezeichnung für die Form des Hymenophors
latent	verborgen, unsichtbar (z. B. oft Viren, ohne Symptome zu zeigen)
leaching	Auswaschung von Substanzen (z. B. von Ionen) aus Pflanzenteilen durch Niederschlag
letal	tödlich
Mazeration	Zerfall des Zellverbandes von Geweben durch Auflösung der Mittel-Lamelle z. B. nach der Wirkung von bakteriellen Pektinasen, Hemicellulasen und Cellulasen
Mehltau	weißer Belag durch Pilzmycel (Ascomycetes, "Echter M.") oder überwiegend Konidiophoren (Oomycota, "Falscher M.") auf Blättern oder jungen Achsen
MLO	"Mycoplasma like organism", Mycoplasmen-ähnlicher Organismus: zellwandlose Bakterien; an Pflanzen pathogene "Phytoplasmen" genannt
Moderfäule	eine Art Braunfäule, die durch einige Ascomyceten bei hoher Feuchte zu einem sehr langsamen Holzabbau führt
Mycorrhiza	Lebensgemeinschaft (Symbiose) aus Pilz und Wurzel, wobei Unterschiede in der Intensität des Kontaktes beider auftreten; s. Ekto- und Endomycorrhiza
Mykose	durch Pilze verursachte Erkrankung
Mycel	Summe der Hyphen eines Pilzes, die miteinander vernetzt oder verklebt (Plektenchym) sein können
Nasskern	meist durch Bakterien verursachter erhöhter Wassergehalt im Kernholz (z. B. bei Tanne, Ulme, Pappel)
Nebenfruchtform	vegetativ gebildete Fruchtform bei Pilzen (Anamorph), die nur Konidien bildet; bei den Deuteromycota ist nur diese Fruchtform bisher bekannt.
Nekrose	häufig braun verfärbtes, abgestorbenes Gewebe
Paraphyse	sterile Hyphe im Ascohymenium

Parasit	Organismus, der sich zeitweise oder ständig von einem anderen ernährt und in der Folge oft eine Erkrankung des Wirtes verursacht
Pathogen	Krankheitserreger; meist nur auf Viren und Organismen angewendet
Pathogenese	Entstehung und Verlauf (bei Pilzen z. B. von der Infektion bis zur Fruktifikation) einer Erkrankung
Pathologie	Wissenschaft von der Entstehung und dem Verlauf von Krankheiten
Perithecium	kugelig oder flaschenförmiger Fruchtkörper der Hauptfruchtform mit einer vorgebildeten Öffnung bei einigen Ascomyceten
Perthophyt	Parasit, der sich von totem Gewebe ernährt, das er vorher durch die Wirkung eigener Stoffwechselprodukte abgetötet hat
Phragmobasidie	eine durch Längs- oder Querwände septierte Basidie
Plektenchym	täuschend ähnlich einem echten Gewebe, aber durch eine enge Verflechtung und Verkleben vieler Hyphen, z. B. bei Pilzfruchtkörpern, entstanden
Porlinge	zu den Aphyllophorales der Homobasidiomycetidae gehörende konsolen- oder krustenförmige Fruchtkörper bildende Fäuleerreger mit porenförmigem Hymenophor
Prognose	in der Phytopathologie Vorhersage über die Schwere einer Erkrankung und die möglichen wirtschaftlichen Schäden
Prophylaxe	vorbeugende Maßnahmen zur Vermeidung von Erkrankungen oder Minimierung möglicher Schäden
Pyknidien	vegetativ gebildete Fruchtkörper, in denen in Kammern Pykno-sporen gebildet werden, die z. B. bei Heterobasidiomycetidae den konträren Kern bei einer Somatogamie liefern können
Rhizomorphe	aus vielen Pilzhyphen gebildete wurzelähnliche Struktur, die der Ausbreitung im Boden und auch der Übertragung auf noch nicht infizierte Wurzeln dienen
Rhizomorpha fragilis	"zerbrechliche Rh.": sehr dünner Mycelstrang, der von einer Rh. subterranea abzweigt und in die Wurzelrinde eindringt ( <i>Armillaria</i> -Infektion). Im Bereich des Kambiums entwickelt sich daraus die Rh. subcorticalis.
Rhizomorpha subcorticalis	"Rh. unter der Rinde": flache Mycelschicht, die bei <i>Armillaria</i> zwischen Holz und Rinde entsteht (Flächenmycel)
Rhizomorpha subterranea	"unterirdische Rh.": dunkle, schnurartige Rh. Bei <i>Armillaria</i> mit meist rundlichem Querschnitt. Dieser Typ wird auch unter der Rinde gebildet

Rindenbrand	lokales Absterben der Rinde; diese Stelle wird in der folgenden Vegetationsperiode überwältigt (einjähriger Verlauf)
RLO	"Rickettsia-like organism": sehr kleine, obligat biotrophe Bakterien, die meist im Xylem vorkommen
Röhrlinge	Homobasidiomycetidae mit zentral gestielten Fruchtkörpern und porenförmigem Hymenophor; wichtige Mykorrhiza- und Speisepilze
Rostpilze	Ordnung: Uredinales, Heterobasidiomycetidae; meist wirtswechselnde obligate Parasiten, die orange- bis braunfarbene Flecken (Sporenlager) auf lebendem Gewebe bilden
Rotfäule	eigentlich Weißfäule, die mit rotbrauner Holzverfärbung einhergeht; Erreger ist <i>Heterobasidion annosum</i> (Aphylllophorales)
Rußtau	schwärzlicher Belag auf Blättern, Nadeln oder Zweigen, verursacht durch dunkle, hefeartig wachsende Pilze, die sich von Zuckerausscheidungen durch Blattläuse ernähren (z. B. <i>Aureobasidium pullulans</i> )
Saprophyt	Organismus, der sich von toter organischer Kohlenstoffquelle ernährt
Schwächeparasit	Organismus (fakultativer Parasit), der Wirtspflanzen nur angreift, die vorgeschwächt sind; Sch. sind nicht Primärverursacher einer Erkrankung.
Schneeschnitz	Pilze, die sich unter Schneebedeckung auf einem Wirt ausbreiten und ihn abtöten können
Schleimfluß	Ausfluß von schleimiger Flüssigkeit aus der Baumrinde als Zeichen für eine Rindennekrose oder einen Nasskern
Sklerotium	aus dichter Mycelmasse bestehendes Dauerorgan bei Pilzen
Somatogamie	Verschmelzung zweier genetisch konträrer Körperzellen als Sexualprozeß
Sonnenbrand	durch Sonneneinstrahlung entstehende Überhitzung der Baumrinde, die zu ihrem Absterben führt
Spore	Verbreitungseinheit unterschiedlicher Entstehungsweise bei Bakterien, Pilzen und anderen Kryptogamen
Stockfäule	Fäule bei Bäumen, die auf den Stammbasis- und Wurzelbereich beschränkt ist
Symbiose	Zusammenleben verschiedener Organismen zum gegenseitigen Nutzen



Symptom	einzelne, durch eine Erkrankung hervorgerufene Veränderung des Normalzustandes; meist sind mehrere zu finden: Symptomkomplex (Syndrom)
Syngamie	Verschmelzung zweier Keimzellen: zuerst Verschmelzung der Plasmen (Plasmogamie), dann, z. T. nach einer Dikaryophase, Verschmelzung der Kerne (Karyogamie)
Teerfleckenkrankheit	schwarze Sklerotien auf Ahornblättern, induziert durch <i>Rhytisma acerinum</i> (Ascomycetes)
Teleutospore	dikaryontische Sporenform bei Rostpilzen, die als letzte in der Vegetationsperiode z. T. im Uredosporenlager gebildet werden und nach der Überwinterung mit einer Basidie auskeimen
Teleomorph	Hauptfruchtform bei Pilzen
Tracheomykose	Pilzinfektion des Xylems
Triebsterben	an der Zweigspitze beginnendes Absterben
Ulmensterben	Ulmenwelke, ausgelöst durch die Ascomyceten <i>Ophiostoma ulmi</i> und <i>O. novo-ulmi</i>
Uredospore	dikaryontische Sommerspore bei Rostpilzen, die zur Verbreitung auf dem Wirt dienen, auf dem sie gebildet wurden
Virus	parasitisches Partikel, das als Krankheitserreger nur aus Nukleinsäure und einer Proteinhülle besteht und keinen eigenen Stoffwechsel besitzt
Viroid	Krankheitserreger, der nur aus einem nackten Nukleinsäurering besteht
Weißfäule	Holzersetzung durch Pilze, bei der überwiegend Lignin abgebaut wird (Korrosionsfäule); W. kann auch zu einer rötlichen bis braunen Holzverfärbung führen
Welkekrankheiten	durch Bakterien oder Pilze verursachte Erkrankung, die zu Beginn zum Welken von Blättern und jungen Zweigen führt
Wurzelschwamm	<i>Heterobasidion annosum</i> = <i>Fomes annosus</i> : Rotfäule von Coniferen