

Bedeutung von Pilzen (*Fungi*) mitteleuropäischer Waldökosysteme



Hausarbeit

vorgelegt von

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

im Sommersemester 2012

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Inhaltsverzeichnis

1 EINLEITUNG	2
2 BIOLOGIE DER PILZE	4
2.1 Allgemeines und Lebensweise.....	4
2.2 Körperbau und Fortpflanzung.....	5
2.3 Systematik und Bestimmung	5
3 ÖKOLOGIE DER PILZE.....	7
3.1 Pilze in Lebensgemeinschaften.....	7
3.2 Lebensraumansprüche und Indikatorfunktion.....	9
3.3 Bedeutung im Stoffkreislauf.....	11
4 SPEISE- UND GIFTPIILZE	13
5 TOURISTISCHE BEDEUTUNG	15
6 NATUR- UND ARTENSCHUTZFACHLICHE ASPEKTE	16
7 ZUSAMMENFASSUNG.....	19
8 LITERATURVERZEICHNIS	21
9 ANHANG	22

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Weltweites Gesamtareal der Kieferngewächse.	8
Abbildung 2: Ektomykorrhiza zwischen Birkenpilz und Birke.	9
Abbildung 3: Fichtenmonokultur gegenüber naturnahem Laubmischwald.	10
Abbildung 4: Zitronengelbes Holzbecherchen (<i>Bisporella citrina</i>) als Laubholzdestruent.	12

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Geschützte Speisepilze gemäß BArtSchV.	17
Tabelle 2: Typische Pilzarten feuchter Standorte.	22
Tabelle 3: Typische Pilzarten trockener Standorte.	22
Tabelle 4: Typische Pilzarten der sauren Standorte.	23
Tabelle 5: Typische Pilzarten basenreicher Standorte.	23

Hinweis zu Abbildungen: Sofern nicht ausdrücklich anders angegeben, handelt es sich bei allen verwendeten Abbildungen um selbst erstelltes Fotomaterial

1 EINLEITUNG

Weltweit existieren Schätzungen zufolge ungefähr 1,5 Millionen Pilzarten, von denen bislang nur ca. 46000 Arten wissenschaftlich beschrieben werden konnten [PERŠOH ET AL., 2012]. Im Malheur National Forest (Oregon, USA) wurde im Jahre 2003 ein Hallimasch mit einer Größe von fast 10 km² entdeckt, dessen Alter mehrere tausend Jahre beträgt (OBERWINKLER, 2005). Dieser Fund gilt nach wie vor als das bislang größte bekannte Lebewesen und machte auch außerhalb wissenschaftlicher Schriften Schlagzeilen in der globalen Medienlandschaft. In Mitteleuropa erfolgte bis heute der Nachweis von ca. 5500 Pilzarten, von denen allerdings nur ca. 12 – 14 % makroskopisch determinierbar sind. Die Mehrzahl der übrigen Pilze kann nur anhand mikroskopischer Merkmale oder unter Zuhilfenahme chemischer Reagenzien auf Artniveau bestimmt werden [LÜDER, 2008]. Die umgangssprachliche Bezeichnung als Pilz beschränkt sich vielfach nur auf seinen oberirdisch sichtbaren Teil. Der eigentliche Organismus lebt als fein verzweigtes, fädiges Geflecht hingegen vorwiegend unterirdisch und ist mit dem bloßen Auge als solcher kaum wahrnehmbar. Zu den Höheren Pilzen bzw. Großpilzen werden per definitionem alle Arten gezählt, deren Fruchtkörper mit dem menschlichen Auge noch deutlich erkennbar sind.

Pilze werden weder dem Tier-, noch dem Pflanzenreich zugeordnet und nehmen somit eine gesonderte Stellung in der biologischen Systematik ein. Wissenschaftliche Arbeit an Pilzen wird im Forschungsfeld der Mykologie geleistet. Für den Menschen sind Pilze bereits seit Jahrtausenden von mannigfaltiger Bedeutung und wurden nicht nur zu Speisezwecken verwendet: Bei dem 1991 in den Ötztaler Alpen gefundenen, mumifizierten Leichnam, der als „Ötzi“ postmortale Bekanntheit erlangte und vor immerhin ca. 5300 Jahren gelebt hat, wurden Stücke vom Birkenporling als Heilmittel am Lederband und vom Zunderschwamm zum Feuerentfachen gefunden (DEIGELE, 2009). Weiterhin soll eine gezielt herbei geführte Pilzvergiftung schon dem römischen Kaiser TIBERIUS CLAUDIUS um 54 n. Chr. zum tödlichen Verhängnis geworden sein, namensgebend wurde der Fliegenpilz mit einem Überguss aus Milch und Zucker in früheren Zeiten als Fliegenfalle verwendet und der Zunderschwamm diente neben der Zunderherstellung noch als begehrtes Ausgangsmaterial für die Herstellung blutstillender Wundauflagen, Lampendochte und sogar Kopfbedeckungen (LÜDER, 2008). Speisepilze werden nach wie vor überwiegend durch den Menschen gesammelt, denn erfolgreiche Inkulturnahmen mit hoher ökonomischer Relevanz gelangen bis heute nur bei wenigen Pilzen wie zum Beispiel Champignons (*Agaricus spec.*) oder dem Austernseitling (*Pleurotus ostreatus*). Kulturhistorische Bedeutung erlangten viele Pilzarten auch infolge ihrer Verwendung als Heilmittel und sogar als Naturdroge werden bestimmte Arten aufgrund

ihrer halluzinogenen Inhaltsstoffe gezielt konsumiert. Daneben gelten bestimmte Vertreter der Pilze jedoch auch als Auslöser für Probleme, Krankheiten und Katastrophen: Gesundheitliche wie ökonomische Gefahren können auftreten bei Pilzbefall von Lebensmitteln und Gebäuden. Als spezifische Erreger von Krankheiten in Tier- und Pflanzenbeständen spielen Schadpilze eine große wirtschaftliche Rolle in der Land- und Forstwirtschaft. So zeigte sich auch ein Pilz für die Große Hungersnot als tragisches Ereignis in der Geschichte Irlands verantwortlich: Gegen Mitte des 19. Jahrhunderts musste ein ganz erheblicher Teil der irländischen Bevölkerung wegen enormer Kartoffel-Missernten sterben oder die Flucht ergreifen, weil der Pilz *Phytophthora infestans* zu massiven Ausbrüchen der Kraut- und Knollenfäule beim damals überlebenswichtigen Hauptnahrungsmittel führte. Viele Menschenleben retten konnte dagegen die bahnbrechende Entdeckung des Pinselschimmels (*Penicillium notatum*) durch Alexander Fleming im Jahre 1928, womit erst der Grundstein für die medizinische Verwendung von Antibiotika gelegt wurde.

Die Formenvielfalt innerhalb der *Fungi* führte zur Besiedlung nahezu aller erdenklichen Winkel unserer Erde einschließlich sogenannter Extremlebensräume. Die vorliegende Arbeit kann dieser thematischen Vielfalt nicht einmal im Ansatz gerecht werden und soll sich daher darauf beschränken, das Schattendasein der Mykoflora in Wäldern und Forsten in Grundzügen zu beleuchten. In diesen gehölzdominierten Lebensräumen liegt der Verbreitungsschwerpunkt der meisten Großpilzarten, wobei darüber hinaus auch Feuchtbiotope, Moore und offene Standorte wie Dünen, Heidelandschaften, Salzwiesen und sogar Trockenrasen als Lebensraum von Bedeutung sind und besonders für den Schutz seltener Pilzarten eine Rolle spielen (LÜTT, 2003). In Deutschland beträgt der heutige Waldanteil 9,5 Millionen ha, was bei 357121,41 km² Gesamtfläche einen relativen Waldflächenanteil von etwas weniger als 30 % ausmacht. Die Wälder in Schleswig-Holstein als waldärmstem Bundesland umfassen 155.000 ha mit einem Flächenanteil von knapp 10 %. Etwa jeweils die Hälfte dieser Flächen befindet sich in privater Hand und weist Baumbestände auf, die jünger als 50 Jahre sind. Nur ca. 15 Flächenprozent weisen ein Alter von mehr als 100 Jahren auf. Der historische Tiefstand unserer Waldentwicklung datiert sich auf das Mittelalter mit einem Waldanteil von gebietsweise weniger als 5 % aufgrund des damals enorm ansteigenden anthropogenen Holzbedarfs und Flächenverbrauchs. In Schleswig-Holstein konnten nach LÜDERITZ (2001) 3940 Großpilzarten aus 11 verschiedenen systematischen Gruppen nachgewiesen werden. Am häufigsten vertreten sind die Gruppen „Blätterpilze“, „Schlauchpilze“ und „Rindenpilze“.

2 BIOLOGIE DER PILZE

2.1 Allgemeines und Lebensweise

Pilze zählen weder zur Pflanzen-, noch zur Tierwelt und bilden ein eigenes Reich als Mycobionta. In Abgrenzung zum Tierreich gelten Pilze trotz ihres schnellen Wachstums und der hohen Sporenmobilität als unbewegliche Organismen. Sie besitzen kein Chlorophyll und sind somit im Gegensatz zu Pflanzen nicht in der Lage, das Sonnenlicht photosynthetisch für ihren Biomasseaufbau zu nutzen. Analog zur Tierwelt sind sie als heterotrophe Lebewesen stattdessen stets auf vorhandene organische Verbindungen aus ihrer Umgebung angewiesen. Um im biotischen Wettbewerb konkurrieren zu können, verfügen Pilze über ein rasches Wachstum und können an nur einem Tag sogar Hyphen in Kilometerlänge entwickeln (LUTZ ET AL., 2006). In Abhängigkeit ihrer Lebensweise und der benötigten Substrattypen lassen sich Symbionten von Saprobionten und Parasiten abgrenzen. Während Parasiten auf pflanzliches oder tierisches Lebendmaterial angewiesen sind, verwerten Saprobionten abgestorbene organische Substanz. Diese Bindungsform an das Nährsubstrat ist zwar in vielen Fällen obligat, kann besonders bei Saprobionten und Parasiten aber auch fakultativer Natur sein: So tritt zum Beispiel der eingangs als weltgrößte Organismus erwähnte Hallimasch (*Armillaria spec.*) als Vertreter der Blätterpilze einerseits als gefürchteter Baumparasit auf, kann sich andererseits aber auch saprophag von abgestorbenem Holzmaterial ernähren. Dass die Grenzen fließen, bestätigt auch der Austernseitling (*Pleurotus ostreatus*), der sowohl lebende als auch tote Laubholzstämme besiedeln kann (LÜDER, 2008). Selbst hinsichtlich ihres benötigten Wirts zeigen sich parasitäre Pilze nicht immer spezifisch, was im Falle der Rostpilze (*Tuberulina* und *Helicobasidium*) sogar bedeutet, dass ein verblüffender Wirtswechsel vom Pilz zu einer höheren Pflanze erfolgen muss, um ihren Lebenszyklus abschließen zu können (LUTZ ET AL., 2006). Besonders bei Parasiten sind die evolutiven Errungenschaften oft von derart komplizierter Natur, dass auch heute noch viele grundlegende Prozesse ihrer Lebenszyklen schlicht unbekannt sind. Die Symbionten umfassen hingegen eine nicht viel weniger komplexe Gruppe von Pilzen, die strukturell und funktionell mit den Wurzeln höherer Pflanzen zum gegenseitigen Vorteil zusammenlebt. Als wohl prominentester Vertreter sei an dieser Stelle der Stein- oder Herrenpilz (*Boletus edulis*) angeführt, der in symbiotischen Kontakt zu den Wurzeln von Fichten steht. Auf diese besondere Interaktion zwischen Pilz und Pflanze wird später im Abschnitt 3.1 noch einmal ausführlicher eingegangen.

2.2 Körperbau und Fortpflanzung

Der Körper von Großpilzen gliedert sich zumeist deutlich erkennbar in Hut in Stiel, wobei diese als Fruchtkörper bekanntermaßen nur den generativen Teil darstellen. Das eigentliche Überdauerungsorgan der Pilze liegt entweder unterirdisch oder direkt im Substrat verborgen vor. Dieses besteht aus vielen Einzelfäden mit größtenteils typischer Septierung, die als Hyphen bezeichnet werden und als Transportbahnen für Wasser und darin gelöste Stoffe dienen. In ihrer Gesamtheit bilden diese Hyphen schließlich das Myzel, das aufgrund seiner fein verzweigten Struktur für das bloße Auge zumeist unsichtbar ist. Erst ihr verdichtetes Auftreten in Form wurzelähnlicher Rhizoide, wie es manchmal an der Basis von Pilzstielen der Fall ist, ist makroskopisch gut wahrzunehmen wie zum Beispiel beim Fichtenreizker (*Lactarius deterrimus*). Im Falle des Gewöhnlichen Hallimasch (*Armillaria ostoyae*) tritt das Myzel unterhalb der Baumrinde häufig mit einer verdickten Außenwand als Rhizomorphe deutlich in Erscheinung und ist unter speziellen Umständen sogar imstande, zu leuchten (LÜDER, 2008). Auch der Fruchtkörper besteht strukturell aus einem feinen Hyphengeflecht, die hier aber in besonderer Weise verwachsen und miteinander verwoben sind und sich durch Wasseraufnahme rasch ausgedehnt haben (BON, 2005). Im Fruchtkörper enthalten sind die Fortpflanzungsorgane zur Ausbreitung der Art.

In Anlehnung zur Diasporenbank oder der Dormanz als ausgeklügelte Überlebensstrategie bestimmter Pflanzenarten sind auch Pilze nahezu allgegenwärtig im System präsent. Der Beginn ihres Lebenszyklus vollzieht sich jedoch erst, wenn die äußeren Konditionen passen. Das Verbreitungssystem der Pilze gilt als hoch effizient und erfolgt über eine extrem hydrophobe Sporenmasse, von denen bei günstigen Umweltbedingungen bereits eine Einzelne für die Myzelbildung genügen kann. Grundsätzlich unterscheidet sich die Fortpflanzung der Schlauchpilze (Ascomycetes), bei denen die Sporen in schlauchartigen Strukturen gebildet werden, von den Ständerpilzen (Basidiomycetes), die über sogenannte Sporenständerzellen verfügen (LÜDER, 2008). Auf die komplizierte Vermehrungsbiologie der Pilze soll hier aus Platzgründen jedoch nicht näher eingegangen werden.

2.3 Systematik und Bestimmung

Aufgrund der unüberschaubaren Komplexität selbst innerhalb der schon eingeschränkten Gruppierung Höherer Pilze existiert kein Bestimmungswerk, das alle mitteleuropäischen Arten umfasst. Autoren der aktuellen Fachliteratur beschränken sich thematisch in der Regel auf ausgewählte Teilbereiche wie die wichtigsten Gift- und Speisepilze oder je nach persönlichem Fachgebiet auf ganz bestimmte Taxagruppen. Weil die pilzliche Systematik

keineswegs abgeschlossen ist und einem stetigen Wandel unterliegt, sei an dieser Stelle nur beispielhaft auf das aktuelle Ordnungssystem der Autorin LÜDER (2008) verwiesen: Ihr Werk „Grundkurs Pilzbestimmung“ beinhaltet die 300 häufigsten Arten, die nach phylogenetischen Gesichtspunkten in folgende Hauptgruppen unterteilt sind: Röhrlingsverwandte (Boletales), Sprödblätter (Ordnung Russulales), dann Lamellenpilze/Faserblättler mit Ritterlingsartigen (Tricholomatales), Braunsporern (Cortinariales), Rosasporern (Pluteales), Freiblättlern und Tintlingsartigen (Agaricales) und schließlich Leistenpilze, Bauchpilze (Gasterales), Porlingsartige und Schichtpilzähnliche sowie Schlauchpilze (Ascomycetes) mit der Untergruppe der Becherlinge. Die genannten Gruppen sind wiederum gegliedert in einzelne Familien und Gattungen. Die Nomenklatur der einzelnen Pilzarten entspricht dem in der Botanik verwendeten Binärsystem, das auf KARL VON LINNÉ (1707-1778) zurückzuführen ist und einzelne Spezies durch den vorstehenden Gattungsnamen und nachstehenden Artnamen charakterisiert.

Makroskopische Merkmale, die zur Pilzbestimmung herangezogen werden, sind bedingt durch die hohe Variabilität sehr zahlreich vorhanden. Nach BON (2005) wird zunächst der Ort der Sporenproduktion ermittelt, der sich im Fruchtkörperinneren, auf der Außenseite oder auf der Unterseite eines Hutes befinden kann. Weitere genannte Merkmale von Hutpilzen beziehen sich auf die Fleischbeschaffenheit (faserig, brüchig, hart, weich, wässrig etc.), Verfärbung an Druck-, Schnitt- oder Kratzstellen, das Vorhandensein oder Nicht-Vorhandensein austretenden Milchsafte, sowie auf die Erscheinung von Hut- und Stielfleisch. Äußere Merkmalstypen sind die Hut-, Lamellen- und Stielform, die Beschaffenheit der Hutoberfläche, die Lamellenfärbung, die Stielbasis und Stieloberfläche sowie die Beschaffenheit einer Gesamt- oder Teilhülle. Da die Farbe des Sporenpulvers oft artspezifische Zweifel beseitigen kann, lassen sich unterstützend Sporenabwurfpräparate anfertigen und für zahlreiche Pilzarten können chemische Eigenschaften herangezogen werden, die zumeist auf Farbreaktionen nach Zugabe bestimmter Reagenzien beruhen: BON (2005) nennt Eisensulfat (FeSO_4), Phenol, Ammoniak (NH_3), Kalilauge (KOH), Guajaktinktur, Formaldehyd, Jodlösung, Sulfoformol (Formaldehyd und H_2SO_4) und Sulfovanillin. Abschließend sei noch die Pilzmikroskopie als weiteres Feld erwähnt, die für die Determinationen vieler, vor allem kleinerer Arten unerlässlich ist und zum Beispiel auch die Sporenuntersuchung ermöglicht. Bei der Bestimmung im Feld werden in der Regel auch immer die sensorischen Eigenschaften des Pilzes (Geruch, Geschmack) bei der Bestimmung berücksichtigt, die jedoch stark von der persönlichen Geländeerfahrung abhängen.

3 ÖKOLOGIE DER PILZE

3.1 Pilze in Lebensgemeinschaften

Die außergewöhnlich enge Verzahnung von Pilzen mit höheren Pflanzen wurde erst in jüngerer Zeit zum Beispiel anhand fehlgeschlagener Aufforstungsmaßnahmen in Nordamerika entdeckt, die erst nach Behandlung junger Bäume mit sogenannten Mykorrhizapilzen erfolgreich verliefen (LÜDER, 2008). Das Wort Mykorrhiza ist zusammengesetzt aus den Teilen *myces* (~Pilz) und *rhiza* (~Wurzel) und deutet bereits auf die Funktionsweise hin: Gemäß SCHAEFER (2003) beschreibt die Mykorrhiza eine Symbiose von Pilzen mit den Wurzeln Höherer Pflanzen, die entweder durch das Wachsen der Pilzhyphen zwischen den Wurzelrindenzellen als Ektomykorrhiza oder durch das Einwachsen der Hyphen ins Innere der Wurzelzellen als Endomykorrhiza ausgeprägt sein kann. Bei Waldbäumen spielt die erstgenannte, äußere Verbindung die deutlich größere Rolle, zumal die symbiotischen Interaktionen zwischen den beiden Partnern aufgrund des dichten Pilzgeflechts von intensiverer Natur sein müssen, weil die Wurzeln des Baumpartners nach LÜDER (2008) zuweilen sogar den direkten Kontakt zum Erdreich verlieren und keine Wurzelhaare mehr ausbilden müssen. Die extrazelluläre Verbindung der Pilzhyphen mit den Wurzelrindenzellen findet vorwiegend an Seitenwurzeln statt, die relativ kurz und dick bleiben, kann sich zum Beispiel bei manchen Buchenarten (*Fagus spec.*) aber auch auf die Hauptachse des Wurzelsystems ausdehnen (BICK, 1999). Der entscheidende Vorteil dieser Lebensgemeinschaft liegt in der hohen Effektivität des stofflichen Austausches zwischen den Symbionten begründet: Dadurch bedingt, dass die Pilzhyphen nur ca. ein Zehntel des Durchmessers der Wurzelhaare haben (LÜDER, 2008), können sie wesentlich effektiver in kleinste Bodenhohlräume vordringen. Und weil sie zugleich über eine wesentlich größere, physiologisch aktive Oberfläche besitzen, erfolgt eine größere Austauschrate von energiehaltigen Kohlenstoffverbindungen von der Pflanze als Makrosymbiont zum Pilz als Mikrosymbiont, was in umgekehrter Reihenfolge für mineralische Nährstoffe gilt. Außerdem schützt die Mykorrhiza die Pflanzenwurzel nicht nur mechanisch, sondern auch wirksam vor dem Eindringen parasitischer Pilze, pathogener Bakterien (BICK, 1999) und sogar vor Schwermetallen.

Nach OBERWINKLER (2005) rekrutieren sich die ektomykorrhizierten Pflanzenarten der heimischen Wälder lediglich aus den folgenden drei Hauptgruppen: Sie entstammen den Kieferngewächsen (Pinaceae) mit Fichte, Kiefer und Lärche als Nacktsamer sowie den Buchenartigen (Fagales) als Bedecktsamer mit den Buchengewächsen (Fagaceae) und

Birkengewächsen (Betulaceae). Die ökologischen Dimensionen der Baumpartner und somit auch Lebensräume von Ektomykorrhizapilzen entsprechen somit der weltweiten Verbreitung der Kiefern-, Buchen- und Birkengewächse, deren Ausmaß sich anhand Abbildung 1 am Beispiel der Kiefern gut nachvollziehen lässt.

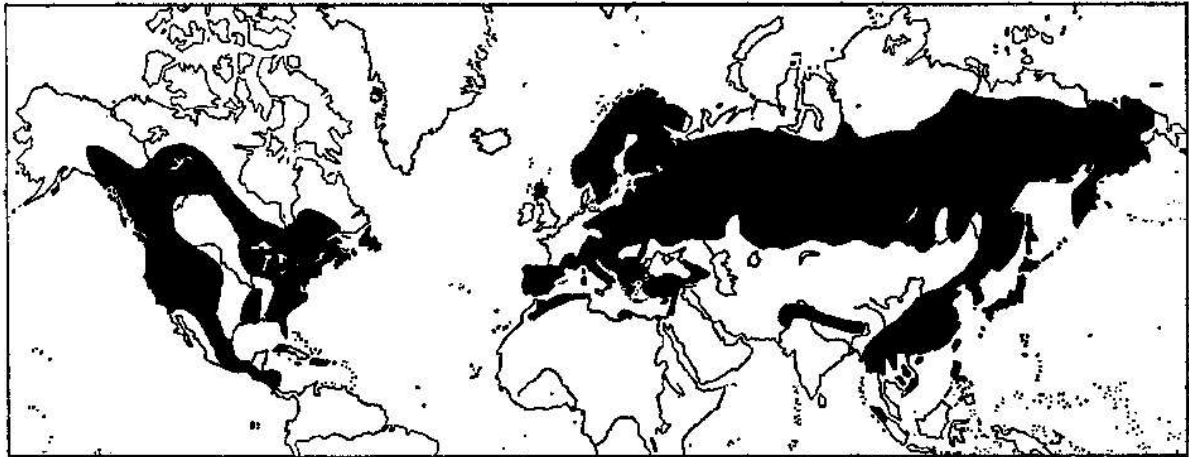


Abbildung 1: Weltweites Gesamtareal der Kieferngewächse mit gleichzeitiger Repräsentativität für die Buchengewächse der nördlichen Hemisphäre [nach KRÜSSMANN (1983) in OBERWINKLER (2005)]

Konkret nennt BICK (1999) obligate Mykorrhizaverbindungen in sommergrünen Laubwäldern für Arten von *Abies*, *Larix*, *Picea*, *Pinus* sowie *Carpinus*, *Fagus* und *Quercus* als Makrosymbiont. Fakultatives Auftreten ist unter anderem möglich bei *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Corylus*, *Salix* und *Ulmus*. Als Mikrosymbionten beteiligte Pilze entstammen gemäß vorgenannter Autorschaft überwiegend den Schlauchpilzen (Ascomycetes) und Ständerpilzen (Basidiomycetes) mit zum Beispiel den Arten Fliegenpilz (*Amanita muscaria*), Echter Pfifferling (*Cantharellus cibarius*), Steinpilz (*Boletus edulis*) und weiteren *Boletus*-Arten sowie fast allen Milchlingen (*Lactarius*) und Täublingen (*Russula*) aus insgesamt etwa 65 Gattungen. Konkrete organismische Vernetzungen bestehen zum Beispiel zwischen dem Fichtenreizker (*Lactarius deterrimus*) mit der Fichte (*Picea abies*), dem Lachsreizker (*Lactarius salmonicolor*) als strengen Mykorrhizapilz mit der Tanne (*Abies alba*) und dem Birkenpilz (*Leccinum scabrum/ Krombholziella scabra*), der streng an das Vorhandensein von Birken (*Betula spec.*) gebunden ist (Abbildung 2). Nach BICK (1999) werden durch die Mykorrhizen nicht nur Höhere Pflanzen gleicher Art miteinander verknüpft, sondern auch artübergreifend, was sicherlich mit der Variabilität in der Auswahl der Lebenspartner erklärt werden kann.



Abbildung 2: Ektomykorrhiza zwischen Birkenpilz und Birke. Die Symbiose ist nicht immer sofort ersichtlich: Tatsächlich jedoch befindet sich der Birkenpilz (*Leccinum scabrum*) auf einem moosbewachsenen Birkenstumpf (*Betula spec.*).

Als Grenzbereich des Auftretens von Pilzen kann abschließend noch die symbiotische Lebensgemeinschaft mit Algen als sogenannte Flechten angesehen werden: Sie dienen in Pionierlebensräumen und infolge ihres Stoffwechsels nicht nur als Wegbereiter für die nachfolgende Sukzession durch Moose und Höhere Pflanzen, sondern stellen auch sensible Indikatoren für Umweltveränderungen dar. Besonders Baumflechten gelten als besonders gute Zeigerorganismen, weil die Pflanzenrinde gegen die schädliche pH-Absenkung durch saure Niederschläge schlechter gepuffert ist als Steine oder Mauern (SCHAEFER, 2003).

3.2 Lebensraumansprüche und Indikatorfunktion

Zwischenartlich existieren bei einigen Pilzen deutliche jahreszeitliche Unterschiede in der Bildung ihrer Fruchtkörper: So wachsen zum Beispiel Morcheln (*Morchella spec.*) im Frühjahr, Frostschnacklinge (*Hygrophorus hypothejus*) im Spätherbst und Samtfußrüblinge (*Flammulina velutipes*) im Winter (BON, 2005). Auch der Austern-Seitling (*Pleurotus ostreatus*) benötigt leichte Nachtfröste für die Ausbildung seiner Fruchtkörper (Fruktifikation) und tritt erst im späten Herbst oder in milden Wintern auf. Innerhalb einer Pilzart ist das zeitliche Auftreten im Jahresvergleich insgesamt stärker geprägt von variablen Milieubedingungen (insbesondere der Witterung) als von konstanten Faktoren wie zum

Beispiel der Tageslichtlänge, so dass sich im Vergleich zur Pflanzenwelt keine so eng terminierte Phänologie aus ihrem Entwicklungsgeschehen ableiten lässt. Und selbst das räumliche Erscheinen der Pilze unterliegt gemeinhin einer gewissen Unberechenbarkeit, was nicht zuletzt Schwierigkeiten bei der flächendeckenden und zuverlässigen Artenkartierung bereitet (BON, 2005). Eine gute Eignung vieler Pilze als Bioindikatoren ist allerdings aufgrund der hohen Bindung seltener Arten an seltene Lebensräume sowie ihrer breiten ökologischen Vernetzung mit unterschiedlichsten Substrattypen bzw. Wirten gegeben. Somit reagieren Pilze empfindlich auf Standortveränderungen und können durch ihren Rückgang vielfach den Landschaftswandel dokumentieren (LÜTT, 2003). Ein prinzipieller Anspruch an den Lebensraum fast aller Pilzarten ist ihre hohe Strukturbindung: Unabhängig von ihrer Lebensform werden sowohl saprobiontische, parasitäre als auch symbiotische Arten durch ein heterogenes Angebot an Nahrung, Wirten oder Lebenspartnern begünstigt. Vielfältig strukturierte Wälder mit Mischbeständen und einem möglichst hohen Grad an Naturnähe bieten (nicht nur) Pilzen wesentlich bessere Lebensbedingungen als monotone Forste im Altersklassenbetrieb (Abbildung 3).



Abbildung 3: Fichtenmonokultur (links) gegenüber naturnahem Laubmischwald (rechts): Im Vergleich zum strukturierten, totholzreichen Laubwald weist der naturferne Fichtenforst infolge Lichtmangels nur spärlichen Unterwuchs auf.

In Anlehnung an das Modell der Zeigerpflanzen nach ELLENBERG (2001) lassen sich auch typische Pilzarten mit engen Umweltansprüchen dahingehend sortieren und aus dem Vorhandensein mehrerer Arten mit ähnlichen Zeigerwerten können Rückschlüsse auf ihren Lebensraum gezogen werden. LÜDER (2008) unterscheidet nach den wesentlichen Standortcharakteristika die Gruppen Trockenzeiger, Feuchtezeiger, Säurezeiger und Kalkzeiger und nennt jeweils die wichtigsten Artenbeispiele (Anhang, Tabellen 2-5) sowie einige typische Pflanzenarten, die potentiell in Vergesellschaftung am jeweiligen Standort vorkommen.

Daneben können auch Pilze selbst aufgrund ähnlicher Standortansprüche oder identischer Baumpartner als Indikatoren für das Vorkommen weiterer Pilzarten herangezogen werden. Erfahrene Pilzsammler nehmen in Fichtenbeständen zum Beispiel gern das Auftreten von Fliegenpilzen (*Amanita muscaria*) als Anzeiger für mögliche Steinpilzvorkommen wahr. Auch Mehl-Räslinge (*Clitopilus prunulus*) gelten als gute Steinpilzzeiger und bieten obendrein selbst einen hohen Speisewert (LÜDER, 2008). Übrigens ist bei Pilzen grundsätzlich auch mit dem Vorkommen von Arten zu rechnen, die nicht natürlicherweise, sondern erst sekundär durch anthropogene Baumanpflanzungen an ihren Standort gelangt.

3.3 Bedeutung im Stoffkreislauf

Als Destruenten sind Pilze ein ganz entscheidendes Bindeglied zwischen lebender und toter Materie im Naturhaushalt. In unseren Ökosystemen zersetzen sie etwa 90 % der durch absterbende Organismen anfallenden Biomasse und bereiten damit den Weg für die erneute Einspeisung in den Stoffkreislauf (PERŠOH ET AL., 2012). Zur großen Gruppe der saprobiontisch lebenden Pilze wie Holz-, Humus- und Dungbewohner zählen viele stenöke Arten, die einen hohen Grad an Spezialisierung aufweisen. So existieren zum Beispiel Arten, die spezifisch an abgeworfenes Horn- oder Geweihmaterial, Vogelfedern oder wiederum an andere, faulende Pilzfruchtkörper als Substrat gebunden sind wie zum Beispiel der Stäubende Zwitterling (*Nyctalis agaricoides*) (BON, 2005). Eine wesentliche Rolle in Forst und Wald spielt die Umsetzung der anfallenden Streu: Neben der Streu von Laubbäumen ist besonders die schwer zersetzbare Nadelstreu mit einem hohen Ligningehalt eine große Herausforderung für Spezialisten wie dem Nadel-Schwindling (*Micromphale perforans*). Vertreter wie der Fichtenzapfenrübbling (*Strobilurus esculentus*) oder der Mäuseschwanz-Rübbling (*Baeospora myosura*) haben sich auf am Boden liegende Zapfen von Nadelbäumen spezialisiert. Verrottendes Buchenlaub wird zum Beispiel vom Blätter-Stinkschwindling (*Micromphale brassicolens*) zersetzt, wohingegen abgefallene Zweige vom Laubholz-Stinkschwindling

(*Micromphale foetidum*) als nahem Verwandten und Laubholzstämmen gern vom Zitronengelben Holzbecherchen (*Bisporella citrina*) besiedelt werden. Letzterer Pilz veranschaulicht gut, dass selbst Arten mit stecknadelkopfgroßen Fruchtkörperbildungen zu den Großpilzen gezählt werden, soweit sie makroskopisch erkennbar sind (Abbildung 4).



Abbildung 4: Zitronengelbes Holzbecherchen (*Bisporella citrina*) als typischer Laubholzdestruent. Nach LÜDER (2008) handelt es sich sogar um eine essbare Art, die nur infolge ihrer geringen Größe kulinarisch unbedeutend ist.

Grundsätzlich unterscheidet man bei der saprophytischen Holzzerlegung die Weißfäule als Prozess der Ligninzerlegung (Holz wird heller, faserig und nimmt durch Quellung an Volumen zu), die Braunfäule als Prozess der Zellulosezerlegung (Holz wird braun und zerbricht würfelförmig) sowie die Moderfäule (ähnlicher Verlauf wie Braunfäule, erfolgt jedoch speziell bei sehr nassem Holz). Führt man sich vor Augen, dass im weltweiten Maßstab jährlich etwa 200 Mrd. Tonnen Lignozellulose als verholzte Pflanzenzellwände gebildet werden (DEIGELE, 2009), wird rasch die enorme Zersetzungslast durch die biochemischen Prozesse der Pilze bewusst. Nach OBERWINKLER (2005) existieren ferner auch bedeutende ökosystemare Verknüpfungen zwischen den saprobiontischen Arten und den Mykorrhizapilzen, indem die Zersetzungsendprodukte der Saprobionten in Form pflanzenverfügbarer Nährstoffe wiederum dem Mykorrhizapilzgeflecht und somit den Höheren Pflanzen zur Verfügung stehen.

4 SPEISE- UND GIFTPIILZE

Eine Aussage zur Abhängigkeit der Giftwirkung von der Dosis, die bis dato nichts an Aktualität einbüßen musste, formulierte bereits PARACELTUS (1493 - 1541): „*Dosis sola venenum facit*“, was sinngemäß ins Deutsche übersetzt so viel bedeutet wie „Alle Dinge sind Gift und nichts ohne Gift – allein die Menge macht das Gift.“. Eine zweifelsfreie Aussage zur Giftigkeit einiger Arten erscheint selbst nach heutigem Wissen nicht möglich, da unsere Kenntnisse größtenteils empirisch auf bisher gemachten Erfahrungen basieren und nicht vollständig sind. Pilzvergiftungsfälle können nach HAUSNER (2009) nicht zuletzt mit der falschen Zubereitung (unzureichendes Erhitzen), den äußeren Umständen beim Verzehr (gemeinsam mit Alkohol), allergischen Reaktionen oder sekundären Vergiftungen durch verdorbene Mahlzeiten zusammenhängen und selbst unspezifische, individuelle Überempfindlichkeiten und angeborene Intoleranz gegenüber bestimmten Inhaltsstoffen sind möglich. In der modernen Bestimmungsliteratur ist nach dem Kriterium ihrer Verzehrbarkeit die Einteilung der Höheren Pilze in folgende Kategorien üblich: Sehr guter Speisepilz, essbar, eingeschränkt essbar, kein Speisepilz, giftig, stark giftig (LÜDER, 2008). Besonders die Kategorie „kein Speisepilz“ verdeutlicht, dass nicht alle ungiftigen Pilzarten automatisch essbar sind. Viele Arten sind schlicht schon wegen ihrer Größe oder Konsistenz uninteressant; andere Arten sind einfach ungenießbar wie zum Beispiel der bittere Gallenröhrling (*Tylopilus felleus*).

Giftpilze lassen sich phylogenetisch nicht abgrenzen und treten in zahlreichen Pilzfamilien und unterschiedlichen Gattungen auf. Wohl einer der weltweit bekanntesten Pilze ist der Fliegenpilz (*Amanita muscaria*), über dessen vermeintlich tödliche Giftigkeit man zumindest im deutschsprachigen Kulturkreis in der Regel schon im frühen Kindesalter aufgeklärt wird. Tatsächlich handelt es sich bei diesem Pilz zwar um einen giftigen Vertreter, der aber lediglich „Magen-Darm-giftige“ Wirkung besitzt. In fremden Kulturkreisen werden Fliegenpilze in schwacher Dosis gar gezielt als rituelles Rauschmittel eingesetzt. Eine in der Tat tödlich giftige Pilzart, die den meisten Laien und fatalerweise selbst Gelegenheitspilzsammlern nicht immer hinreichend bekannt ist, ist der Grüne Knollenblätterpilz (*Amanita phalloides*). Aufgrund seiner Verwechslungsgefahr mit Champignons (*Agaricus spec.*), essbaren Täublingen (*Russula spec.*), Grünlingen (*Tricholoma equestre*) oder Kaiserlingen (*Amanita caesarea*) ist er für 90 % aller tödlichen Pilzvergiftungen verantwortlich (LÜDER, 2008). Mit dem wohlschmeckenden Perlpilz (*Amanita rubescens*) leicht verwechselt wird der ebenfalls äußerst giftige Pantherpilz (*Amanita pantherina*). An den vorgenannten Beispielen lässt sich gut darstellen, dass generell

eine umso größere Verwechslungsgefahr als Ausdruck der phänotypischen Ähnlichkeit angenommen werden kann, je enger die botanischen Verwandtschaftsbeziehungen zwischen den essbaren und giftigen Doppelgängern sind. In der Fachliteratur werden spezifische Vergiftungserscheinungen beschrieben, worauf hier aus Platzgründen nicht ausführlich eingegangen werden kann. LÜDER (2008) nennt folgende Giftwirkungen: Phalloides-Syndrom, Orellanus-Syndrom, Pantherina-Syndrom, Muskarin-Syndrom, Gastrointestinales Syndrom, Coprinus-Syndrom und Psilocybin-Syndrom, die ergänzt werden können um das Ergotismus-Syndrom, Paraphalloides-Syndrom, Gyromitra-Syndrom sowie um die beiden neueren Krankheitsbilder Rhabdomyolyse und Akromelalgie (BON, 2005).

Um gefährliche Verwechslungen bei vermeintlichen Speisepilzfunden zu vermeiden, wird gemeinhin empfohlen, unterschiedliche Bestimmungsmerkmale an jedem einzelnen Fruchtkörper sorgfältig zu überprüfen. Bei der Bestimmung mittels Literatur empfiehlt sich weiterhin die Verwendung unterschiedlicher Bücher und gegenüber fotografischen Abbildungen bieten hochwertige Zeichnungen grundsätzlich den Vorteil, die Gesamtheit aller Merkmale auf einen Blick darzustellen. Nichtsdestotrotz können auch Fotos dabei helfen, den zu bestimmenden Pilz in realistischer Weise darzustellen. Von entscheidender Bedeutung sind für die sichere Pilzbestimmung außerdem Informationen zum Fundkontext, wie zum Beispiel eine Beschreibung des üblichen Habitats oder Hinweise zu bevorzugten Baumpartnern. Neben der Verwendung gängiger Bestimmungsliteratur kann es ratsam sein, den Fund vor Ort durch legitimierte Pilzsachverständige der Deutschen Gesellschaft für Mykologie e.V. [DGfM] überprüfen zu lassen. Weil für Pilzkrankungen keine Meldepflicht besteht, existieren nur Schätzungen, die für Deutschland im jährlichen Durchschnitt zwar von mehreren hundert pilzbedingten Vergiftungen, aber nur sehr wenigen Todesfällen ausgehen.

Im deutschsprachigen Raum ist etwa mit dem Auftreten von 20-30 tödlich giftigen Pilzarten zu rechnen. Demgegenüber stehen einige hundert essbare Arten, von denen allerdings nur ca. hundert von kulinarisch größerem Interesse sind. Neben den echten Pilzvergiftungen werden in praxi vielmehr sekundäre Lebensmittelvergiftungen infolge des Verzehrs verdorbener Pilze beobachtet. Je nach Pilzart kann dieses Problem besonders bei unsachgemäßer Lagerung bereits nach wenigen Tagen (z.B. Champignons) oder gar Stunden (z.B. Tintlinge) auftreten. In den Medien kommt es daher regelmäßig zu Negativschlagzeilen wie zum Beispiel bei Supermarktfunden deutlich überlagerter, nicht mehr verzehrfähiger Pfifferlinge (*Cantharellus cibarius*) im Jahr 2011. Grundsätzlich sollte die Lagerung von Speisepilzen kühl und luftig erfolgen. Eine Art, die beim Rohverzehr und bei unzureichender

Erwärmung häufig zu Vergiftungen führt, ist zum Beispiel der Hallimasch (*Armillaria spec.*). In der Fachliteratur wird daher mit Ausnahme von Zuchtchampignons pauschal davor gewarnt, Pilze roh zu verzehren und es ist auf ein vollständiges Erhitzen über mindestens 15 Minuten zu achten.

5 TOURISTISCHE BEDEUTUNG

Nach dem schrecklichen Reaktorunglück von Tschernobyl im Jahre 1986 kam es in Teilen Mittel- und Nordeuropas regional zu hohen Strahlenbelastungen. Da Pilze zur Anreicherung bestimmter Schad- und Gefahrstoffe neigen, waren auch ihre Fruchtkörper betroffen und vielerorts kritisch mit mehr als 600 Bq/kg radioaktivem Cäsium belastet. Die vom Bundesgesundheitsamt empfohlene, jährliche Höchstmenge für den Verzehr wird gegenwärtig aber selbst in belasteten Gebieten mit 13 kg pro Person angegeben. Dies entspricht immerhin einer wöchentlich verzehrbaren Pilzfrischmasse von bis zu 250 g pro Person (LÜDER, 2008). Heutzutage ist die Strahlenbelastung deutlich zurück gegangen und Pilze haben ihre Bedeutung für die Sammlung zu Speisezwecken nahezu vollständig wiedererlangt. Ein recht gutes Maß für die Entwicklung der Sammelaktivität dürfte grundsätzlich die Zahl an Pilzvergiftungen darstellen, für die allerdings bislang keine zentrale Registrierungspflicht besteht. Diese hatte sich im Jahr 2010 nach Angaben des Göttinger Giftinformationszentrums (GIZ Nord) von durchschnittlich 300 Fällen in den Vorjahren auf erwartungsgemäß 600 Verdachtsfälle verdoppelt, wie umfassend und verbunden mit eindringlichen Warnhinweisen in der damaligen Tagespresse berichtet wurde (NOZ.DE, 2010). Neben der Tatsache, dass es sich beim Jahr 2010 witterungsbedingt um ein überdurchschnittlich ertragreiches Pilzjahr handelte und daher wahrscheinlich auch eine größere Fundanzahl zugrunde liegt, spricht dieser Trend auch für eine Zunahme des freizeithlichen Pilzesammelns. Wenngleich der Pilztourismus sicherlich keinen überragenden ökonomischen Nutzen verspricht, so ist er in bestimmten Regionen wie zum Beispiel dem Harz oder Schwarzwald schon fest verankert und kann besonders in beliebten Urlaubsregionen auch gut für spontan geplante und familienkompatible Kurzausflüge mit hohem Erholungswert genutzt werden, die vergleichbar mit dem Kanu-, Angel- oder Reitsport und für nahezu alle Altersgruppen geeignet sind. Um sowohl Anfängern als auch Fortgeschrittenen den Umgang mit Pilzen zu ermöglichen, haben sich lokal schon erste Bildungsangebote wie Pilzschulen, Pilzlehrpfade, oder Naturkundemuseen etabliert, die zudem für (über-)regionale Werbewirksamkeit sorgen. Randbereiche, die aber auch von untergeordneter, touristischer Relevanz sein können, liegen desweiteren in der anmutenden

Ästhetik vieler Pilzarten begründet: Als Bestandteil der Naturfotografie hat sich bereits die Nische der Pilzfotografie entwickelt. Ebenso werden Pilze manchmal für handwerkliche Bastelarbeiten gesammelt, um zum Beispiel Gestecke, Textilien oder Schmuck herzustellen.

Speisepilzsammelnde Neueinsteiger sind grundsätzlich gut beraten, sich zunächst den Röhrenpilzen zu widmen, da in dieser Gruppe keine tödlich giftigen Arten vorkommen und die Magen-Darm-giftigen Vertreter aufgrund farblich auffälliger Röhrenfarbe und spezifischer Habitatwahl recht leicht unterscheidbar sind. Da bei Beschäftigung mit neuen Speisepilzen jedoch einzig die solide Artenkenntnis einen wirksamen Schutz vor Vergiftungen bietet, verfügen erfahrene Pilzsammler in der Regel über ein ausgeprägtes Wissen um einzelne Arten und spätestens mit fortschreitender Erfahrung wird aus eigenem Antrieb nahezu zwangsläufig das Wissen um die ökologischen Zusammenhänge geschult. Bestenfalls rekrutieren sich aus dem Pool pilzbegeisterter Neueinsteiger womöglich engagierte Hobbymykologen, die ehrenamtlich zum Ausbau und zur Weitergabe des Pilzwissens beitragen möchten. Soweit stellt das Sammeln von Speisepilzen ein gutes Beispiel für gelungenen Naturschutz durch Naturnutzung dar und vermag zu einem gesteigerten Umweltbewusstsein in der Bevölkerung beizutragen, wobei die natur- und artenschutzbezogenen Aspekte im folgenden Abschnitt erläutert werden sollen.

6 NATUR- UND ARTENSCHUTZFACHLICHE ASPEKTE

Dass auch Pilzlebewesen zu den Zielgruppen des Naturschutzes zählen, zeigt sich anhand verschiedener Schriften, die als Maß für ihre Gefährdungssituation herangezogen werden können und öffentlich zugänglich sind. Von bundesweiter Unterschutzstellung betroffene Arten sind aufgeführt in der Bundesartenschutzverordnung und ferner sind auf verschiedenen Ebenen sogenannte „Rote Listen“ erstellt worden, die zumeist auf Länderebene den Verbreitungs- und Gefährdungsgrad einzelner Arten wiedergeben. Grundsätzlich sind auch Pilze aufgrund allgemeiner Verdrängung natürlicher Landschaftsbestandteile seltener geworden, wie GERHARDT (2008) am Beispiel des im stadtnahen Bereich nahezu ausgerotteten Pfifferlings (*Cantharellus cibarius*) verdeutlicht. Obgleich die Pfifferlinge zu den beliebtesten Speisepilzen zählen, ist aber offenbar nicht das Sammeln ihrer Fruchtkörper für den Artrückgang verantwortlich: Denn weil die Fruchtkörper lediglich die generativen Verbreitungsorgane des eigentlichen Pilzes darstellen, wird in der Fachliteratur gern der Vergleich zum Abernten eines Obstbaumes gezogen und übereinstimmend erklärt, dass weder der Obstbaum, noch das Pilzmyzel bei der ordnungsgemäßen Ernte Schaden erleiden wird

(GERHARDT, 2008; LÜDER, 2008). Unter ordnungsgemäßer Pilzernte wird gemeinhin das umsichtige Verhalten in Wäldern sowie das vorsichtige Herausdrehen oder Abschneiden der Fruchtkörper verstanden mit dem Ziel, nicht mehr zu entnehmen als für den eigenen Bedarf benötigt wird. Häufig wird auch geraten, seltene und ältere Exemplare grundsätzlich stehen zu lassen und nicht zwingend noch den letzten Fruchtkörper zu sammeln, damit die übrig gelassenen Exemplare ihre Verbreitungsaufgabe noch erfüllen können (LÜDER, 2008). Dass tatsächlich nicht wenige beliebte Speisepilze einen hohen Schutzstatus aufweisen, zeigt Tabelle 1. Dabei handelt es sich aber größtenteils um einen eingeschränkten Schutz, der zwar die Aneignung größerer Mengen und den Handel verbietet, aber dafür gestattet, gewisse Mengen für den privaten Eigenbedarf zu sammeln (GERHARDT, 2008). Als hingegen absolut geschützte Art, die in Deutschland strengem Schutz unterliegt und nicht gesammelt werden darf, wird der Grünling (*Tricholoma equestre*) genannt. Auch wenn eine direkte Übernutzung der Pilzbestände aufgrund der Sammelmethode (Pflücken, Abschneiden) ziemlich sicher ausgeschlossen werden kann, liegen weitere potentielle Umweltbeeinträchtigungen in dem mit dem Sammeln verbundenen Betreten des Waldbodens. Außerdem sind Konflikte mit den Belangen von Wildtieren, oder anderen Nutzungsinteressen wie der Ausübung von Jagd oder Forstwirtschaft denkbar, die durch gegenseitige Rücksichtnahme aber vermieden werden können (LÜDER, 2008). Im Einzelfall sind stets auch mögliche Nutzungs- oder Betretungseinschränkungen durch Waldgesetze und regionale Schutzgebietsverordnungen zu beachten.

Tabelle 1: Geschützte Speisepilze gemäß Bundesartenschutzverordnung [verändert nach Lüder (2008)]. * laut §2 BArtSchV ist das Sammeln für private Zwecke in kleinen Mengen gestattet (1 kg pro Tag und Person)

Deutsche Bezeichnung	Wissenschaftliche Bezeichnung
Brätling	<i>Lactarius volemus</i> *
Erlengrübling	<i>Gyrodon lividus</i>
Kaiserling	<i>Amanita caesarea</i>
Morcheln, alle Arten	<i>Morchella</i> (alle Arten)
Pfifferlinge und alle anderen Leistlinge	<i>Cantharellus</i> (alle Arten)*
Kamm-Porling	<i>Scutiger cristatus</i>
Schaf-Porling	<i>Scutiger ovinus</i>
Semmel-Porling	<i>Scutiger confluens</i>
Raufußröhrlinge, alle Arten	<i>Leccinum</i> (alle Arten)*
Anhängsel-Röhrling	<i>Boletus appendiculatus</i>
Blauer Königsröhrling	<i>Boletus speciosus</i>
Echter Königsröhrling	<i>Boletus regius</i>
Sommer-Röhrling	<i>Boletus fechtneri</i>
Schweinsohr	<i>Gomphus clavatus</i> *
Saftlinge, alle Arten	<i>Hygrocybe</i> (alle Arten)
Echter Steinpilz	<i>Boletus edulis</i> *
Schwarzhütiger Steinpilz	<i>Boletus aereus</i>
Trüffeln	<i>Tuber</i> (alle Arten)

Eine im Vergleich zu privaten Sammelaktivitäten ungleich größere Gefahr stellen grundsätzlich die gravierenden Umweltveränderungen der Neuzeit dar: So reagieren viele Pilze empfindlich auf Eutrophierungserscheinungen durch Stickstoffeinträge, kalkliebende Arten leiden unter zunehmender Oberbodenversauerung und den meisten waldbewohnenden Pilzen gemeinsam ist die Zerstörung ihrer Lebensräume infolge intensiver Forstnutzung. Mit der letztgenannten Gefährdungsursache geht vielfach auch ein direkter, mechanischer Schaden des Pilzmyzels durch bodenverdichtende Maschinen und Fahrzeuge einher (LÜDER, 2008), der nebenbei wegen seiner vermindernden Wirkung auf den pedogenen Gasaustausch mit der Atmosphäre auch noch die Atmungsaktivität der Pilze negativ beeinträchtigen kann.

Wirtschaftswälder sind häufig durch gezielten Altersklassenbetrieb gekennzeichnet, deren Reinbestände im Gegensatz zu voll entwickelten Naturwäldern einen deutlich geringeren Anteil an Habitaten bieten und eine hohe Biodiversität nicht zulassen. Unter den vorherrschenden Klima- und Konkurrenzbedingungen ist für Mitteleuropa weiträumig die Rotbuche (*Fagus sylvatica*) prägende Art des sommergrünen Laubwaldes (BICK, 1999). Naturnahe Laubwaldtypen als potentielle natürliche Vegetation bestehen neben ihrer Baumschicht aus einer vielfältig strukturierten Strauch-, Kraut- und Moosschicht. Neben dem Innenleben im Wald spielt die Mantelzone als wertvolles Ökoton eine entscheidende Rolle für die Artenausstattung. Nicht nur Tier- und Pflanzenarten, sondern auch Pilzarten finden hier infolge vieler Nischen gute Lebensbedingungen. In unserer mitteleuropäischen Kulturlandschaft entsprechen die heutigen Wälder weder in ihrer Fläche noch in ihrem aktuellen Aufbau der potentiellen Bewaldung. Vor intensiven Rodungen in den vergangenen Jahrtausenden betrug der Waldanteil der Bundesrepublik 95 % gegenüber den heutigen 30 % (BICK, 1999). Urwälder im eigentlichen Sinne beherbergt die Kulturlandschaft nicht mehr, insofern scheint den vorgenannten Idealbedingungen wohl der ökologische Waldbau am nächsten: Dieser berücksichtigt die natürliche Selektion, in dem bei geringem Mitteleinsatz bevorzugt Einzelbäume gerntet werden, die zum Beispiel sowieso im Konkurrenznachteil stehen. Demgegenüber werden dominierende Einzelbäume bevorzugt stehen gelassen, da sie neben ihrem genetischen Erbe gute Voraussetzungen mitbringen, Phasen ökologischer Extreme zu überdauern. Einzelbäume mit besonderer Habitatfunktion für große Prädatoren wie Eulen etc. (z.B. Höhlenbäume) werden nach Möglichkeit geschützt, da deren Bewohner eine tragende Rolle im Nahrungsnetz der Wälder spielen. Für saprophytisch lebende Pilze wiederum von großer Bedeutung ist ein angemessener Totholzanteil, der in der ökologischen Waldbewirtschaftung ebenfalls Berücksichtigung findet. Das Ziel zur nachhaltigen Bewirtschaftung, also der Verhinderung einer Übernutzung natürlicher Ressourcen, wurde

übrigens schon im Jahre 1713 erstmals von CARLOWITZ für die Forstwirtschaft postuliert und dient nach wie vor als Grundlage für unser heutiges Nachhaltigkeitsverständnis.

Neben den im Vorwege dargestellten, überwiegend positiven Auswirkungen der Großpilze auf Waldlebensräume, sei abschließend noch erwähnt, dass zahlreiche phytoparasitierende Formen Niederer Pilze existieren, die als spezifische Krankheitserreger in der Forstwirtschaft ernste Bedrohungen für ganze Baumbestände darstellen können. Nach BRÄSICKE & WULF (2011) werden besonders Erreger von Trieb- und Nadelkrankungen wie zum Beispiel des Diplodia-Triebsterbens an Koniferen (*Sphaeropsis sapinea*), der Rostigen bzw. Rußigen Douglasien-Schütte (*Rhabdocline pseudotsugae* bzw. *Phaeocryptopus gaeumannii*), der Lärchen-Schütte (*Mycosphaerella laricina*), der Fichtennadelröte (*Lophodermium abietis*, *Rhizosphaera kalkhoffii*) und des Triebsterbens der Fichte (*Sirococcus conigenus*) als forstwirtschaftlich relevante Krankheiten genannt. Weitere ökonomisch wichtige Pilzkrankheiten sind zum Beispiel die durch den Wurzelschwamm (*Heterobasidion annosum*) hervorgerufene Rotfäule, die besonders im Norden Deutschlands problematisch ist, und der Kiefernbauenschwamm (*Porodaedalea pini*), der Stammfäule im Kiefernkernholz verursacht und in weiten Teilen Brandenburgs verbreitet ist. Es ist davon auszugehen, dass ein übermäßig starkes Auftreten solcher Krankheiten aber zumeist relativ eng an Monokulturen geknüpft ist, womit das Ausmaß der Schäden in naturnah bewirtschafteten Wäldern aus naturschutzfachlicher Sicht tendenziell von etwas geringerer Relevanz sein dürfte.

7 ZUSAMMENFASSUNG

Wie sich gezeigt hat, ist das Reich der Pilze durch eine beachtliche Vielgestaltigkeit und Formenvielfalt charakterisiert. Bezogen auf den Lebensraum Wald lässt sich festhalten, dass Pilze und Bäume sich gegenseitig bedingen und eine Schwächung der einen Komponente zwangsläufig eine Beeinträchtigung der Anderen zur Folge hat. Daraus kann nur geschlussfolgert werden, Pilze als integralen Bestandteil der Waldschutzkonzepte zu betrachten. Die heimische Pilzflora benötigt in erster Linie den Ausbau und die Erhaltung gut strukturierter Waldbiotop, was umso mehr für sehr waldflächenarme Gebiete wie zum Beispiel Schleswig-Holstein gilt. Nach OBERWINKLER (2005) ist sogar fest davon auszugehen, dass es ohne Pilze keine Waldökosysteme in der uns heute bekannten Form gäbe. Dass der Schutz von Pilzen eng mit dem Pflanzenschutz verknüpft ist, belegen auch die Angaben von LÜTT (2003), nach denen 96 % aller höheren Pflanzen von Symbiosen mit Pilzen abhängig sind. Speziell Wälder sind darüber hinaus wertvolle Landschaftsbestandteile mit hoher

Biodiversität, erfüllen in Bezug auf den Wasser- und Nährstoffhaushalt wichtige Speicher- und Pufferfunktionen, sind nicht zuletzt verbindende Landschaftselemente und bieten dabei wegen günstiger mikroklimatischer Verhältnisse aktuelles und vor dem Hintergrund globaler Klimaveränderung wohl auch zukünftiges Potential als Rückzugsort und Quellbiotop. Mit Eingriffen in unsere Waldökosysteme verändern wir unausweichlich auch die Mykoflora. Erntezunehmende Bedrohungen für Pilze ergeben sich weniger durch das vernünftige und maßvolle Sammeln ihrer Fruchtkörper, sondern vielmehr durch intensive oder unsachgemäße Bewirtschaftungsformen, die Wald- und Forstbiotope ausschließlich als Ort der Holznachlieferung betrachten. Um den gesellschaftlichen Fokus stärker auf die Wahrnehmung von Wäldern als elementare Lebensräume zu lenken und die Bevölkerung auf deren hohe Schutzbedürftigkeit aufmerksam zu machen, wurde erst das Jahr 2011 durch die Vereinten Nationen (UNO) offiziell zum Internationalen Jahr der Wälder erklärt.

Doch auch mit dem bloßen Wissen um die Unabdingbarkeit von Pilzen für Waldlebensräume im Hinterkopf, muss erst noch vieles in Erfahrung gebracht werden: Von kaum einer Organismengruppe scheint in der modernen und wissensorientierten Neuzeit noch so wenig bekannt wie von Pilzen. Schon die länderübergreifende Erstellung einer soliden Datenbasis zum Artenvorkommen, die in Deutschland vorrangig durch die Kartierarbeit vieler ehrenamtlich tätiger Amateurmykologen betrieben wird (DGFM-EV.DE, 2011), gestaltet sich mühselig und ist insbesondere für seltene (Nicht-Speisepilz-)Arten noch zu großen Teilen unvollständig. Auch kurzlebige Arten können leicht übersehen werden, so dass für eine hinreichend zuverlässige Erfassung des Artenbestandes ständige Kontrollgänge erforderlich wären (BON, 2005). Da Verbreitungskarten in Wirklichkeit nur „Fundkarten“ darstellen, liegt die Vermutung nicht allzu fern, dass solche Werke in einigen Fällen hoher Diversität an seltenen Pilzarten wohl eher die Wohnortnähe zu erfahrenen Mykologen widerspiegeln als die tatsächliche Dispersion der Arten.

Dass demgegenüber die funktionalen Netzwerkbeziehungen der Pilze zu anderen Organismen noch viel weniger verstanden sind, liegt auf der Hand. Doch eben diese verworrenen, organismischen Verbindungen machen vermutlich erst das wirkliche Ausmaß ihrer ökosystemaren Bedeutung aus. Was lange Zeit nur unter erheblichem Aufwand in langfristigen Mesokosmenversuchen empirisch in Erfahrung gebracht werden konnte, wird aktuell durch neue wissenschaftliche Methoden in der Pilzökologie ergänzt: Mittels sogenannter „EcoChips“ (microarrays), die nur wenige Quadratzentimeter groß sind und auf der Entschlüsselung des Transkriptoms (RNA, Ribonukleinsäure) beruhen, ist es

Wissenschaftlern der Universität Bayreuth nicht nur gelungen, Boden- oder Pflanzenmaterial mit einer bislang unerreichten Trefferquote auf die darin enthaltenen Pilzarten zu analysieren, sondern auch Auskunft darüber zu geben, welche Funktionen die jeweiligen Pilzarten in ihrer Umwelt innehaben (PERŠOH ET AL., 2012).

Zum Abschluss sei noch kritisch angemerkt, dass mit Blick auf all die offenen Fragen im Bereich der Pilzkunde und -ökologie nur ein verschwindend geringes Bildungsangebot in der heutigen Schul- und Hochschullandschaft besteht, welches im Vergleich zur lückenhaften Vermittlung botanischen Grundwissens wohl sogar noch weitaus stärker unterrepräsentiert ist. Mykologische Bildungsaufgaben werden vornehmlich durch Volkshochschulen und zahlreiche Verbands- und Vereinsinitiativen wahrgenommen. Eine bessere Installation der breitgefächerten Beschäftigungsfelder mit Pilzen an allgemeinen Bildungseinrichtungen, wie sie zum Beispiel von der Deutschen Gesellschaft für Mykologie e.V. gefordert wird (DGFM-EV.DE, 2011), wäre daher vorteilhaft und wünschenswert.

8 LITERATURVERZEICHNIS

- BICK, H. (1999) **Grundzüge der Ökologie**. 3. überarbeitete und ergänzte Auflage, Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg – Berlin, ISBN: 3-8274-0800-8, 368 S.
- BON, M. (2005): **Pareys Buch der Pilze: Über 1500 Pilze Europas**. 1. deutschsprachige und aktualisierte Auflage, Franckh-Kosmos Verlags GmbH & Co. KG, Stuttgart, ISBN: 3-440-09970-9, 362 S.
- BRÄSICKE, N. & A. WULF (2011): **Die Waldschutzsituation 2010 in der Bundesrepublik Deutschland**. Journal für Kulturpflanzen, 63 (3), Verlag Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 8 S.
- DEIGELE, C. (2009): **Pilze und ihre Bedeutung für das Ökosystem**. Hinweis auf Neuerscheinung: Berichtsband der Kommission für Ökologie zum Rundgespräch „Ökologische Rolle von Pilzen“, Akademie aktuell 04/2009, URL [02.08.2012]: http://www.badw.de/aktuell/akademie_aktuell/2009/heft4/06_Deigele.pdf
- DGFM-EV.DE (2011): **Überblick über die Pilzkartierung in Deutschland**. Hrsg.: Präsidium der DGfM e.V., Dezember 2011, URL [02.08.2012]: <http://www.dgfm-ev.de/sites/default/files/ueberblick-kartierung-dtl.pdf>
- ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V. & W. WERNER (2001): **Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa**. 3., durchgesehene Auflage, erschienen in: Scripta Geobotanica, Band 18, Göttingen, 258 S.
- GERHARDT, E. (2008): **Pilze**. Neuausgabe des Titels „TopGuide Natur Pilze“, BLV Buchverlag GmbH & Co. KG, München, ISBN: 978-3-8354-0377-2, 238 S.
- HAUSNER, G. (2009): **Pilze – Unsere wichtigsten Speise- und Giftpilze**. 12., durchgesehene Auflage, Neuausgabe, BLV Buchverlag GmbH & Co. KG, München, ISBN: 978-3-8354-0546-2, 127 S.
- LUTZ, M., R. BAUER UND F. OBERWINKLER (2006): **Das Doppelleben des Birnengitterrostes**. forschung – Das Magazin der Deutschen Forschungsgemeinschaft 4/2006, WILEY-VCH, ISSN: 0172-1518, S. 13-15

- LÜDER, R. (2008): **Grundkurs Pilzbestimmung. – Eine Praxisanleitung für Anfänger und Fortgeschrittene.** 2., durchgesehene Auflage, Quelle & Meyer Verlag GmbH & Co., Wiebelsheim, ISBN: 978-3-494-01444-9, 470 S.
- LÜDERITZ, M. (2001): **Die Großpilze Schleswig-Holsteins – Rote Liste.** 3 Bände, Hrsg.: Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein
- LÜTT, S. (2003): **Verborgene Vielfalt – Bilanz der Roten Listen der Großpilze, Moose, Armleuchteralgen und Flechten für Schleswig-Holstein.** Hrsg.: Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, S. 45 – 51
- NOZ.DE (2010): „**Drastische Zunahme von Pilzvergiftungen**“. Internetportal der Osnabrücker Zeitung, Neue OZ, URL [02.08.2012]: <http://www.noz.de/deutschland-und-welt/politik/47815937/drastische-zunahme-von-pilzvergiftungen>
- OBERWINKLER, F. (2005): **Evolution und Ökologie der Pilze.** Skript zur Vorlesung im WS 2005/06, Eberhard Karls Universität Tübingen, timms – Tübinger Internet Multimedia Server, URL [26.07.2012]: <http://timms.uni-tuebingen.de/>
- PERŠOH, D., A. R. WEIG & G. RAMBOLD (2012): **A Transcriptome-Targeting EcoChip for Assessing Functional Mycodiversity.** In: Microarrays 2012, 1(1), S. 25-41
- SCHAEFER, M. (2003): **Wörterbuch der Ökologie.** 4., neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg – Berlin, ISBN: 3-8274-0167-4, 452 S.

9 ANHANG

Tabelle 2: Typische Pilzarten feuchter Standorte [modifiziert nach LÜDER (2008)]

Feuchtezeiger	
Deutsche Bezeichnung	Lateinische Bezeichnung
Moor-Hallimasch	<i>Armillaria ectypa</i>
Weißflockige Sumpf-Häubling	<i>Galerina paludosa</i>
Apfel-Täubling	<i>Russula paludosa</i>
Maggipilz	<i>Lactarius helvus</i>
Moor-Lacktrichterling	<i>Laccaria moelleri</i>
Moor-Klumpfuß	<i>Cortinarius sphagnophilus</i>
Kupferroter Moor-Hautkopf	<i>Cortinarius uliginosus</i>
Seidenhütiger Rötling	<i>Entoloma sphagnorum</i>
Torfmoos-Rötling	<i>Entoloma sphagneti</i>
Moor-Muscheling	<i>Hohenbuehelia longipes</i>
Feinschuppiger Moor-Saftling	<i>Hygrocybe coccineocrenata</i>
Blasser Violett-Milchling	<i>Lactarius aspideus</i>
Weinbrauner Moor-Milchling	<i>Lactarius pilatii</i>

Tabelle 3: Typische Pilzarten trockener Standorte [modifiziert nach LÜDER (2008)]

Trockenzeiger	
Deutsche Bezeichnung	Lateinische Bezeichnung
Butterpilz	<i>Suillus luteus</i>
Spaltblättling	<i>Schizophyllum commune</i>
Wetterstern	<i>Astraeus hygrometricus</i>
Gattung Erdstern	<i>Geastrum spec.</i>
Gattung Wüstenrüffel	<i>Terfezia spec.</i>
Großer Scheibenbovist	<i>Disciseda candida</i>
Dünen-Risspilz	<i>Inocybe dunensis</i>
Zitzen-Stielbovist	<i>Tulostoma brumale</i>

Gallert-Stelzenstäubling	<i>Battarraea phalloides</i>
Hasen-Stäubling	<i>Calvatia utriformis</i>
Dünen-Zwergschwindling	<i>Marasmiellus mesosporus</i>
Schwefelgelber Schuppenritterling	<i>Floccularia straminea</i>
Zitzen-Haarschwindling	<i>Crinipellis stipitaria</i>

Tabelle 4: Typische Pilzarten saurer Standorte [modifiziert nach LÜDER (2008)]

Säurezeiger	
Deutsche Bezeichnung	Lateinische Bezeichnung
Zigeuner	<i>Rozites caperatus</i>
Maronen	<i>Xerocomus badius</i>
Honig-Schleimfuß	<i>Cortinarius stillatitius</i>
Dunkelbrauner Gürtelfuß	<i>Cortinarius brunneus</i>
Heide-Rotkappe	<i>Leccinum versipelle</i>
Sand-Röhrling	<i>Suillus veriegatus</i>
Kuh-Röhrling	<i>Suillus bovinus</i>
Wiesel-Täubling	<i>Russula mustelina</i>
Birken-Reizker	<i>Lactarius torminosus</i>
Rotbrauner Milchling	<i>Lactarius rufus</i>
Trompeten Pfifferling	<i>Cantharellus tubaeformis</i>
Frost-Schneckling	<i>Hygrophorus hypothejus</i>

Tabelle 5: Typische Pilzarten basenreicher Standorte [modifiziert nach LÜDER (2008)]

Kalkzeiger	
Deutsche Bezeichnung	Lateinische Bezeichnung
Specht-Tintling	<i>Coprinus picaceus</i>
Schild-Rötling	<i>Entoloma clypeatum</i>
Mönchskopf	<i>Clitocybe geotropa</i>
Herkules-Keule	<i>Clavariadelphus pistillaris</i>
Blasse Koralle	<i>Ramaria pallida</i>
Seidenstieliger Knoblauch-Schwindling	<i>Marasmius alliaceus</i>
Satans-Röhrling	<i>Boletus satanas</i>
Schweinsohr	<i>Gomphus clavatus</i>
Schleiereule	<i>Cortinarius praestans</i>
Gelber Klumpfuß	<i>Cortinarius splendens</i>
Ziegelroter Risspilz	<i>Inocybe erubescens</i>
Brätling	<i>Lactarius volemus</i>
Blauer Rötling	<i>Entoloma bloxamii</i>