

Pilze schützen und fördern

Beatrice Senn-Irlet, Simon Egli, Claude Boujon, Helen Kächler, Nicolas Küffer, Hans-Peter Neukom und Jean-Jacques Roth

Dieses Merkblatt fasst die aktuellen Kenntnisse über die Gefährdung und den Schutz der Pilze in der Schweiz zusammen und bietet konkrete Entscheidungshilfen für einen sinnvollen Pilzschutz.



Gelbmilchender Helmling, *Mycena crocata*.

Pilze faszinieren den Menschen aus unterschiedlichen Gründen, nicht zuletzt wegen ihres kulinarischen Wertes. Von den rund 5500 in der Schweiz vorkommenden Grosspilzarten sind die meisten ungeniessbar. Etwa 200 sind sogar mehr oder weniger giftig. Gut 300 Pilze sind jedoch essbar und zum Teil begehrte Delikatessen. Seit mehr als 30 Jahren wird der Einfluss des Sammelns auf die Speisepilze diskutiert. Waren Speisepilze früher eine willkommene Zusatznahrung, ist heute das private Pilzsammeln eine beliebte Freizeitbeschäftigung. Mit zunehmender Mobilität ist auch in entlegenen Gebieten der Sammeldruck auf die Pilze gestiegen. Dieser «Boom» wirft Fragen auf. So wird der Rückgang einiger Arten in diesem Zusammenhang gesehen und der Pilzsammeltourismus gerät in die Schlagzeilen.

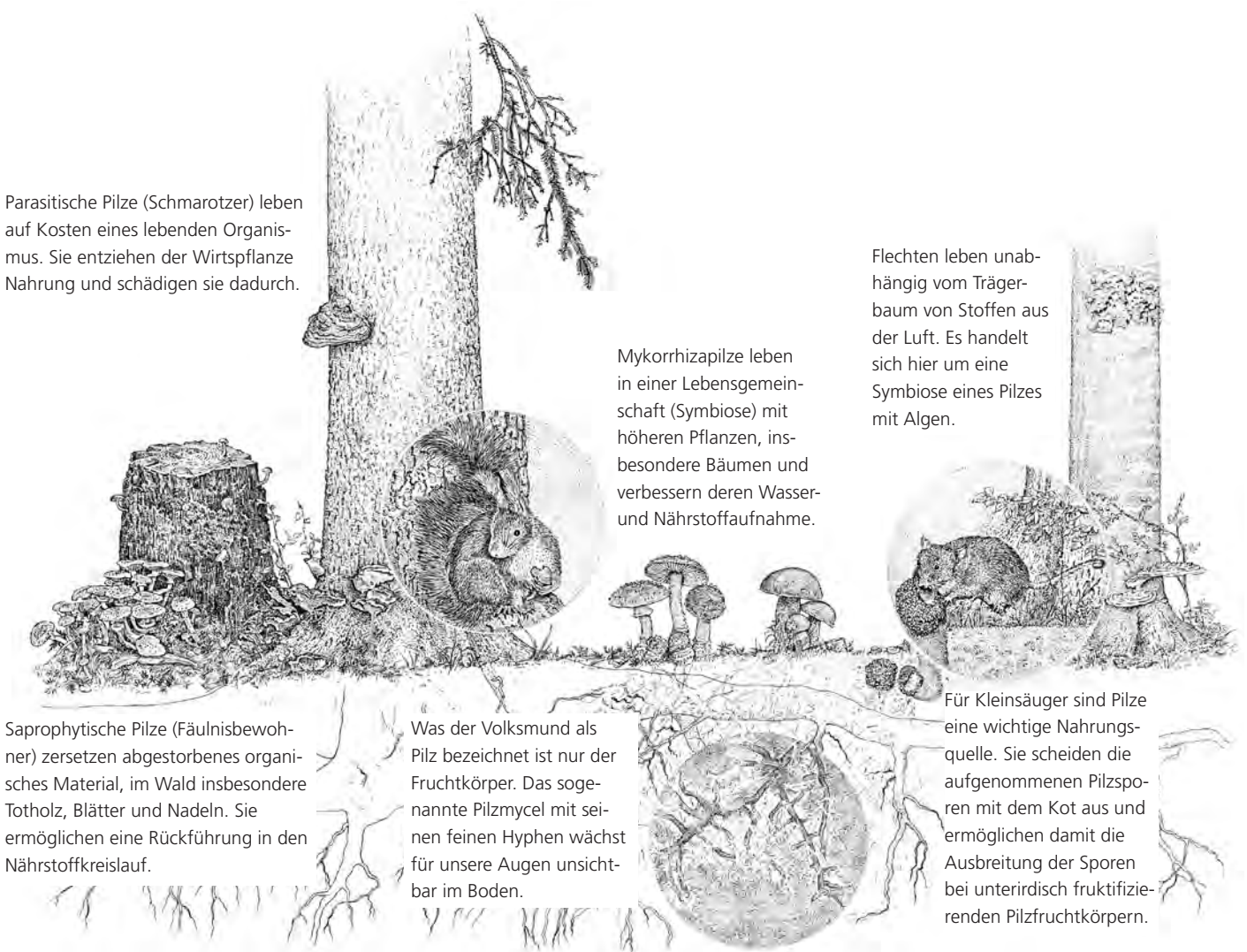
Pilzschutz ist in der Schweiz weitgehend Aufgabe der Kantone, wird

zwischen diesen allerdings kaum koordiniert. Traditionellerweise sind Pilzschutzmassnahmen meistens Sammelbeschränkungen. Diese beziehen sich einerseits auf die Sammelmengen: In der Regel sind zwei Kilogramm pro Person und Tag erlaubt. Andererseits werden Pilzschontage festgesetzt, beispielsweise die ersten sieben bis zehn Tage eines Monates. Diese Massnahmen sind weitgehend akzeptiert. Seit dem Jahr 2000 sind ausserdem zwölf seltene Pilzarten national geschützt und ihre Fruchtkörper dürfen nicht mehr gepflückt werden. Diese Massnahme ist nicht zuletzt eine Folge des Beitritts der Schweiz zur Konvention von Rio zur Erhaltung der Biodiversität 1992. Solche absoluten Schutzmassnahmen oder etwa die Forderung und Durchsetzung von mehr Pilzschutzgebieten setzt gründliche Kenntnisse des ökologischen Gefüges rund um das Reich der Pilze voraus.

Weil Pilze in der Natur unentbehrliche Symbionten von Waldbäumen sind und sowohl beim Abbau von organischem Material als auch in der Nahrungskette von Insekten und Kleinsäugetern wichtige Funktionen erfüllen (Abb. 1), sind Beeinträchtigungen der Pilzflora ernst zu nehmen. Es gilt, die Vielfalt dieser Organismengruppe zu erhalten.

Kein Wald ohne Pilze

Wald ist für Pilze der Lebensraum schlechthin. Ob der Wald ohne Pilze leben könnte, lässt sich nicht ohne weiteres beantworten. Pilze spielen jedenfalls im Wald eine sehr wichtige Rolle, sei es bei der Humusbildung, der Nährstoffaufnahme der Bäume und Kräuter oder im Zusammenhang mit deren Stressresistenz. Im Boden helfen die Pilzhyphen mit ihren Ausscheidungen die Boden-



Parasitische Pilze (Schmarotzer) leben auf Kosten eines lebenden Organismus. Sie entziehen der Wirtspflanze Nahrung und schädigen sie dadurch.

Mykorrhizapilze leben in einer Lebensgemeinschaft (Symbiose) mit höheren Pflanzen, insbesondere Bäumen und verbessern deren Wasser- und Nährstoffaufnahme.

Flechten leben unabhängig vom Trägerbaum von Stoffen aus der Luft. Es handelt sich hier um eine Symbiose eines Pilzes mit Algen.

Saprophytische Pilze (Fäulnisbewohner) zersetzen abgestorbenes organisches Material, im Wald insbesondere Totholz, Blätter und Nadeln. Sie ermöglichen eine Rückführung in den Nährstoffkreislauf.

Was der Volksmund als Pilz bezeichnet ist nur der Fruchtkörper. Das sogenannte Pilzmycel mit seinen feinen Hyphen wächst für unsere Augen unsichtbar im Boden.

Für Kleinsäuger sind Pilze eine wichtige Nahrungsquelle. Sie scheiden die aufgenommenen Pilzsporen mit dem Kot aus und ermöglichen damit die Ausbreitung der Sporen bei unterirdisch fruktifizierenden Pilzfruchtkörpern.

Abb. 1. Stellung der Pilze im Ökosystem Wald.



Abb. 2. Symbiotische Mykorrhizapilze wie der Edelreiszker (*Lactarius deliciosus*, a) leben in einer Lebensgemeinschaft mit Pflanzen. Der Rötliche Holzritterling (*Tricholomopsis rutilans*, b) gehört zu den saprophytischen Pilzen und baut organisches Material ab. Parasitische Pilze wie die Alpenrosengalle (*Exobasidium rhododendri*, c) leben auf Kosten anderer Organismen. Eine spezielle Stellung nehmen Flechtenpilze ein, welche in Symbiose mit Algen vom Substrat völlig unabhängig sind: Kiefern-Tartschenflechte (*Vulpicida pinastri*, d).

krümel zu verkleben und schützen dadurch beispielsweise an Steilhängen vor Erosion. Über zwei Drittel aller einheimischen Pilzarten wachsen und fruchten im Wald. Das Baumalter, standörtliche Gegebenheiten (Bodenfeuchte, Bodentemperaturen, Bodenfruchtbarkeit oder Bodensäure) sowie die forstwirtschaftlichen Nutzungsformen (Femelschlag, Niederwald, Plenterwald) bestimmen im Wesentlichen das Vorkommen von Pilzen. Viele Pilze wachsen nur in einer ganz bestimmten ökologischen Nische und sind unmittelbar von dieser abhängig.

Je nachdem, woher Pilze ihre Nahrung beziehen, kann man sie in verschiedene Gruppen einteilen (Abb. 2). Rund 1600 unserer Wald-Pilzarten sind sogenannte **Mykorrhizapilze**, die in Symbiose mit Bäumen leben: Sie versorgen die Bäume

mit Wasser, verbessern vor allem auf armen Böden die Nährstoffversorgung der Bäume, filtern gewisse Schadstoffe und schützen die Wurzeln vor Krankheitserregern. Ihrerseits erhalten sie einen Teil der durch die Photosynthese der Bäume erzeugten Zuckerassimilate, die sie nicht selber herstellen können. Mykorrhizapilze und Bäume stehen deshalb in einem engen gegenseitigen Abhängigkeitsverhältnis. So sind etwa die folgenden Mykorrhizapilze auf ganz bestimmte Baumarten angewiesen:

- der Goldröhrling (*Suillus grevillei*) auf Lärchen (*Larix* sp.),
- der Arvenröhrling (*Suillus plorans*) auf die Arve (*Pinus cembra*),
- der Eichenmilchling (*Lactarius quietus*) auf Eichen (*Quercus* sp.) und
- der Edelreiszker (*Lactarius deliciosus*) auf Föhren (*Pinus* sp.).

Diese gegenseitige Abhängigkeit hat insofern Konsequenzen, als sich Störungen des einen Partners auf den Zustand des anderen Partners auswirken. Über die Biologie und Bedeutung der Mykorrhizapilze im Wald ist ein separates Merkblatt für die Praxis verfügbar (EGLI und BRUNNER 2011).

Totholz – vom kleinen Zweig über hängende oder liegende Äste bis zum dicken, umgefallenen Stamm eines alten Baumes – ist für die Artenvielfalt im Wald von grosser Bedeutung und stellt die Nische unzähliger **saprophytischer Pilze** dar. Diese bauen organisches Material ab und sind zusammen mit anderen Mikroorganismen und Bodentieren massgeblich an der Nährstoffumsetzung im Wald beteiligt. Besonders wichtig sind die ligninabbauenden Pilze, welche die Holzsubstanz zersetzen. Auch

viele saprophytische Pilze sind an bestimmte Wirtspflanzen (und zusätzlich an bestimmte Abbauphasen des Holzes) gebunden:

- Dachpilze (*Pluteus* sp.) existieren ausschliesslich in der Endphase von Laubholz, d. h. auf sehr morschem Holz;
- der Birkenporling (*Piptoporus betulinus*) erzeugt in der Optimal- bis Endphase des Abbaus Braunfäule an Totholz von Birken (*Betula*);
- der Spaltblättling (*Schizophyllum commune*) ist vor allem an sonnigen Orten an frisch abgestorbenen oder gefällten, noch berindeten Stämmen und Ästen verschiedener Laub- und Nadelhölzer zu finden.

Parasitische Pilze bringen Dynamik in Waldökosysteme. Durch die Schädigung des Wirtes oder gar durch das Absterben gewisser Bäume ergeben sich immer wieder kleine Lücken im Wald, in welchen sich neue, den eventuell veränderten Umweltbedingungen besser angepasste Pflanzen etablieren können. Unter den parasitischen Pilzen finden sich sowohl kleine als auch sehr grosse Arten. So wurde vom Dunklen Hallimasch (*Armillaria ostoyae*), einem «Kambiumkiller», der zwischen Rinde und Holz dringt und dort das Gewebe abtötet, ein Individuum gefunden, das sich über mehr als eine Hektare ausdehnte.

Zu guter Letzt sind die **Flechten** mit Algen in Symbiose lebende Pilze. Damit sind Flechten völlig selbständige, vom Bodensubstrat unabhängige Organismen. An Ästen und Stämmen schaden sie Bäumen in keiner Weise. Im Gegenteil: sie bieten diversen Kleinlebewesen eine strukturreiche Unterkunft und Nahrung. Für die Wissenschaft sind Flechten oft präzise Zeigerorganismen für bestimmte Umweltbedingungen, etwa für die Luftqualität.

Veränderungen in der Pilzflora

Die grossen Veränderungen in der Landnutzung Europas während der letzten 100 Jahre haben die Pilzflora stark beeinflusst. Die Intensivierung von Landwirtschaftsflächen liess Pilze magerer Wiesen und Weiden verschwinden. Die Zerstörung von Moorflächen unter an-



Abb. 3. Der Ziegelgelbe Schleimkopf (*Cortinarius varius*) ist eine der 418 Pilzarten, die im Pilzreservat La Chanéaz zwischen 1975 und 2006 nachgewiesen wurden.

derem zur Torfnutzung brachte die Populationen der spezifischen Moorpilze in Bedrängnis. Waldpilze werden dadurch negativ beeinflusst, dass Wälder heute anders genutzt werden als früher und im Vergleich zu Naturwäldern Alt- und Totholz oft fehlen. Viele Pilze reagieren zudem sensibel auf Luftverschmutzung und sind deshalb zurückgegangen. Eine Analyse nach den Kriterien der International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) stuft über 930 Pilzarten in der Schweiz als gefährdet ein (SENN-IRLET *et al.* 2007). Wildwachsende Pilze werden zwar immer besser erforscht, die heutigen Kenntnisse reichen jedoch nicht aus, um etwa gute und schlechte Pilzjahre zu erklären, regionale Unterschiede in den Erntemengen zu verstehen oder die Gründe für den Rückgang einzelner Arten genauer anzugeben. Schon 1975 hat der Kanton Freiburg das 75 Hektare grosse Gebiet La Chanéaz in der Nähe von Payerne als Pilzreservat ausgeschieden, um wissenschaftliche Erkenntnisse über die Ökologie von Waldpilzen und deren mögliche Gefährdung zu erlangen (Abb. 3). Das Pilzreservat La Chanéaz ist national wie international einzigartig. Nirgendwo auf der Welt wurde bisher über einen so langen Zeitraum die Ent-

wicklung der Pilzflora genau untersucht. Einige für den Pilzschutz wichtige Forschungsergebnisse werden im Folgenden hier vorgestellt.

Stickstoff schadet den Mykorrhizapilzen

Zwischen 1975 und 2006 wurde im Pilzreservat La Chanéaz eine Abnahme der Mykorrhizapilze festgestellt (Abb. 4). Eine ähnliche Studie in den Niederlanden zeigte zwischen 1970 und 1990 ebenfalls eine deutliche Abnahme der Mykorrhizapilze, während saprophy-

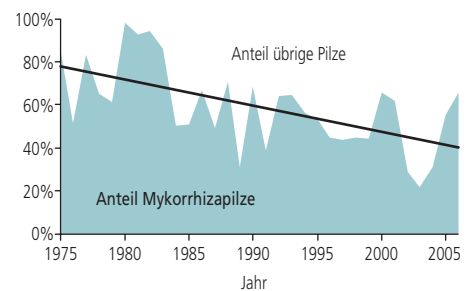


Abb. 4. Entwicklung der Anteile von Mykorrhizapilzen und aller übrigen Grosspilze (Anzahl Fruchtkörper) im Pilzreservat La Chanéaz 1975–2006.

tische und parasitische Pilzarten im gleichen Zeitraum eher zunehmen. Die Veränderungen wurden mit dem Eintrag von Stickstoff in Zusammenhang gebracht. Auch in La Chanéaz ist vermutlich der Stickstoffeintrag aus der Luft für die Veränderungen in der Pilzflora verantwortlich. In Düngungsversuchen konnte der negative Effekt von Stickstoff auf die Mykorrhizapilze experimentell nachgewiesen werden (PETER *et al.* 2001). Dabei nahmen bei erhöhter Stickstoffzufuhr nicht nur die Fruchtkörper der Mykorrhizapilze ab, sondern auch deren unterirdisches Mycel, das Pilzgeflecht, zieht sich zurück und vermag an den Baumwurzeln keine Mykorrhizen mehr zu bilden. Zum Glück kehren die meisten Pilze wieder zurück, wenn die Stickstoffeinträge auf ein normales Mass zurückgehen. Dies kann heute auch in den Niederlanden beobachtet werden: Seit wirksame Massnahmen zur Reduktion der Stickstoffemissionen ergriffen werden, erscheinen die Fruchtkörper verschwundener Arten wie diejenigen von Stachelingen (*Hydnum*-, *Hydnelum*-, *Phellodon*-Arten) wieder.

Die Witterung beeinflusst das Pilzwachstum

Im aussergewöhnlich trockenen und heissen Sommer 2003 blieben in weiten Teilen der Schweiz die Körbe der Pilzsammler leer und man befürchtete einen Totalausfall der Pilzernte. Nach den Niederschlägen Ende Oktober konnten die Pilzkörbe doch noch gefüllt werden. Pilzmycelien überdauern im Boden offenbar längere Trockenperioden unbeschadet, was die Langzeituntersuchungen in La Chanéaz (1975–2006) ebenfalls belegen. Niederschläge während der Pilzsaaison sind generell eine wichtige Voraussetzung für das Erscheinen der Pilzfruchtkörper respektive für das Pilzwachstum. Die Temperatur dagegen scheint vor allem den Entwicklungszeitpunkt der Pilzfruchtkörper zu steuern (BÜNTGEN *et al.* 2012). Ist es im August warm, startet die Pilzsaaison verspätet. Ist es im August kühl, wachsen die Pilze früher. Seit Beginn der Inventare im Jahre 1975 hat sich die Pilzsaaison im Pilzreservat La Chanéaz kontinuierlich nach hinten verschoben, total um rund zwölf Tage (Abb. 5). In Grossbritannien wurde ein ähnliches Phänomen beobachtet (GANGE *et al.* 2007). Einzelne Pilzarten beginnen dort zudem seit Mitte der

1980er Jahre zweimal jährlich zu fruktifizieren statt wie bisher nur einmal. Diese Entwicklung kann mit dem Klimawandel erklärt werden. Seit 1975 hat auch die jährliche Menge der Fruchtkörper in La Chanéaz deutlich zugenommen (Abb. 6). Eine Auswertung von 750 000 Datenpunkten zu Pilzvorkommen aus der Schweiz, Grossbritannien, Norwegen und Österreich zeigt (KAUSERUD *et al.* 2012), dass sich die Pilzsaaison in Europa seit den 1970er Jahren kontinuierlich verlängerte und leicht nach hinten verschob. Wärmere Temperaturen und generell längere Vegetationsphasen scheinen dafür verantwortlich zu sein.

Waldbauliche Eingriffe können Pilzen nützen

Auf leeren Sturmschaden- oder auf Kahl Schlagflächen findet man in den Jahren nach einem solchen Ereignis keine Fruchtkörper von Mykorrhizapilzen. Der Grund dafür ist, dass die Pilze mangels

Bäumen nicht mehr mit baumeigenem Zucker versorgt werden können. Die Pilzmycelien im Boden leben hingegen auch ohne Bäume einige Zeit weiter, jedoch ohne Fruchtkörper zu bilden. Auf Schadenflächen noch zehn Jahre nach dem Sturm Vivian Mykorrhizapilze im Boden nachgewiesen worden, welche aufkommende Bäumchen besiedelten und Mykorrhizen zu bilden vermochten.

Eine starke Durchforstung in einem Altbestand im Pilzreservat La Chanéaz hat 1987 zu erstaunlichen Veränderungen geführt: Durchschnittlich wurden nach der Durchforstung pro Jahr viermal mehr Pilzarten und zehnmal mehr Fruchtkörper gezählt als vor dem Eingriff. Dass insbesondere die Mykorrhizapilze zugenommen haben, lässt sich mit dem besseren Wachstum der Bäume nach dem Eingriff erklären. Die positive Reaktion der Bäume auf die Durchforstung wurde mittels Jahrring-Messungen nachgewiesen (Abb. 7).

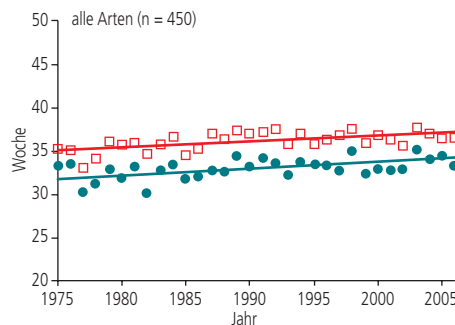


Abb. 5. Durchschnittliches erstes (grüne Punkte) und letztes (rote Punkte) Erscheinungsdatum (Woche) von Pilzfruchtkörpern in La Chanéaz in den Jahren 1975 bis 2006.

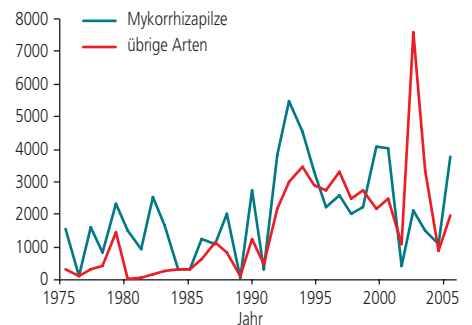


Abb. 6. Anzahl Fruchtkörper von Mykorrhizapilzen (grün) und übrigen Arten (rot) im Pilzreservat La Chanéaz in den Jahren 1975 bis 2006.

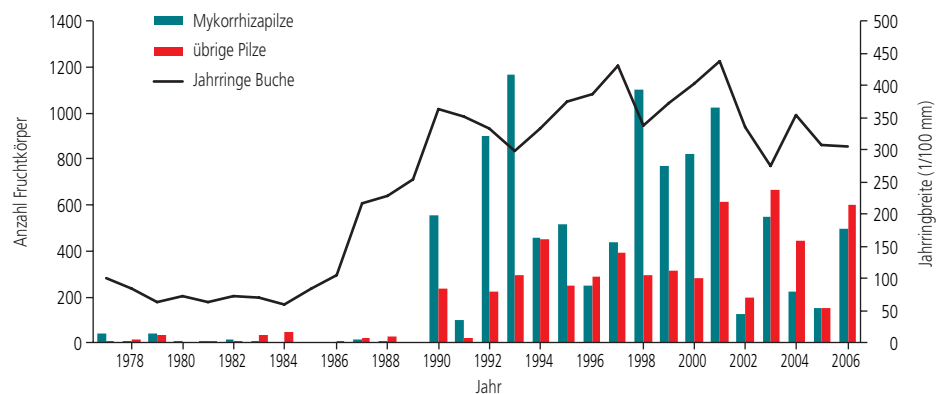


Abb. 7. Einfluss einer starken Durchforstung 1987 auf die Pilzflora (Anzahl Fruchtkörper) auf einer Versuchsfläche im Pilzreservat La Chanéaz.

Die Baumart beeinflusst den Pilzartenreichtum

Eine Auswertung der Pilzdatenbank SwissFungi (siehe Box) zeigt, dass zahlreiche Pilze an bestimmte Waldlebensräume gebunden sind. So findet sich der Grosse Kiefern-Schneckling (*Hygrophorus latitabundus*, Abb. 8) typischerweise unter Föhren auf Kalkböden, der Orangebraune Stacheling (*Sarcodon versipellis*) im Tannen-Fichtenwald der Nördlichen Voralpen und des Jura oder der Wieseltäubling (*Russula mustelina*) im Gebirgswald unter Fichten.

Nicht jede Baumart hat gleich viele Pilze als Symbiosepartner oder Bewohner. Unterschiede gibt es sowohl bei den Mykorrhiza- als auch bei den saprophytischen Pilzen. Bei den holzbewohnenden Pilzen finden sich die meisten Arten an Fichten und Buchen (Abb. 9). Diese beiden Baumarten sind im Schweizer Wald

jedoch auch sehr häufig, nach Angaben des Landesforstinventars (BRÄNDLI 2010) dominieren sie im Schweizer Wald mit einem Anteil von 58 Prozent. Wo also viel entsprechendes Substrat vorhanden ist, stellen sich in der Folge nicht nur viele Fruchtkörper ein, sondern auch viele verschiedene Pilzarten. Es gibt im Schweizer Wald aber auch Holzarten, die nur einen sehr geringen Anteil aufweisen und trotzdem verhältnismässig pilzartenreich sind (SENN-IRLET 2008). Es zeigt sich, dass etwa das Holz von Weichlaubhölzern wie Weiden, Vogel- und Mehlbeeren sowie von Erlen für saprophytische Pilze besonders attraktiv ist.

Bei den Mykorrhizapilzen zeichnet sich ein ähnliches Bild ab. Weil aber die Zuordnung zu einem Symbiosepartner im Wald nicht immer einfach ist, da in der Nähe zu einem Pilz meist verschiedene

Baumarten stehen, sind entsprechende Aussagen wissenschaftlich weniger gut abgesichert als bei den wirtsgebundenen saprophytischen Pilzen. Aber auch hier zeigt sich, dass vor allem Fichten einen grossen Reichtum an Mykorrhizapilzen aufweisen, darunter viele Speisepilze wie Steinpilz (*Boletus edulis*), Eierschwamm (*Cantharellus cibarius*) und Fichten-Reizker (*Lactarius deterrimus*). Fichten in Mischwäldern des Mittellandes oder in Fichtenpflanzungen erhöhen die lokale Pilzarten-Vielfalt (insbesondere auf eher feuchten Böden).

Schadet das Sammeln den Pilzen?

Ausgelöst durch politische Vorstösse startete 1975 im neuen Pilzreservat La Chanéaz eine Langzeitstudie zum Einfluss des Pilzsammelns auf die Pilzflora. Auf fünf Versuchsflächen wurden die Fruchtkörper aller Grosspilze wöchent-



Abb. 8. Nachweise des Grossen Kiefern-Schnecklings (*Hygrophorus latitabundus*) in der Schweiz.

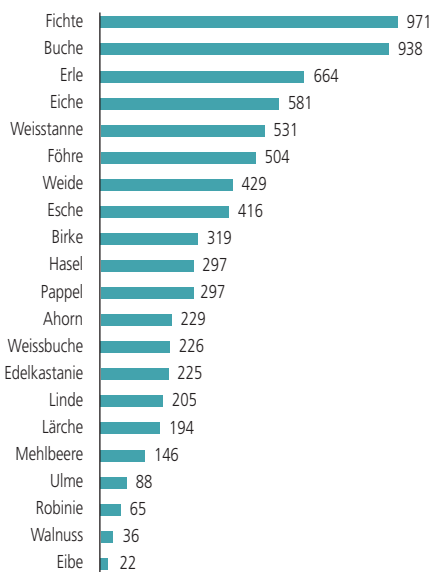


Abb. 9. Pilzartenvielfalt pro Baumart. Fichte und Buche beherbergen die meisten holzabbauenden Pilze, Eibe und Walnuss sind pilzarm.



Abb. 10. Zu den beliebtesten Speisepilzen zählen Steinpilze, Eierschwämme, Morcheln, Reizker, Maronen-Röhrlinge, Herbst-Trompeten und die Parasolpilze.

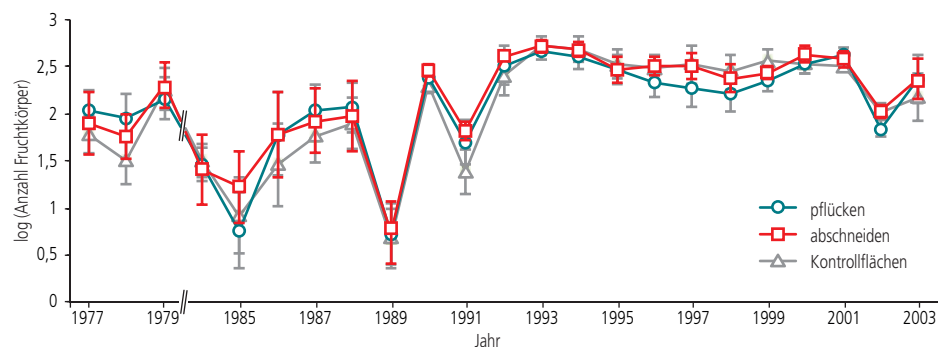


Abb. 11. Resultate des Pilzsammelns im Pilzreservat La Chanéaz: Angegeben sind die Pilzermengungen in den Kontrollflächen und in den Flächen, wo Pilze systematisch gepflückt oder abgeschnitten wurden.

lich systematisch gesammelt, gezählt, kartiert und mit Kontrollflächen verglichen, wo die Pilze stehengelassen und nur gezählt wurden. Gleichzeitig wurden die zwei Sammelmethoden «Pflücken» und «Abschneiden» miteinander verglichen. Im Jahr 1989 wurde die Untersuchung auf ein zweites Pilzreservat (Moosboden, FR) im subalpinen Fichtenwald der Region Schwarzsee ausgeweitet und zusätzlich der Einfluss des mit dem Sammeln verbundenen Betreten des Waldbodens untersucht.

Die Daten aus 32 Untersuchungsjahren zeigen, dass das Sammeln weder die Anzahl Fruchtkörper noch die Artenzahl signifikant beeinflusst. Ob die Pilze gepflückt oder abgeschnitten wurden, hatte ebenfalls keinen Einfluss (Abb. 10 und 11). Das mit dem Sammeln verbundene Betreten des Waldbodens kann jedoch bei bestimmten Pilzarten zu einem Rückgang der Fruchtkörperbildung führen: Der Goldstielige Pfifferling (*Cantharellus lutescens*) stellte bei wöchentlichem Betreten des Waldbodens – der Intensität eines Pilzsammlers entsprechend – die Bildung von Fruchtkörpern gänzlich ein. Nach Absetzen der Behandlung bildete der Pilz wieder Fruchtkörper in normalem Umfang. Im Pilzreservat Moosboden, wo die Pilze in Kontrollflächen von Laufstegen aus gesammelt oder gezählt wurden, wuchsen auf den begangenen Probestellen im Durchschnitt rund ein Viertel weniger Pilze als auf den nicht betretenen Flächen. Ähnlich negative Effekte auf die Pilze haben vermutlich auch andere Freizeitaktivitäten wie Reiten und Joggen abseits der Wege oder der Einsatz von schweren, forstlichen Rückefahrzeugen im Wald.

Grundlagen zu Verbreitung und Gefährdung

Das Wissen um die einheimische Pilzvielfalt hat sich in den letzten 15 Jahren stark vermehrt. Einerseits erleichtern heute gut illustrierte Bestimmungswerke wie die sechsbändige Serie «Pilze der Schweiz» (BREITENBACH und KRÄNZLIN 1980–2005) die Identifikation von Pilzen. Andererseits werden in einem nationalen Kartierungsprojekt seit 1995 Pilzfunde aus der ganzen Schweiz erfasst und im Datenzentrum SwissFungi gesammelt. Dadurch ergibt sich über

SwissFungi – Stand März 2012

Fundmeldungen: 477 904

Nachgewiesene Arten: 7052, davon 5500 Grosspilze

Älteste eingetragene Funde: Gallertkäppchen (*Leotia lubrica*, Abb. 12) vom Oktober 1852 respektive *Actidium nitidum*, ein kleiner Kernpilz gefunden im Jahr 1820.



Abb. 12. Gallertkäppchen (*Leotia lubrica*), eine streuabbauende Art unter Nadelbäumen.

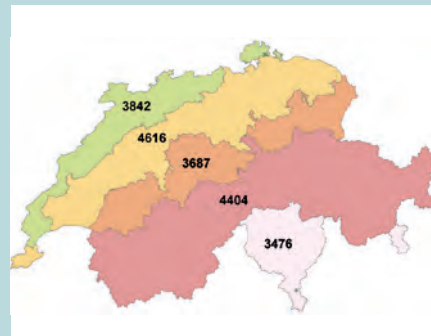


Abb. 13. Artennachweise nach biogeographischer Region. Am meisten Arten weisen Mittelland und Zentralalpen aus.

Bisherige Auswertungen der Datenbank SwissFungi zeigen, dass sich die grossen biogeographischen Regionen der Schweiz (Abb. 13) im Artenreichtum der Pilze nicht wesentlich unterscheiden. Am artenreichsten sind das Mittelland und die Zentralalpen. Zu den am häufigsten gemeldeten Grosspilzen zählen neben dem Rotrandigen Baumschwamm (*Formitopsis pinicola*) auch der Perlpilz (*Amanita rubescens*) und der Rettichhelmling (*Mycena pura*).

www.swissfungi.ch

die Jahre hinweg allmählich ein genaueres Bild der Verbreitung, Ökologie und Phänologie der einzelnen Pilzarten; eine wichtige Grundlage für Massnahmen zum Schutz der Arten.

Wo Pilzdaten gesammelt und aufbereitet werden

Im Datenzentrum SwissFungi, welches im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) an der Eidgenössischen Forschungsanstalt WSL betrieben wird, kommen Pilz-Fundmeldungen aus verschiedensten Quellen zusammen (Forschungsprojekte, Literatur, historische Daten aus Museen, und Beobachtungen von freiwilligen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern). Von den über 700 registrierten Freiwilligen stammen die meisten Fundmeldungen. Mittels eines geographischen Informationssystems wird jede Fundmeldung erfasst und mit zusätzlichen Angaben (Gemeindezugehörigkeit, Meereshöhe usw.) ergänzt. Der so aufbereitete, aktuelle Stand der Pilz-Nachweise ist über www.swissfungi.ch öffentlich zugänglich. Eine Fotogalerie ergänzt und illustriert die nachgewiesenen Pilzarten und ihre Le-

bensräume. SwissFungi dient in erster Linie der Erarbeitung von Roten Listen und gibt den Behörden wichtige Hinweise auf das Vorkommen schutzbedürftiger Arten. Der Verbreitungsatlas dient auch als Grundlage für Forschungsprojekte.

Rote Liste der Pilze

Rote Listen sind ein wichtiges Instrument im internationalen Artenschutz. Sie listen nach allgemein anerkannten, gemeinsamen Kriterien in vorgegebenen Kategorien die Gefährdung von Tier-, Pflanzen- und Pilzarten auf. Rote Listen sind eine Vollzugshilfe des Bundes für die zuständigen Behörden. Sie basieren auf der Schätzung der Aussterbewahrscheinlichkeit der Arten und bewerten Faktoren, welche diese Aussterbewahrscheinlichkeit massgeblich beeinflussen. Zu diesen Faktoren zählen Veränderungen in der Grösse und Anordnung der Vorkommen und zeitliche Veränderungen in der Ausdehnung des Verbreitungsgebiets und der effektiv besiedelten Fläche. Die Qualität der Lebensräume spielt bei der Beurteilung ebenfalls eine wichtige Rolle. Für die Grosspilze in Wäldern erfolgten

zwischen 1999 und 2005 Stichprobenaufnahmen in der ganzen Schweiz, um eine repräsentative Datengrundlage zu erhalten. Zusammen mit den Fundmeldungen der freiwillig Mitarbeitenden erlaubte die vorhandene Datenmenge die Erarbeitung der ersten Roten Liste der gefährdeten Grosspilze in der Schweiz (SENN-IRLET *et al.* 2007). Diese ist ein Plädoyer für möglichst unbeeinträchtigte Biotopentwicklungen, was zum Beispiel in der Forderung nach Altholzinseln und dem Belassen von Totholz zum Ausdruck kommt. Bei zukünftigen Erhebungen wird sich zeigen, ob und wie sich die Empfehlungen in der Roten Liste auf die Entwicklung der Pilzvielfalt ausgewirkt haben.

National prioritäre Arten

Die Liste der national prioritären Arten dient als ergänzendes Instrument zu den Roten Listen und als Vollzugshilfe für die Prioritätensetzung in der Arten- und Lebensraumförderung. Die Erarbeitung des Prioritätsgrads einer Art erfolgt insbesondere für Arten, deren Areal sich vorwiegend oder ausschliesslich in der Schweiz befindet. Natürlich spielt für die Erhaltung einer Art auch eine Rolle, wie gross ihr Gesamtareal und ihre Populationsgrösse europaweit ist, da Sporen von Pilzarten aus umliegenden Ländern durch Wind, Tiere oder Insekten in die Schweiz gelangen können. Man legt fest, welchen Grad der Verantwortung die Schweiz für die Erhaltung einer aus internationaler Sicht bereits als gefährdet eingestuft Art wahrnehmen muss

(BAFU 2011). Höchste Priorität unter den Grosspilzen hat beispielsweise der gefährdete Favre's Karminschwärzling (*Lyophyllum favrei*, Abb. 14), dessen Verbreitungsschwerpunkt in der Schweiz liegt, wo die meisten Fundorte liegen. Die Art kommt ausserhalb der Schweiz kaum vor. Die Liste der national prioritären Arten hat das BAFU in Zusammenarbeit mit den Nationalen Datenzentren und der Koordinationsstelle für Flora, Fauna, Pilze und Flechten sowie weiteren Expertinnen und Experten erarbeitet. Wie die Roten Listen wird die Liste der national prioritären Arten regelmässig aktualisiert.

Artenmerkblätter

Als Vollzugshilfen für die Naturschutzbehörden sind Merkblätter zu den zwölf national geschützten und zu weiteren prioritär zu fördernden Pilzarten ausgearbeitet worden. Sie beschreiben die wichtigsten Erkennungsmerkmale, den Standort, den Zustand weltweit und in der Schweiz sowie die Gefährdungen und Erhaltungs- und Fördermassnahmen für die jeweiligen Arten. Die Merkblätter Pilze sind online zu beziehen unter www.wsl.ch/merkblaetter_pilze.

Massnahmen zur Erhaltung der Pilze

Die ökologische Bedeutung der Pilze insbesondere für das Waldökosystem ist gross. Es gilt, die Entwicklung der Pilzvorkommen genau zu verfolgen und

erwiesene Schadensfaktoren rasch und auf der Basis des Vorsorgeprinzipes zu beseitigen. Dazu bieten sich die im Naturschutz allseitig anerkannten Strategien an: Einerseits müssen Lebensräume in guter Qualität erhalten werden. Andererseits müssen für einzelne bedrohte Arten zusätzliche Schutz- und Fördermassnahmen ergriffen werden.

Naturschutzgebiete

Naturschutzgebiete sollen naturnahe Lebensräume von besonderer Schönheit und seltene, in ihrem Bestand gefährdete Pflanzen und Tiere an ihren Standorten schützen. Sie werden in der Regel mit bestimmten Schutzziele ausgestattet. Naturschutzgebiete beherbergen durch ihren Reichtum an wenig verbreiteten Lebensraumtypen und Pflanzenarten meist auch seltene und gefährdete Pilzarten wie den Moor-Röhrling (*Suillus flavidus*, Abb. 15), den Braunschuppigen Dickfuss (*Cortinarius pholideus*) oder den Weiden-Scheinflechtenpilz (*Hypocreopsis lichneoides*) in Hochmooren.

Pilze wurden bisher weder für die Ausscheidung von Naturschutzgebieten noch bei der Festlegung von Schutzziele in Betracht gezogen. Zudem ergeben sich bei der Pflege von vielen Naturschutzgebieten immer wieder Zielkonflikte, wenn zum Beispiel offene Vegetation erhalten werden soll und dafür alte Einzelbäume oder kleinflächige Baumbestände gefällt werden. Infolge mangelnder Kenntnisse über die Bedürfnisse der gefährdeten Arten werden Pilze in den Pflegekonzepten



Abb. 14. Favre's Karminschwärzling (*Lyophyllum favrei*) ist eine national prioritäre Art und schweizweit geschützt. Sie kommt in Hartholzauen und auenwaldnahen Buchenwäldern mit Fichten entlang der nach Norden fliessenden Flüsse vor, etwa entlang der Reuss, der Aare und der Limmat. Eingriffe in diese Lebensräume bedrohen die Art.



Abb. 15. Ein Torfmoos-Bergföhrenwald mit dem Moor-Röhrling (*Suillus flavidus*), einer stark gefährdeten national prioritären Art. Der Schutz des Lebensraumes hat erste Priorität.

meist nicht berücksichtigt. Das Wissen um das Vorkommen seltener und gefährdeter Pilzarten hilft, die kantonalen Naturschutzbemühungen auf eine breitere Basis zu stellen, wie dies etwa im Kanton Genf der Fall ist.

- Es sollte eine Selbstverständlichkeit sein, dass in Naturschutzgebieten keine Pilze gesammelt werden dürfen und mit einem allgemeinen Pilzsammelverbot belegt werden.
- Bei Pflege- und Aufwertungsmassnahmen in Schutzgebieten müssen die Ansprüche gefährdeter Pilzarten berücksichtigt werden.

Artinventare in Naturschutzgebieten: Fallbeispiel Genf

Der Artenreichtum von Pilzen in Schutzgebieten ist nach wie vor wenig bekannt. Wir wissen nur ansatzweise, welche Pilzarten von Schutzgebieten profitieren. Ein einfacher Grund für diese mangelnden Kenntnisse liegt darin, dass die Datenerhebung bei Pilzen in erster Linie durch Freiwillige erfolgt. Zudem haben die kurze Erscheinungszeit der Pilzfruchtkörper und ihr unterschiedliches saisonale Auftreten zur Folge, dass Artinventare von Pilzen aufwändig zu erstellen sind. Wie das Beispiel aus dem Kanton Genf zeigt, bietet die Mitarbeit von lokalen mykologischen Gesellschaften und versierten Pilzkennern eine gute Möglichkeit, um Artinventare zu erstellen. In den letzten Jahren ist eine enge Zusammenarbeit zwischen der

Société mycologique de Genève, dem Amt für Natur sowie dem Forstdienst entstanden. Die Genfer Pilzfreunde erheben die Artenvielfalt in ausgewählten Schutzgebieten während ein bis zwei Jahren und achten dabei speziell auf das Vorkommen von gefährdeten oder seltenen Pilzarten. Die Basis dazu bilden die Rote Liste der gefährdeten Grosspilze der Schweiz und die SwissFungi-Verbreitungskarten. Nach zehn Jahren liegen nun bereits neun Inventare vor. Diese dienen unter anderem zur Planung von Pflegemassnahmen in sensiblen Lebensräumen wie den trockenwarmen Gebüsch und Trockenrasen im Vallon

d'Allondon (Abb. 16). Gerade in sensiblen Gebieten sind Pilze gute Indikatoren für die wertvollsten Stellen.

Waldreservate

Ziel der aktuellen Waldpolitik ist es, zehn Prozent der schweizerischen Waldfläche als Reservate einzurichten (BUWAL und WSL 2005). In Naturwaldreservaten wird der Wald der natürlichen Dynamik überlassen, der Prozessschutz steht im Vordergrund. Waldreservate mit Prozessschutz sind vor allem für holzabbauende Pilze wertvoll, weil sich in solchen Flächen Altholzinseln bilden oder Altbäume bis zum vollständigen



Abb. 16. Das Vallon d'Allondon im Kanton Genf mit wertvollen Trockenrasen und trockenwarmen Gebüsch auf Kies.

Abbau der umgefallenen Stämme an Ort bleiben. Leitarten sind das üppige Vorkommen diverser Konsolenpilze, darunter dem Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*), sowie das Auftreten von Stachelbärten (*Hericium*). Sonderwaldreservate haben hingegen das Ziel, durch gezielte Eingriffe die Biodiversität zu fördern oder eine besondere Nutzungsart wie die Kastanienselven in Graubünden und im Tessin zu erhalten. Aufgelichtete Wälder in Sonderwaldreservaten sind für einige bodenbewohnende Grosspilze interessant. Thermophile Kleinstandorte begünstigen beispielsweise gewisse Röhrlinge (*Boletus*).

- Neben den Naturschutzgebieten sollen (beispielsweise in Waldreservaten) zusätzliche Pilzreservate mit Weggeboten eingerichtet werden, um in besonders pilzartenreichen Gebieten natürliche Prozesse in der Populationsdynamik zu erlauben.

Biotopbäume

Seltene Baumpilze profitieren vom Schutz ausgewählter Biotopbäume. Biotopbäume sind Einzelbäume oder kleine Stammgruppen, die nebst ihrem hohen geschätzten Alter einen grossen Stammdurchmesser, Rindenrisse, Mulmhöhlen, sitzende, abgestorbene Äste oder Stammwunden aufweisen. Oft haben solche Bäume Spechthöhlen (Abb. 17) und werden von langlebigen Pilzen wie Feuerschwämmen (*Phellinus*) oder Zunderschwämmen (*Fomes fomentarius*,

Abb. 18) und einer Reihe rindenbewohnender Kleinpilze besiedelt. Diese Altbäume werden auch von einigen sehr seltenen Mykorrhizapilzen begleitet, zum Beispiel vom Kamm-Täubling (*Russula insignis*).

Pilzreservate

In Pilzreservaten steht der Artenschutz im Vordergrund. Damit sich Pilzpopulationen uneingeschränkt und ungestört fortpflanzen können, ist das Pflücken von Pilzfruchtkörpern untersagt. Damit wird gleichzeitig ein wichtiger Beitrag zum Prozessschutz geleistet. Denn nur so können Insekten überleben, welche für eine Phase ihres Lebenszyklus an Pilzfruchtkörpern gebunden sind. Die Insektenlarven ihrerseits sind die Nahrungsgrundlage für andere Tiere wie zum Beispiel Vögel. Vorbildlich sind die im Kanton Graubünden seit über 30 Jahren existierenden, reinen Pilzschutzgebiete und Pflanzenschutzgebiete, die zusätzlich Pilzschutzgebiete sind (Abb. 19). Für die Einrichtung dieser Gebiete spielen in Regionen mit grossem Sammeldruck noch weitere Faktoren wie Abfall, Zerstören von Jungbäumen, Störungen des Wildes und dadurch Jungbaumschäden, aber auch der Sammelneid und Mehrverkehr eine Rolle.

- Pilzreservate können für die Erhaltung einzelner, zum Beispiel national prioritärer Arten errichtet werden. Die Pflege hat sich ganz an den Ansprüchen der betreffenden Pilzart auszurichten.

- Ein Weggebot für Pilzreservate ist empfehlenswert, da bereits eine geringe Trittbelastung zu Schäden bei der Fruchtkörperbildung (jüngste Entwicklungsstadien) führen kann.

Empfehlungen zu Pilzsammelbeschränkungen

Nach aktuellem Kenntnisstand muss der direkte Nutzen von Sammelbeschränkungen für den Schutz von Pilzarten in Frage gestellt werden. Weder beeinträchtigt das Ernten von Fruchtkörpern die Anzahl der Pilzfruchtkörper noch die Artenvielfalt der Pilze am Sammelort. Von Schäden durch Trittbelastung scheinen sich die Pilze erholen zu können. Unbekannt ist, wie viele Sporen für den langfristigen Fortbestand von Pilzarten nötig sind. Die seit langer Zeit mengenmässig am intensivsten gesammelten Speisepilze sind jedoch nach wie vor weit verbreitet und häufig. Sie sind gemäss den Kriterien der Roten Liste nicht gefährdet. Somit sind Sammelbeschränkungen für Pilzarten nicht dringlich.

Im Sinne einer gerechten Verteilung eines zunehmend begehrten Waldproduktes sind Mengenbeschränkungen (z. B. zwei Kilogramm pro Person und Tag) und allgemein aus naturschützerischer Sicht Schontage jedoch sehr wohl zu begründen.

- Pilzschutzmassnahmen sollen in erster Linie für die gefährdeten und national prioritären Arten ergriffen werden. Dazu sind artspezifische Massnahmen notwendig.

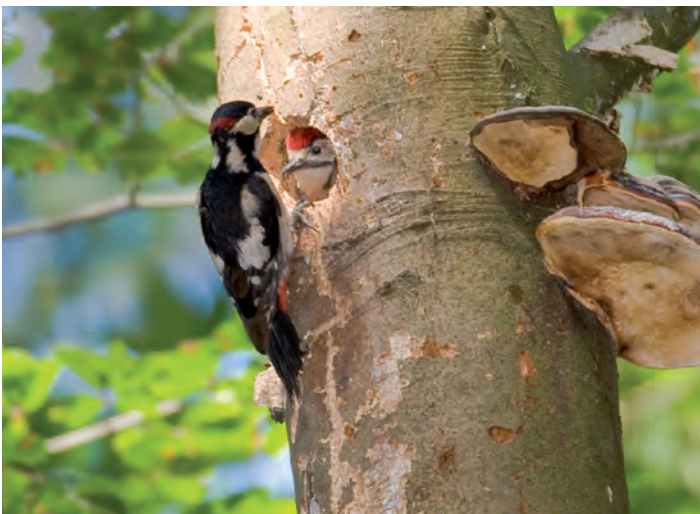


Abb. 17. Rotrandiger Baumschwamm (*Fomitopsis pinicola*) an einer Buche mit einer Nesthöhle des Buntspechtes – ein Biotopbaum.



Abb. 18. Waldreservat mit viel Totholz und vielen Fruchtkörpern.

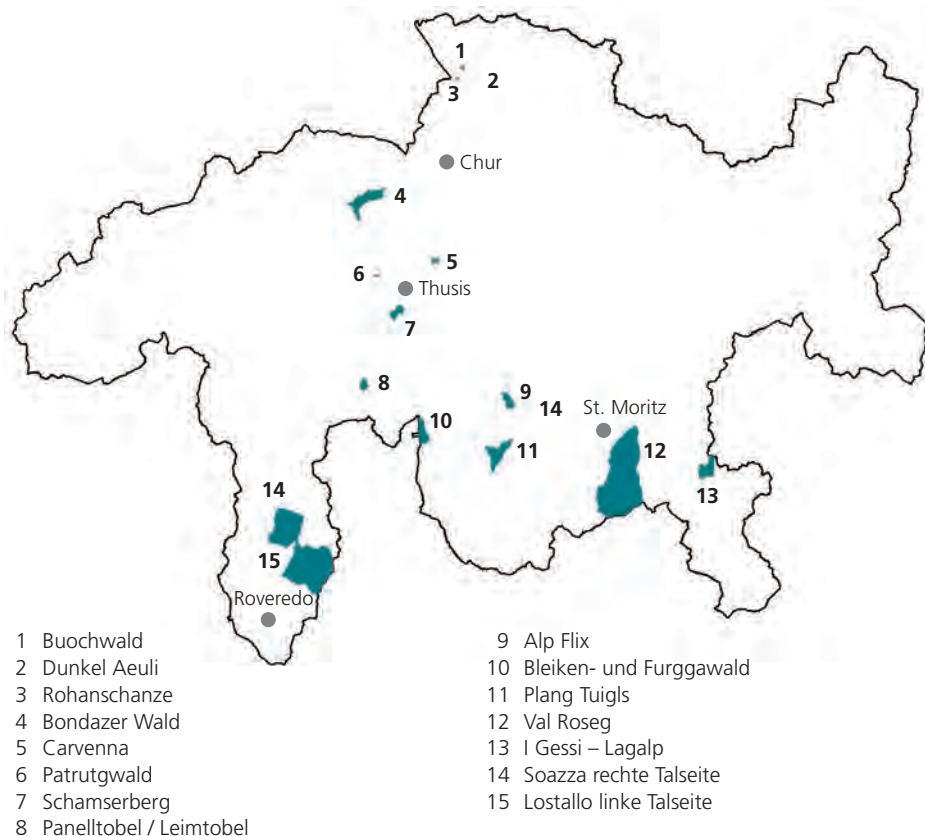


Abb. 19. Pilzschutzgebiete im Kanton Graubünden.

Pilzkenntnisse fördern

Den grossen Artenreichtum der Pilze zu erhalten gelingt nur, wenn die Kenntnisse über sie gefördert wird. Hochschulen, Pilzvereine und Pilzverbände können die dazu notwendigen Grundlagen vermitteln. Ein dichtes Netz von interessierten Pilzfreunden hilft, lokale Artenkenntnisse aufrecht zu erhalten. Der Verband schweizerischer Vereine für Pilzkunde (VSPV) ist ein Zusammenschluss lokaler Vereine und Gesellschaften mit dem Ziel, die Artenkenntnisse der einheimischen Pilze zu fördern.

Pilzsammeln ist eine beliebte Freizeitbeschäftigung. Viele Speisepilze haben jedoch giftige, zum Teil sogar tödliche Doppelgänger. Laien verwechseln etwa die essbaren weissen Champignons (*Agaricus*) und die giftigen Knollenblätterpilze (*Amanita*) – manchmal mit tödlichen Folgen. Um Pilzliebhaber vor solchen Vergiftungen zu schützen, hat die Schweizerische Vereinigung amtlicher Pilzkontrollorgane VAPKO in Zusammenarbeit mit den Gemeinden seit 1925 ein dichtes Pilzkontrollstellen-Netz aufgebaut. Heute unterhalten rund 400 Mitgliedsgemeinden über 200 Pilzkontrollstellen. Hier sortieren VAPKO-ge-

prüfte Pilzkontrolleure aus der Ernte jedes Sammlers giftige und ungeniessbare Pilze aus. Je nach Region sind dies zwischen 10 und 75 Prozent der kontrollierten Pilzmengen. Gemäss den Statistiken der VAPKO enthält jeder zehnte kontrollierte Pilzkorb eine giftige Art. In Pilzkontrollstellen können Sammlerinnen und Sammler aber auch ihre Artenkenntnisse auffrischen und erweitern und sich über aktuelle Sammelvorschriften und die geschützten Pilzarten informieren.

- Artenkenntnisse sind auf allen Stufen zu fördern. Den Pilzkontrollstellen soll in dieser Hinsicht eine wichtige Rolle zukommen.

Schweizerische Kommission für die Erhaltung der Pilze (SKEP)

Fachleute aus dem Gebiet der Pilzkunde sowie Vertreter verschiedener Organisationen, darunter der Schweizerischen Forstverein, der VAPKO und der kantonalen Naturschutzämter, haben im Jahre 1998 die Schweizerische Kommission für die Erhaltung der Pilze (SKEP) gegründet. Sie widmet sich den Fragen und Problemen rund um die Erhaltung und Förderung der wild lebenden Pilze in der Schweiz. Die Kommission will deren Biodiversität erhalten und den Schutz der Lebensräume der Pilze fördern.

Dieses Merkblatt entstand in enger Zusammenarbeit mit der Schweizerischen Kommission für die Erhaltung der Pilze (SKEP). Wir danken allen Mitgliedern für die Anregungen und die kritischen Bemerkungen.

Kontakt

Beatrice Senn-Irlet, Simon Egli und Helen Kuechler
Eidg. Forschungsanstalt WSL
Zürcherstrasse 111
8903 Birmensdorf
beatrice.senn@wsl.ch
simon.egli@wsl.ch
helen.kuechler@wsl.ch

Claude Boujon
chemin de Vert-Pré 8
1213 Petit-Lancy/GE
claudio.boujon@sunrise.ch

Nicolas Küffer
Bahnstrasse 22
3008 Bern
nk@tuttifunghi.ch

Hans-Peter Neukom
Felseneggstrasse 9
8700 Küsnacht
Hans-Peter.Neukom@klzh.ch

Jean-Jacques Roth
chemin Babel 2
1257 Bardonnex
jean.jacques.roth@vsvp.com

Literatur

- BAFU, 2011: Liste der Nationalen Prioritären Arten. Arten mit nationaler Priorität für die Erhaltung und Förderung, Stand 2010. Bern, Bundesamt für Umwelt. 132 S.
- BRÄNDLI, U.-B. (Red.) 2010: Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der dritten Erhebung 2004–2006. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL. Bern, Bundesamt für Umwelt, BAFU. 312 S.
- BREITENBACH, J.; KRÄNZLIN, F., 1980–2005: Pilze der Schweiz. Band 1–6. Luzern, Mykologia.
- BUWAL, WSL (Hrsg.) 2005: Waldbericht 2005. Zahlen und Fakten zum Zustand des Schweizer Waldes. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft; Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. 151 S.
- BÜNTGEN, U.; KAUSERUD, H.; EGLI, S., 2012: Linking climate variability to mushroom productivity and phenology. *Front. Ecol. Environ.* 10, 1: 14–19.
- EGLI, S.; PETER, M.; BUSER, C.; STAHEL, W.; AYER, F., 2006: Mushroom picking does not impair future harvests – results of a long term study in Switzerland. *Biol. Conserv.* 129: 271–276.
- EGLI, S.; BRUNNER, I., 2011: Mykorrhiza. Eine faszinierende Lebensgemeinschaft im Wald. 3. Aufl. *Merkbl. Prax.* 35: 8 S.
- GANGE, A.C.; GANGE, E.G.; SPARKS, T.H.; BODDY, L., 2007: Rapid and recent changes in fungal fruiting patterns. *Science* 316: 71.
- KAUSERUD, H.; HEEGAARD, E.; BÜNTGEN, U.; HALVORSEN, R.; EGLI, S.; SENN-IRLET, B.; GREILHUBER, I.; DÄMON, W.; SPARKS, T.; NORDÉN, J.; HØILAND, K.; KIRK, P.; SEMENOV, M.; BODDY, L.; STENSETH, N.C., 2012: Warming-induced shift in European mushroom fruiting phenology. *Proceedings of the National Academy of Science USA.* 6 S.
- PETER, M.; AYER, F.; EGLI, S., 2001: Nitrogen addition in a Norway spruce stand altered macromycete sporocarp production and below-ground ectomycorrhizal species composition. *New Phytol.* 149: 311–325.
- SENN-IRLET, B., 2005: Welches sind die pilzreichen Holzarten? *Wald Holz* 10: 57–59.
- SENN-IRLET, B.; BIERI, G.; EGLI, S., 2007: Rote Liste Grosspilze. Rote Liste der gefährdeten Arten der Schweiz. Umwelt-Vollzug. Bern, Bundesamt für Umwelt BAFU; Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL. 18: 92 S.

Weiterführende Informationen

www.swissfungi.ch
www.swisslichens.ch
www.pilzreservat.ch
www.vapko.ch
www.vsvp.com
Pilzsammelbestimmungen: www.vapko.ch
Pilzmerkblätter:
www.wsl.ch/merkblaetter_pilze

Fotos

Max Danz (Titelbild, Abb. 11)
Guido Bieri (Abb. 2a)
Beatrice Senn-Irlet, WSL (Abb. 2b, 2c, 15)
Jean-Claude Mermilliod (Abb. 2d)
Simon Egli, WSL (Abb. 3)
Hans-Peter Neukom (Abb. 10)
Daniel Schlegel (Abb. 14)
Claude Boujon (Abb. 16)
Werner Scheuber, Suhr (Abb. 17)
Markus Bolliger (Abb. 18)

Zeichnung: Vreni Fataar (Abb. 1, abgeändert)

Merkblatt für die Praxis ISSN 1422-2876

Konzept

Forschungsergebnisse werden zu Wissens-Konzentraten und Handlungsanleitungen für Praktikerinnen und Praktiker aufbereitet. Die Reihe richtet sich an Forst- und Naturschutzkreise, Behörden, Schulen und interessierte Laien.

Französische Ausgaben erscheinen in der Schriftenreihe

Notice pour le praticien ISSN 1012-6554

Italienische Ausgaben erscheinen in loser Folge in der Zeitschrift

Sherwood, Foreste ed Alberi Oggi.

Die neuesten Ausgaben (siehe www.wsl.ch/merkblatt)

- Nr. 48: OBRIST, M.K.; SATTLER, T.; HOME, R.; GLOOR, S.; BONTADINA, F.; NOBIS, M.; BRAAKER, S.; DUELLI, P.; BAUER, N.; DELLA BRUNA, P.; HUNZIKER, M.; MORETTI, M., 2012: Biodiversität in der Stadt – für Mensch und Natur. *Merkbl. Prax.* 48: 12 S.
- Nr. 47: SCHWICK, C.; JAEGER, J.; KIENAST, F., 2011: Zersiedelung messen und vermeiden. *Merkbl. Prax.* 47: 12 S.
- Nr. 46: WOHLGEMUTH, T.; BRIGGER, A.; GEROLD, P.; LARANJEIRO, L.; MORETTI, M.; MOSER, B.; REBETZ, M.; SCHMATZ, D.; SCHNEITER, G.; SCIACCA, S.; SIERRA, A.; WEIBEL, P.; ZUMBRUNNEN, T.; CONEDERA, M., 2010: Leben mit Waldbrand. *Merkbl. Prax.* 46: 16 S.
- Nr. 45: LÜSCHER, P.; FRUTIG, F.; SCIACCA, S.; SPJEVAK, S.; THEES, O., 2010: Physikalischer Bodenschutz im Wald. Bodenschutz beim Einsatz von Forstmaschinen. 2. Aufl. *Merkbl. Prax.* 45: 12 S.
- Nr. 44: FORSTER, B.; MEIER, F., 2010: Sturm, Witterung und Borkenkäfer. Risikomanagement im Forstschutz. 2. Aufl. *Merkbl. Prax.* 44: 8 S.

Managing Editor

Martin Moritzi
Eidg. Forschungsanstalt WSL
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf
E-mail: martin.moritzi@wsl.ch
www.wsl.ch/publikationen

Layout: Sandra Gurzeler, WSL

Druck: Rüegg Media AG

 myclimate
neutral | 01-12-115349
Drucksache | myclimate.org

 FSC
Mix
Produktgruppe aus vorbildlicher
Waldwirtschaft und anderen kontrollierten
Herkünften
www.fsc.org Cert no. SQ8-COC-100271
©1996 Forest Stewardship Council