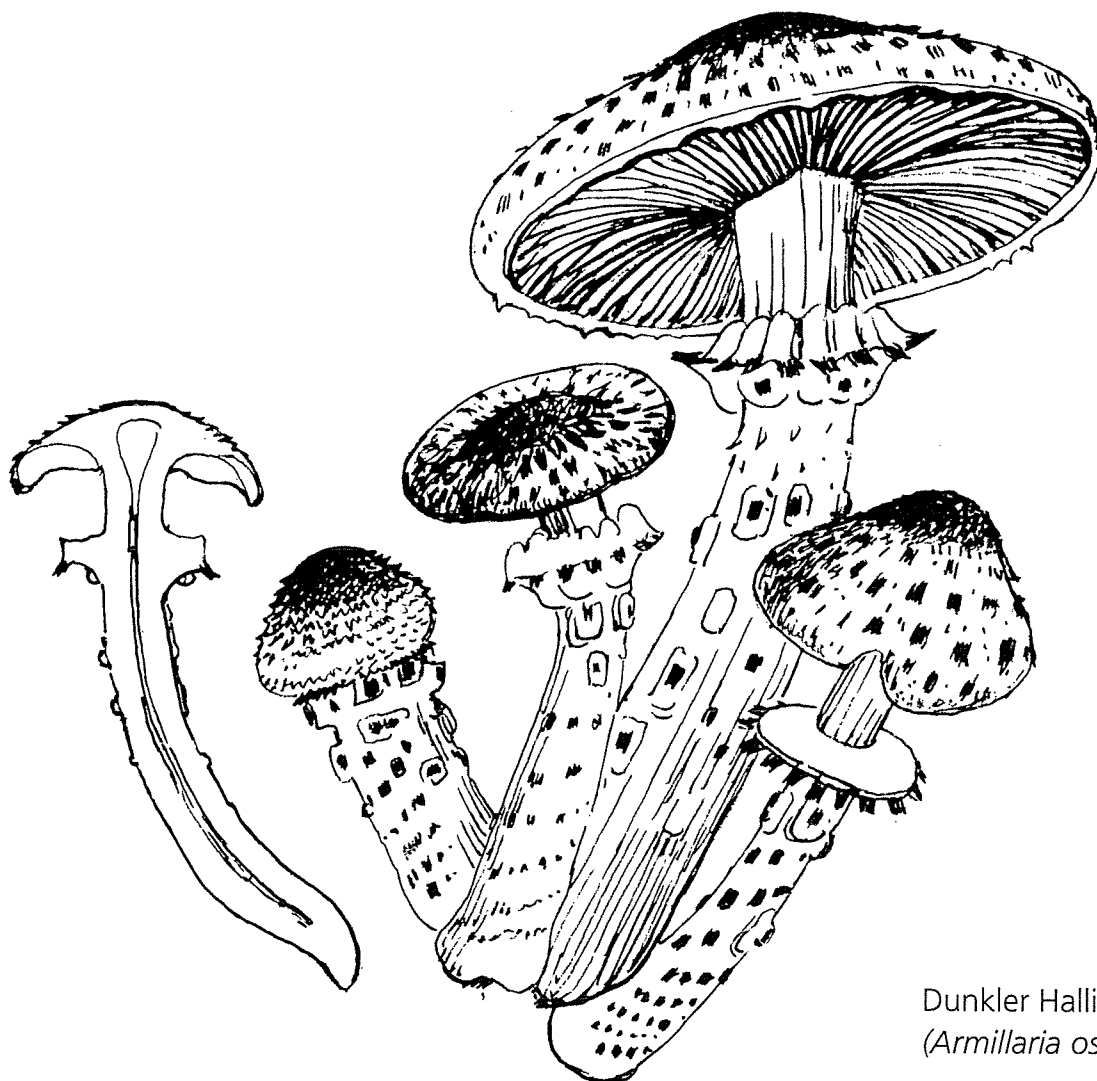


Die Hallimasch-Arten

Biologie und vorbeugende Massnahmen

Dagmar Nierhaus-Wunderwald, Phytosanitärer Beobachtungs- und Meldedienst (PBMD) der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf



Dunkler Hallimasch
(*Armillaria ostoyae*)

Folgende Publikationen des Phytosanitären Beobachtungs- und Meldedienstes an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft wurden nachträglich in die Reihe «Merkblatt für die Praxis» aufgenommen:

- Nr. 18 Nierhaus-Wunderwald, Dagmar, 1992: Biologie der Buchdruckerarten. Sonderdruck aus Wald und Holz 73, 6: 8–14.
- Nr. 19 Nierhaus-Wunderwald, Dagmar, 1993: Die natürlichen Gegenspieler der Borkenkäfer. Sonderdruck aus Wald und Holz 74, 1: 8–14.
- Nr. 20 Nierhaus-Wunderwald, Dagmar, 1993: Ulmenwelke – Biologie, Vorbeugung und Gegenmassnahmen. Sonderdruck aus Wald und Holz 74, 13: 36–40.

Die Hallimasch-Arten

Biologie und vorbeugende Massnahmen

Die Pilzgattung «Hallimasch» (*Armillaria*) ist weltweit verbreitet. Sie umfasst zahlreiche bodenbewohnende Arten, die sich vorwiegend von totem Holz ernähren (Saprophyten). Hallimasch-Pilze tragen wesentlich zum Abbau von Wurzelstöcken und anderem Totholz bei. Einzelne Arten sind jedoch gefürchtete Parasiten, welche lebende Bäume befallen und abtöten oder Wurzel- und Stammfäulen verursachen können.

Im System der Pilze gehört die Gattung *Armillaria* zur grossen Klasse der *Ständerpilze* (Basidiomycetes), welche die

Von Dagmar Nierhaus-Wunderwald*

meisten Holzbewohner, Speise- und Giftpilze umfasst. Innerhalb dieser Klasse

* Dr. Dagmar Nierhaus-Wunderwald arbeitet als Biologin beim Phytosanitären Beobachtungs- und Meldedienst (PBMD) der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Birmensdorf.

wird die Gattung *Armillaria* zur Ordnung der Blätterpilze (Agaricales) und zur Familie der Ritterlingsartigen (Tricholomataceae) gestellt.

Vorkommen

Lokal kann der Pilz grosse Verluste in Kulturen und Jungwüchsen von Nadelgehölzen verursachen. Junge Laubbäume sind dagegen kaum anfällig. In älteren Beständen können sowohl Nadel- wie Laubgehölze infiziert werden. Hier verur-

sacht der Pilz häufig Kern- und Stockfäulen. Die Folgen sind Bruch bzw. Wurf bei Windeinwirkung sowie erhebliche Holzverluste. Fast alle Baumarten können von dem Pilz befallen werden. Grosse wirtschaftliche Schäden verursacht der Hallimasch auch in Obstgärten, Weinbergen und Parkanlagen.

Merkmale der Fruchtkörper

Früher wurde der Hallimasch in Europa als eine einzige Art behandelt, da die Fruchtkörper der verschiedenen *Armillaria*-Arten zum Teil nur sehr schwer voneinander zu unterscheiden sind. Heute werden in Europa sieben Arten beschrieben, die sich in ihrer geographischen und ökologischen Verbreitung, ihrer Wirtsspezifität und Aggressivität verschieden verhalten. Informationen zu den fünf in der Schweiz forstpathologisch bedeutenden Arten sind in der nebenstehenden Tabelle zusammengefasst. Daneben gibt es noch den Ringlosen Hallimasch (*Armillaria tabescens* (Scop.:Fr.) Emel) und den Moor-Hallimasch (*Armillaria ectypa* (Fr.) Lamoure), ebenfalls ringlos, die jedoch in der Schweiz ohne phytopathologische Bedeutung sind.

Eine sichere Bestimmung der meisten Arten ist nur im Labor möglich. Trotzdem erlauben Fruchtkörpermerkmale in vielen Fällen eine Diagnose: Der Honiggelbe Hallimasch (*A. mellea*, Abb. 1 und 3) ist immer gut erkennbar an seinem büscheligen Wuchs und dem häutigen Ring am Stiel. Der Dunkle Hallimasch (*A. ostoyae*, Abb. 4 und 13) kann an seiner rötlich-braunen Hutfarbe, den auffälligen Hutschuppen und dem wattigen Ring ebenfalls relativ gut im Feld angesprochen werden. Gelegentlich können aber hellere Formen auftreten, die vom Nördlichen Hallimasch (*A. borealis*, Abb. 14) kaum zu unterscheiden sind. Hier kann das frühere Erscheinungsdatum der Fruchtkörper des Nördlichen Hallimaschs Hinweise auf die Art geben. Die Unterscheidung zwischen Fruchtkörpern des Gelbschuppigen Hallimaschs (*A. gallica*, Abb. 11) und des Keuligen Hallimaschs (*A. cepistipes*, Abb. 12) ist sehr schwierig. Einen Hinweis kann allenfalls der Fundort geben, da der Keulige Hallimasch vorwiegend in höheren Lagen vorkommt (siehe Tabelle).

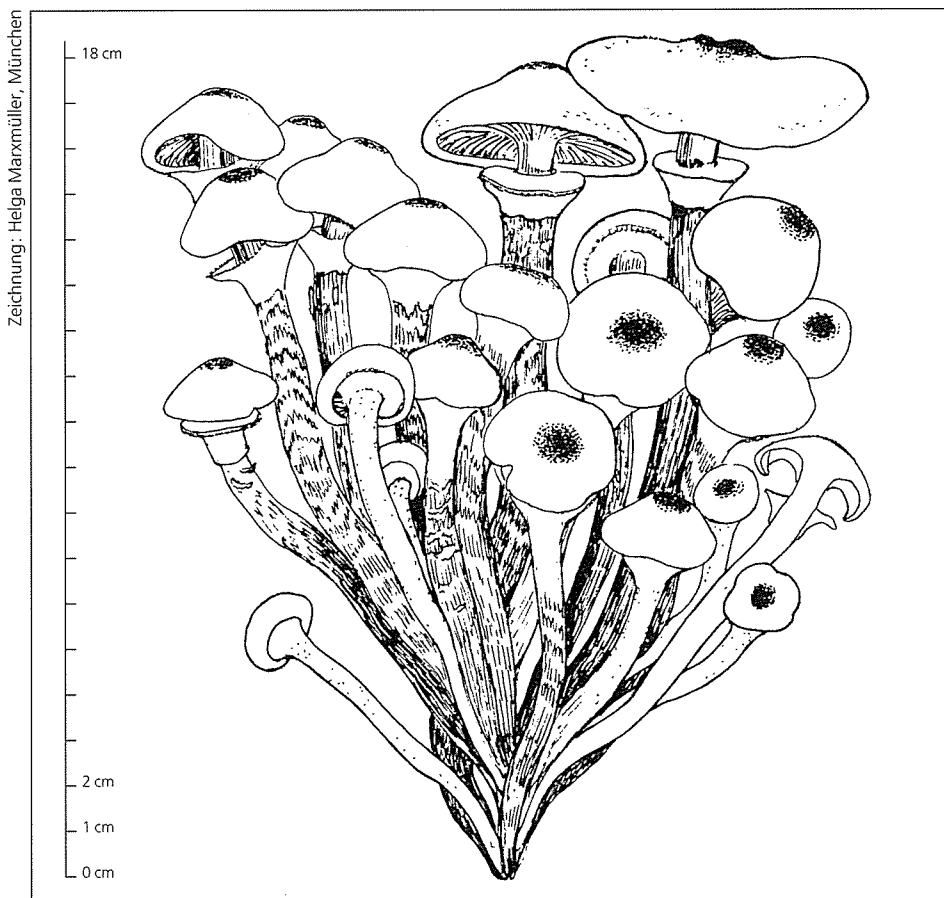


Abb. 1: Honiggelber Hallimasch.

Zeichnung: Helga Marxmüller, München



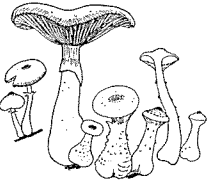


Unterscheidungsmerkmale der Fruchtkörper	 Honiggelber Hallimasch <i>Armillaria mellea</i> (Vahl: Fr.) Kummer	 Gelbschuppiger Hallimasch <i>Armillaria gallica</i> Marxmüller & Romagnesi (ehemals: <i>A. bulbosa</i> [Barla] Velenovsky)	 Keuliger Hallimasch <i>Armillaria cepistipes</i> Velenovsky	 Dunkler Hallimasch <i>Armillaria ostoyae</i> (Romagnesi) Herink (syn.: <i>A. obscura</i> [Schaeffer] Herink)	 Nördlicher Hallimasch <i>Armillaria borealis</i> Marxmüller & Korhonen
Hutfarbe (Hut jung)	dunkelgelb bis oliv mit dunkelbrauner bis schwärzlicher Mitte	fleischig- bis ockerbraun mit dunkelbrauner Mitte	gelblichbraun oder graubraun mit schwärzlichem Buckel	dunkel, Mitte schwärzlich, rötlich bis violettbraun	gelb bis ocker oder fleischbraun, Mitte kaum dunkler
Hutfarbe (Hut aufgeschirmt)	honiggelb, goldgelb bis zitron, ocker oder oliv, seltener braun; Mitte meist sehr dunkel bis schwärzlich, Rand gelb bis weiss, feucht glänzend	fleischrötlich bis hell ockerbraun, auch gelb oder graubraun; Mitte meist etwas dunkler braun, seltener mit zentral begrenztem Fleck	blassgelblich bis hellgrau – auch fleischfarben oder gelb –, Mitte dunkler, oft mit auffälligem runden Fleck	rötlich braun, Mitte dunkelbraun	hellgelb bis ockerbräunlich, Mitte fast gleichfarben
Hutschuppen	sehr klein, oft wie bestäubt; dunkeloliv bis gelblich; vergänglich	mittelgross bis gross, seltener klein; meist gleichmässig bis zum Rande verteilt; gelb, ocker, braun oder grau; ± ausdauernd	klein, vorwiegend im Zentrum; dunkelbraun, ocker, grau oder gelb; vergänglich (ausser in der Mitte)	gross, derb, meist breit; Buckel oder zentrale Zone dicht filzig, dunkelbraun bis schwarzbraun, meist regelmässig angeordnet, gegen den Rand lockerer; bei Laubholzformen heller bis gelblich; dauerhaft	klein bis mittelgross, in Gruppen ungleich verteilt, am Rand meist fehlend, ocker bis gelb, seltener braun; vergänglich
Stiel	lang, schlank; Basis fast immer verjüngt, da Stiele meist unten gebündelt; gleichfarbig rötlich braun; jung: gelbliche Bepudderung, oft in Zickzackmuster aufbrechend oder unterhalb des Ringes wenige häutige Fetzen	knollig, oft nur zylindrisch; kräftig; mit ockerfarbenen, gelben oder grauen Flecken, meist mehrmals gebändert	zylindrisch mit ± ausgeprägter knolliger Basis; oft geschwungen; jung: gelblich bepudert oder mit kleinen, vergänglichen, gelben bis graubraunen Flecken	zylindrisch, oft etwas flachgedrückt, ohne verdickte Basis (ausser bei Trockenheit!), mit braunweissen, breiten Flecken, seltener weiss gebändert mit ganz kleinen dunklen Flecken	zylindrisch oder zur Basis leicht verjüngt, selten schwach keulig; mit vergänglichen ockerfarbenen bis gelben (seltener braunen) Flöckchen oder mit weissen Faserflocken
Ring	weiss oder gelb mit gelber Aussenseite; meist trichterförmig verlängert; häutig; dauerhaft, selbst noch im Herbar sichtbar!	weiss, Rand und Unterseite oft lebhaft gelb; mit gelben bis ockerfarbenen, seltener grauen Schuppen; Schleier sternförmig aufreissend; vergänglich	weiss bis gelblich, Unterseite z.T. weiss bis gelb, seltener mit grauen Schüppchen am Rand; schleierartig; vergänglich	weiss, ± blassrötlich an der Oberseite; oft dickwattig; Rand mit dunklen dreieckigen oder ± rechteckigen Schuppen eingefasst; Unterseite oft mit braunen Flecken; ± beständig	weiss; Rand und Unterseite mit gelben bis bräunlichen Schuppen; wattig-häutig; ± dauerhaft
Fruchtbildung	Juli bis November	Juli bis Dezember	September bis Dezember	Ende September bis November (ganz selten früher)	Juli bis September (erscheint fast immer früher als <i>A. gallica</i> und <i>A. cepistipes</i> !)
Vorkommen	in Mittel- und Südeuropa; eine eher wärmeliebende Art; befällt grosse Anzahl verschiedener Wirtsbäume, besonders Laubgehölze (oft an Obstbäumen oder Weinstöcken), seltener an Nadelholz; an Stöcken und lebenden Bäumen Laub- und Mischwälder	besonders an stark geschwächten Laubhölzern, seltener an Nadelholz; an Stöcken; am Boden unter Laubbäumen oder in einiger Entfernung von diesen Laub- und Mischwälder, Parks und Obstgärten	weniger häufig; vorwiegend an Nadelholz, aber auch an Laubholz; v. a. im Gebirge (600 m ü. M. bis zur Waldgrenze); oft an morschen Stöcken oder Stämmen; nicht selten an toten Ästen und Zweigen (Reisighaufen) Nadel-, Misch- und Laubwälder	in Mitteleuropa häufig; besonders an Nadelholz, auch an Laubholz in Nadelholznähe (dann Formen oft grösser mit wollig-gekämmten helleren Hutschuppen, ähnlich wie bei <i>A. gallica</i> ; doch die Ringumrandung gibt meist Aufschluss); meist an Stöcken und Wurzeln; auch an lebenden Bäumen Nadel-, Laub- und Mischwälder	Nadel- und Laubholz; meist an Stöcken, seltener an noch stehenden, fast abgestorbenen Bäumen Misch- und Laubwälder (bes. in Kaltluftzonen wie z. B. Gebirgstälern)
Pathogenität	gelegentlich sehr aggressiver Primärparasit; häufiger als Saprophyt	Saprophyt; Schwäche- oder Sekundärparasit	Saprophyt; weniger parasitisch als <i>A. gallica</i> ; Sekundärparasit	Primärparasit; häufig «Kambiumkiller», aber auch Kernfäuleerreger; tötet Bäume jeden Alters; Saprophyt	überwiegend Saprophyt; gelegentlich auch Kernfäuleerreger an Fichte

Tabelle: Beschreibung der Hallimasch-Arten anhand der Fruchtkörper.

Alle Hallimasch-Arten sind roh ungeniessbar. Der Honiggelbe Hallimasch, der besonders an Laubholz ausserhalb des Waldes gefunden wird und bei Zimmertemperatur einen aufdringlichen Geruch entwickelt (Geruchsprobe), sollte auch im gekochten Zustand nicht gegessen werden. Alle anderen Hallimasch-Arten sind blanchiert (Wasser wegschütten!) geniessbar.

Rhizomorphen

Als Besonderheit bildet der Hallimasch wurzelähnliche Stränge (Rhizomorphen) aus, die sich in Form und Funktion unterscheiden:

1. Die schnurförmigen *Bodenrhizomorphen* mit einer braunen bis schwarzen Rinde wachsen unterirdisch, meist in einer Tiefe von 5 bis 15 Zentimetern, selten tiefer als 30 Zentimeter. Es sind 1 bis 5 Millimeter dicke, im Querschnitt meist

als Ausbreitungsorgane sowie als Wasser- und Nährstoffleitung. Durch Bodenrhizomorphen findet häufig die Infektion der Wurzeln statt.

2. Die *Rindenrhizomorphen* breiten sich in Form einer dünnen, grossflächigen Schicht zwischen Rinde und Holz aus und bilden die bekannten *weissen Pilzgeflechtmatten* («Fächermyzel»), die nach Ablösen der Rinde sichtbar werden und das wichtigste Erkennungsmerkmal für eine Hallimasch-Infektion sind. Sie töten das Kambium und die Rinde ab. Von der Rindenrhizomorphen aus dringt der Pilz in das Holz ein und baut es ab. Dies geschieht mit zahlreichen einzelnen Pilzfäden, die von blossen Auge nicht sichtbar sind.

Später umgeben sich die Rindenrhizomorphen an der Aussenseite mit einer braunschwarzen Kruste, die den Pilz vor Austrocknung und anderen Pilzen schützt. Auch im Innern des Holzes entwickeln sich solche dunklen Schichten,

entwickeln sich nur, wenn der Baum zum Zeitpunkt der Infektion noch lebte. Sie bleiben lange erhalten und können als Hinweis für die parasitische Aktivität des Pilzes und seine Beteiligung am Absterben des Baumes dienen.

Nach dem Absterben des Baumes wächst der Pilz aus dem Rand des Fächermyzels in Form von schnurähnlichen, meist mehr oder weniger abgeflachten Rhizomorphen unter der Rinde weiter. Nach Ablösen der Rinde erscheinen sie als dunkles Netzwerk auf dem Holz (Abb. 9). Bei Bäumen, die aufgrund einer anderen Ursache bereits abgestorben waren und die erst nachträglich von Hallimasch besiedelt wurden, findet man nur diese schnurartigen Rhizomorphen.

Das Hallimaschmyzel besitzt die Fähigkeit, unter bestimmten Umständen zu *leuchten* («Biolumineszenz»). Am natürlichen Standort kann das Leuchten in der Regel bei feuchter Witterung und besonders intensiv bei Temperaturen von etwa 18 bis 20 Grad Celsius und völliger Dunkelheit (das Auge mindestens 5 Minuten gewöhnen) an frisch verletzten, befallenen Stämmen oder Stöcken wahrgenommen werden. Auch kleine, mit Hallimasch infizierte Holzproben leuchten, solange ihre Oberfläche nicht angetrocknet ist.

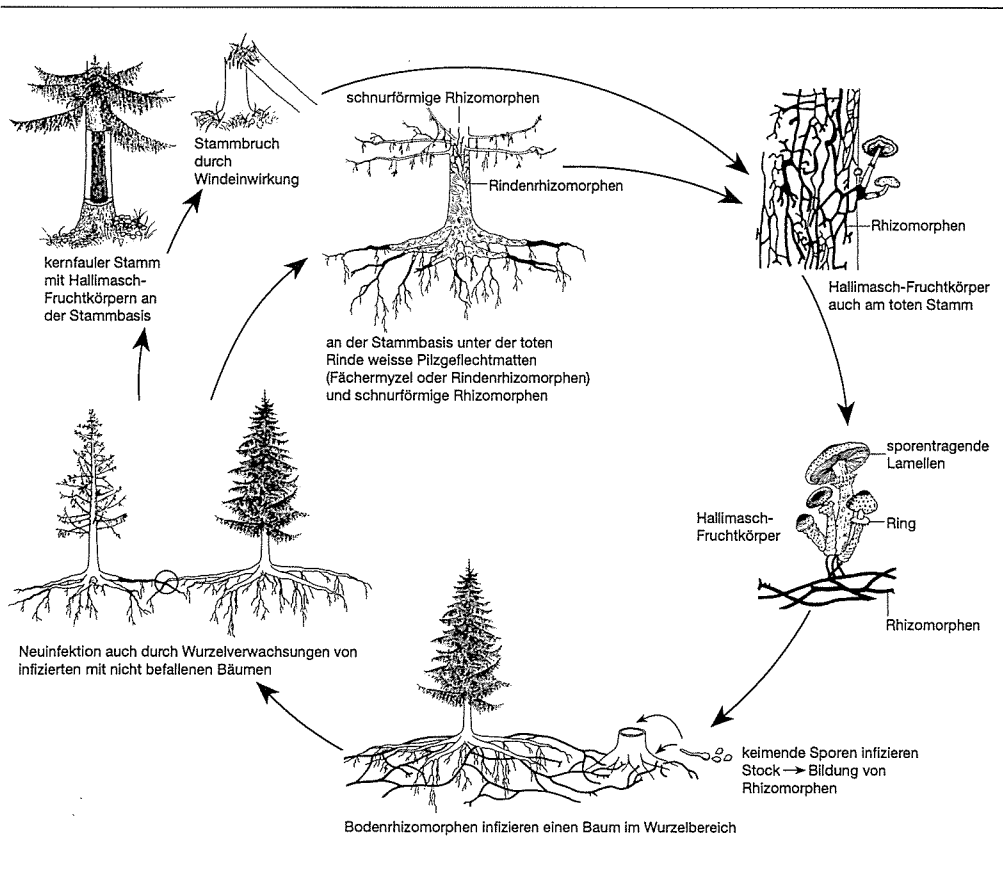
Alle Teile des Pilzes (Fruchtkörper, Rhizomorphen und die Grenzlinien) sind aus einzelnen Pilzfäden (*Hyphen*) aufgebaut, die man in ihrer Gesamtheit als Pilzgeflecht (*Myzel*) bezeichnet.

Infektionsarten

Eine Hallimasch-Infektion kann von einem *lebenskräftigen Baum* zunächst abgewehrt werden. Dies geschieht durch die Bildung von Abwehrstoffen und Abgrenzungsgeweben.

Bei *gestressten Bäumen* sind diese Reaktionen vermindert, und es kommt zur Infektion. Hierbei wächst ein dünner Myzelstrang von einer Bodenrhizomorphen abzweigend in die unverletzte Wurzelrinde des lebenden Baumes ein. Der Baum kann nun auf zweierlei Art geschädigt werden:

1. Hallimasch als *Rindenparasit* («Kambiumkiller»): Der Pilz breitet sich zwischen Holz und Rinde aus und bildet die weissen Rindenrhizomorphen (Fächermyzel). Diese scheiden Stoffwechselprodukte aus, welche die Rinde, das Kambium und den Splint abtöten. Sobald der gesamte Umfang der Wurzel vom Pilz besiedelt ist, stirbt sie ab. Die Rindenrhizomorphen breiten sich weiter aus und können schliesslich den ganzen Stammumfang erfassen. Der Baum stirbt dann innerhalb weniger Wochen.



Zeichnung: Verena Fataar/WSL

Abb. 2: Entwicklung und Infektionsarten von Hallimasch.

kreisrunde, vielfach verzweigte Stränge, die im Boden jahrelang überdauern können. Sie wachsen etwa 1 bis 2 Meter pro Jahr und haben ein hohes Regenerationsvermögen: An durchtrennten Rhizomorphen bilden sich an den Schnittstellen bis zu 20 neue Stränge. Sie dienen dem Pilz

die beim Anschneiden von Faulholz als schwarz-braune Linien (*Demarkations- oder Grenzlinien*, Abb. 7) auf dem Querschnitt sichtbar werden. Sie werden auch von anderen Pilzen gebildet, sind beim Hallimasch aber besonders deutlich ausgeprägt. Typische Rindenrhizomorphen

Befallsmerkmale



Foto: O. Holdenrieder/ETH Zürich

Abb. 3: Fruchtkörper des Honiggelben Hallimaschs.



Foto: O. Holdenrieder/ETH Zürich

Abb. 4: Fruchtkörper des Dunklen Hallimaschs.



Foto: O. Holdenrieder/ETH Zürich

Abb. 6: Harzfluss am Stammfuss einer hallimasch-infizierten Fichte.

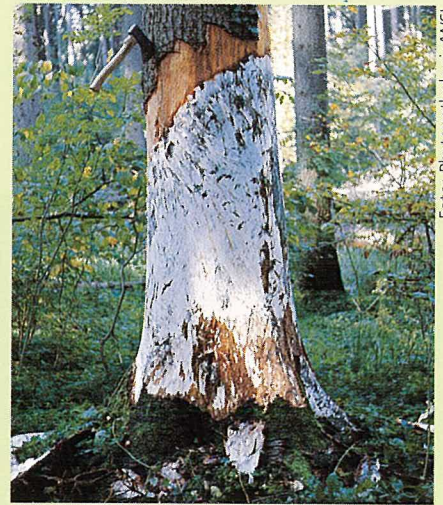


Foto: PhytopathologieWSL

Abb. 8: Weiße Pilzgeflechtmatten (Fächermyzel) unter der abgestorbenen Fichten-Rinde.

Foto: PhytopathologieWSL



Abb. 9: Unter der toten Lärchen-Rinde aus den Pilzgeflechtmatten (M) weiterwachsende schnurförmige Rhizomorphenstränge (R).

Foto: O. Holdenrieder/ETH Zürich



Abb. 10: Kernfaules Fichtenholz durch Hallimaschbefall.



Foto: PhytopathologieWSL

Abb. 5: Nach Hallimasch-Infektion vorzeitiger Nadelfall an Lärche: aussen bereits kahl, innen benadelt.

Foto: PhytopathologieWSL

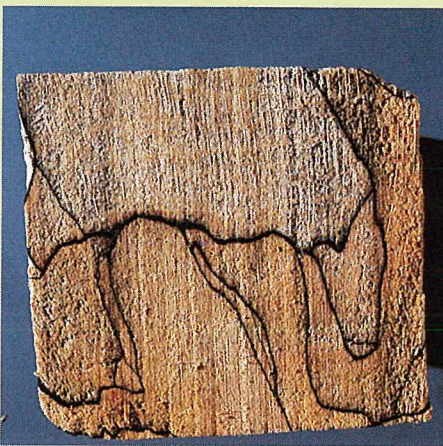


Abb. 7: Von Hallimasch gebildete dunkle, etwa 1 Millimeter breite Grenzlinien (Demarkationslinien) im Holz.

2. Hallimasch als *Kernfäuleerreger*: Häufig kann der Baum die Ausbreitung des Pilzes eingrenzen, und der Befall bleibt auf eine einzige Wurzel oder Teile des Wurzelstockes beschränkt. Falls die infizierte Wurzel bereits Kernholz gebildet hat, kann der Pilz in den Kern gelangen und sich dort in Richtung Stamm ausbreiten. Bei der nachfolgend sich entwickelnden *Kernfäule* bleibt das Splintholz meist verschont. In Nadelhölzern steigt die Fäule selten höher als 50 Zentimeter über dem Boden auf, in Laubhölzern bis

Das Eindringen des Pilzes durch Verletzungen an Wurzeln (*Wundparasit*) spielt nach dem heutigen Kenntnisstand vor allem bei den schwach pathogenen Hallimasch-Arten eine Rolle.

Eine direkte Infektion lebender Bäume durch *Sporen* wurde bisher nicht zweifelsfrei nachgewiesen. Sporen scheinen eher Stöcke und abgestorbene Bäume zu infizieren, wo der Pilz während Jahrzehnten saprophytisch leben kann. Von hier aus können heranwachsende Wurzeln gesunder Bäume durch Pilzrhizomorphen

Fichte (*Picea abies* L.); als widerstandsfähigste Arten gelten die Weissstanne (*Abies alba* Mill.) und die Eibe (*Taxus baccata* L.). Von den Laubhölzern sind Birke (*Betula* sp.), Nussbaum (*Juglans* sp.), Weide (*Salix* sp.) und Ulme (*Ulmus* sp.) sehr empfindlich; als mehr oder weniger widerstandsfähige Art wird die Buche (*Fagus silvatica* L.) genannt.

4. *Gesundheitszustand* des Baumes: Als *Primärparasit*, d. h. Befall offensichtlich gesunder Bäume, tritt der Honiggelbe Hallimasch häufig an Obstbäumen, der

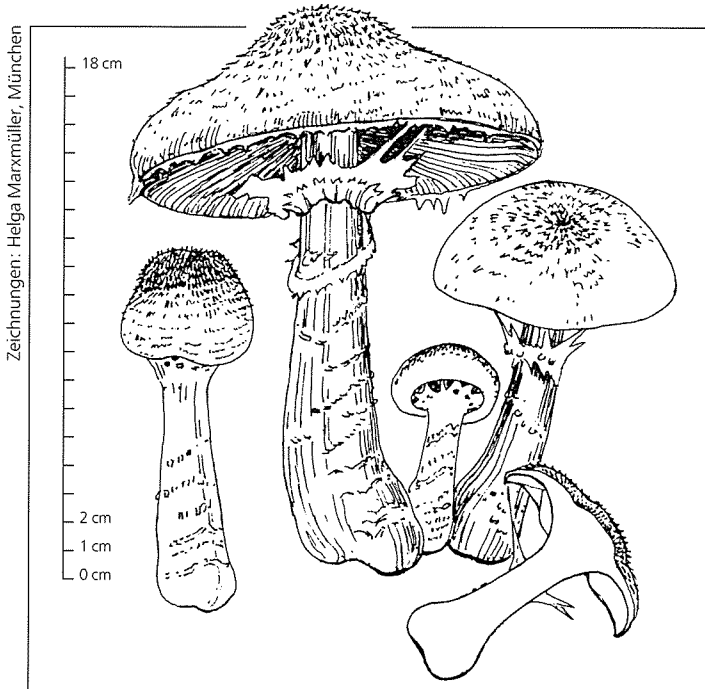


Abb. 11: Gelbschuppiger Hallimasch.

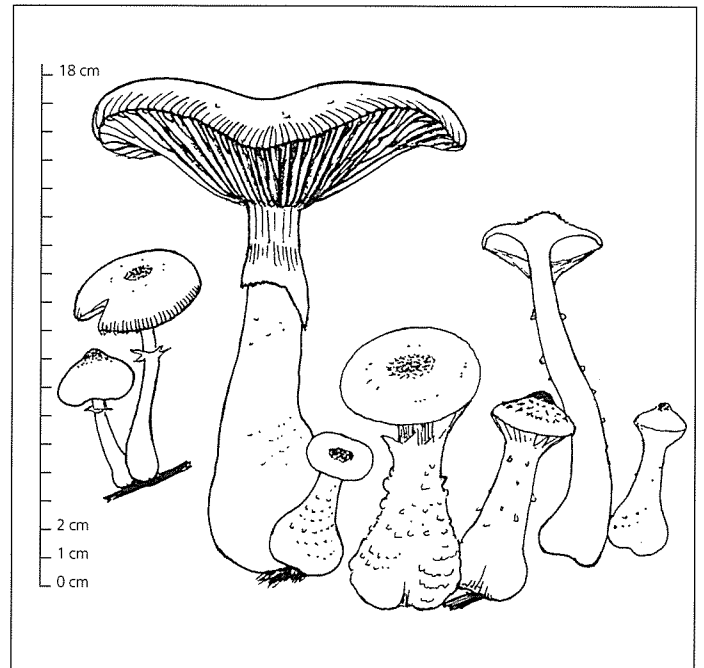


Abb. 12: Keuliger Hallimasch.

höchstens 1 Meter. Kernfäulen bilden sich besonders (aber nicht ausschliesslich) an relativ vitalen Bäumen.

Da der Hallimasch sowohl Holzstoff (Lignin) als auch Zellulose abbaut, zählt man ihn zu den Weissfäuleerregern. Die für andere Weissfäuleerreger typische helle Verfärbung des Holzes fehlt jedoch oft bei der Armillaria-Fäule. Das *zersetzte Holz* ist hier dunkel-rotbraun, später faserig, oft sehr feucht und vom gesunden Holz meist *scharf abgegrenzt* (Abb. 10). Ein kernfauler Baum kann jahrelang überleben, meist ohne äusserlich erkennbare Symptome.

Infektionen können auch durch Myzelwachstum bei *Wurzelberührung* oder *Wurzelverwachsungen* zwischen gesunden und infizierten Bäumen («Kontaktinfektion») erfolgen. Diese Infektionsart ist bei den aggressiven Arten (Dunkler Hallimasch und Honiggelber Hallimasch) wahrscheinlich von grösserer Bedeutung als die Infektion über Bodenrhizomorphen.

und Wurzelkontakte neu infiziert werden.

Mögliche Einflüsse

Verschiedene Faktoren haben einen Einfluss darauf, ob lebende Bäume befallen werden:

1. *Unterschiedliche krankheitserregende Wirkung und Wirtsspezifität* der verschiedenen Hallimasch-Arten (siehe Tabelle).

2. *Unterschiedliche Aggressivität* des Pilzes in Abhängigkeit vom *Nährboden*: Ein Pilz, der von einem grossen, d. h. nährstoffreicheren Stock aus die benachbarten Bäume infiziert, kann sich viel aggressiver verhalten als einer, der von einem kleinen Stock aus angreift.

3. *Artspezifische Anfälligkeit* der Wirtspflanze: Nadelhölzer sind weniger widerstandsfähig als die Mehrzahl der Laubgehölze. Die Föhre (*Pinus silvestris* L.) gilt als sehr anfällig; weniger empfindlich ist die

Dunkle Hallimasch besonders an jungen gepflanzten Nadelbäumen im Alter von etwa 6 bis 8 Jahren auf.

Eine Schwächung der Wirte durch Trockenheit, Staunässe, Frost, Pflanzschock, Insekten- und Pilzbefall (z. B. Eichen-Mehltau), Licht- und Nährstoffmangel, Umweltchemikalien usw. machen den Baum anfällig gegen die beiden genannten Hallimasch-Arten, aber auch gegen die typischen *Schwächeparasiten* Gelbschuppiger Hallimasch, Keuliger Hallimasch und Nördlicher Hallimasch (siehe Tabelle).

5. *Alter* des Baumes: In der Regel sind Nadelbäume in der Jugend sehr anfällig, im mittleren Alter resistenter und im hohen Alter wieder sehr empfindlich. Laubbäume sind meist nur im Alter anfällig.

Forstliche Bedeutung

Aus wirtschaftlicher Sicht verursacht der Hallimasch als Wurzel- und Stamm-

Vorbeugende Massnahmen

Eine Bekämpfung des Hallimaschs mit Fungiziden ist wegen der verborgenen Lebensweise des Pilzes im Holz nicht möglich und auch aus ökologischen Gründen nicht anzustreben, zudem ist der Pilz im Waldboden weit verbreitet. Deshalb kommen nur vorbeugende Massnahmen in Frage, die vor allem die *Abwehrfähigkeit* der Bäume stärken:

Bestandesbegründung

- auf hallimasch-verseuchten Flächen in erster Linie mit *Naturverjüngung* arbeiten;
- bei *künstlicher Verjüngung* sind solche Verfahren vorzuziehen, bei denen möglichst wenig Setzfehler (Wurzeldeformationen) entstehen, wie *Saatverfahren* oder das Ausbringen von *Topfpflanzen*; generell auf *sorgfältiges Pflanzen* achten (z. B. bei Lochpflanzung);
- Wahl *standortgerechter Baumarten* und *Herkünfte* sowie Mischungsverhältnisse; eventuell Wechsel zu weniger gefährdeten Laubholz-Arten;
- *weitere Pflanzabstände* sollen den ersten Eingriff hinauszögern (Naturverjüngungen rechtzeitig lockern);
- auf Flächen mit Hallimaschproblemen den Boden wegen der hohen Regenerationsfähigkeit der Rhizomorphen *nicht bearbeiten*.

Pflegemassnahmen und Holzernte

- Förderung der *Vitalität* der Bäume im Rahmen der Jungwald- und Bestandespflege;
- Erhaltung der *Artenvielfalt* von Pflanzen und Tieren, womit die Erhaltung einer Vielfalt an *Gegenspielern* verbunden ist. Wenn Nutzbaumarten bevorzugt werden, kommt es zu einem direkten und/oder indirekten Verlust anderer Pflanzen und damit auch von Lebewesen im Wurzelbereich. Auf diese Weise wird die Zahl vieler Gegenspieler von Wurzel- und Stammfäuleerregern verringert (z. B. viele Mykorrhizapilze);
- Vermeidung von *Bodenverdichtungen* durch Bodendruck von Rückfahrzeugen;
- jede Verletzung am Baum bedeutet Infektionsgefahr, deshalb Vermeidung von Verletzungen der Wurzelanläufe beim Fällen und Rücken.

fäuleerreger erhebliche *Qualitäts- und Stabilitätseinbussen* und kann zum Absterben stehender Bäume führen:

- besonders schwerwiegend sind Hallimasch-Schäden in Kulturen und Jungwüchsen von Nadelhölzern;
- die Schäden treten in der Regel nicht gleichmässig über grössere Flächen verteilt auf, sondern eher gruppenweise, was zu lückig aufwachsenden Kulturen führt;
- kernfaule Bäume ohne Kambiumschäden leben weiter, sind aber stärker ge-

fährdet durch Windwurf und Sturmbrüche; hier führt der Hallimaschbefall zu einer erheblichen Holzentwertung;

- hat der Pilz als Rindenparasit den Baum abgetötet, ist das Holz aus technologi-scher Sicht oft noch problemlos verwertbar;
- für sachgerecht gelagertes Holz bedeutet der Hallimasch keine Gefahr, da er nur auf feuchtem Holz mit Bodenkontakt wächst.

Aus ökologischer Sicht ist der Hallimasch ein *Nützlichling*, der zur normalen Mikroflora

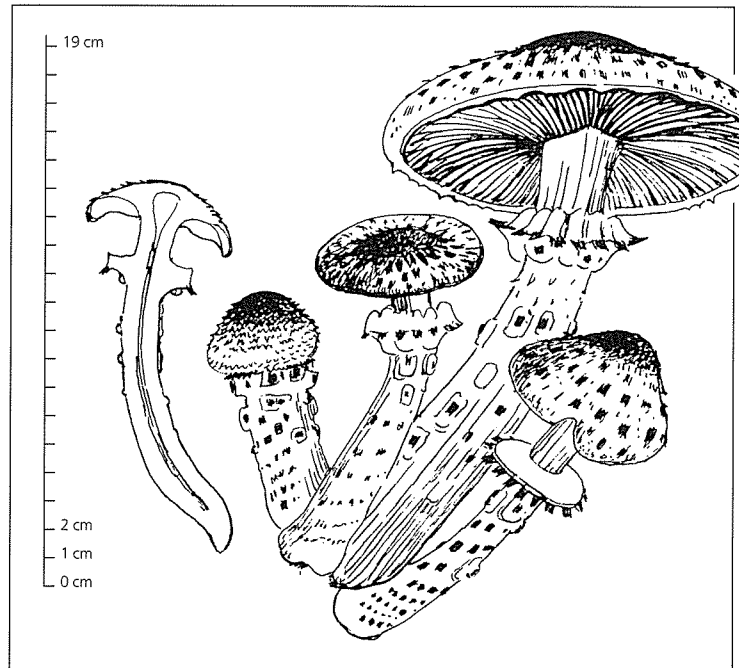


Abb. 13:
Dunkler Hallimasch.

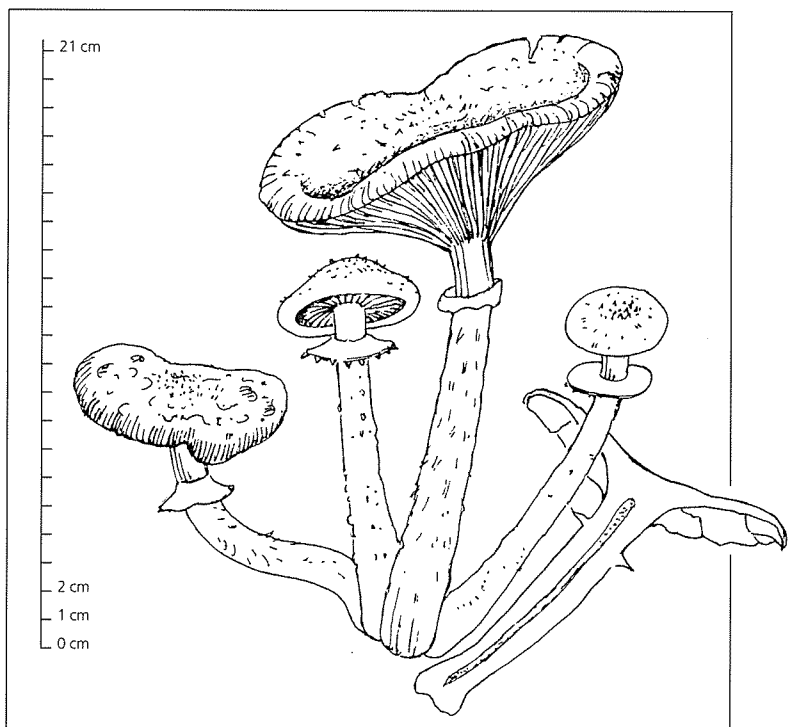


Abb. 14:
Nördlicher Hallimasch.

im Wald gehört. Er ist beteiligt am Abbau toter Holzmasse und spielt eine wichtige Rolle als Verjüngungsfaktor im natürlichen Waldökosystem.

Befallsmerkmale

- Im Anfangsstadium fahl-grüne bis gelblich-grüne *Verfärbungen* des jüngsten Nadeljahrgangs bzw. der Laubblätter; vorzeitiger *Nadel-/Laubblattfall*, wobei die Symptome in der Krone von aussen nach innen fortschreiten (Abb. 5);
- Kleinblättrigkeit;
- *verstärkte Zapfen- bzw. Fruchtbildung* mit kleineren Samen, meist ein Jahr vor dem Absterben des Baumes;
- an Nadelbäumen häufig *Harzfluss* an der Stammbasis (Abb. 6), wobei sich an Baumpartien unterhalb der Bodenoberfläche schwarze, knollenartige Strukturen durch Verkleben mit Bodenpartikeln bilden; bei älteren Bäumen Harzfluss auch weiter oben am Stamm;
- Nach einer Infektion und Ausbreitung des Pilzes im Stamminnern des Baumes

Bildung von *Demarkationslinien* (Grenzlinien, Abb. 7);

- *Zuwachsverluste* befallener Bäume sowohl im Höhen- als auch im Dickenwachstum.

Die genannten Symptome können aber auch andere Ursachen haben, wie Insektenbefall, Nährstoffmangel, Trockenheit, Schleimfluss bei Laubhölzern, abiotische Faktoren oder Befall durch andere Wurzel- und Stammfäulepilze.

- *Schwarze, schnurförmige Rhizomorphen* auf der Wurzeloberfläche und nach Absterben des Baumes unter der Rinde (Abb. 9).

- *Hallimasch-Fruchtkörper* zwischen Juli und November im Umkreis lebender oder abgestorbener Bäume, bisweilen auch am Stamm oder an Wurzelstöcken. Ihre Lebensdauer beträgt nur etwa eine Woche. Bei Trockenheit und Windstille sammeln sich ihre Sporen als weisses Pulver auf der Vegetation und am Boden.

Hallimasch-Fruchtkörper können leicht mit den ähnlich aussehenden *Schüpplingen* (Pholiota-Arten) verwechselt werden. Es sind gleichfalls Wurzel- und (seltener)

Stammfäuleerreger, die besonders am Laubholz auftreten. Sie unterscheiden sich aber von den Hallimasch-Arten durch ihr braunes Sporenpulver und durch das Fehlen eines Ringes.

- *Eindeutige Merkmale* einer Hallimasch-Infektion sind die *weissen Pilzgeflechtmatten* (Fächermyzel) am Stammfuss und Wurzelanlauf unter der Rinde (Abb. 8).

- *Biolumineszenz*: Da es in der Schweiz ausser den Hallimasch-Arten keine anderen leuchtenden Pilze auf Holz gibt, ist die Biolumineszenz ein hilfreiches Erkennungsmerkmal. □