

Hallimasch – Biologie und forstliche Bedeutung

Dagmar Nierhaus-Wunderwald, Roland Engesser und Daniel Rigling

Die Pilzgattung «Hallimasch» (*Armillaria*) ist weltweit verbreitet. Sie umfasst zahlreiche 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 meisten Holzbewohner, Speise- und Giftpilze umfasst. Innerhalb dieser Klasse wird die Gattung *Armillaria* zur Ordnung der Blätterpilze (Agaricales) und zur Familie der Ritterlingsartigen (Tricholomataceae) gestellt.

Vorkommen und Artenspektrum

Fast alle Strauch- und Baumarten können vom Hallimasch befallen werden. Lokal verursacht er grosse Verluste in Kulturen und Jungwüchsen von Nadelgehölzen. Junge Laubbäume sind dagegen weniger anfällig. In älteren Beständen können sowohl Nadel- als auch Laubgehölze infiziert werden (Abb. 1). Hier verursacht der Pilz häufig Kern- und Stockfäulen. Die Folgen sind Bruch oder Wurf bei Windeinwirkung sowie erhebliche Holzverluste. In seiner parasitischen Form zerstört der Pilz die Wachstumschicht in der Rinde, das Kambium, wodurch die befallenen Bäume absterben. Diese Fähigkeit hat ihm die Bezeichnung «Kambiumkiller» eingebracht. Auf diese Weise verursacht der Hallimasch auch grosse wirtschaftliche Schäden in Obstgärten, Weinbergen und Parkanlagen.

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



Abb. 1. Fruchtkörper des Hallimasch an stehender Fichte.

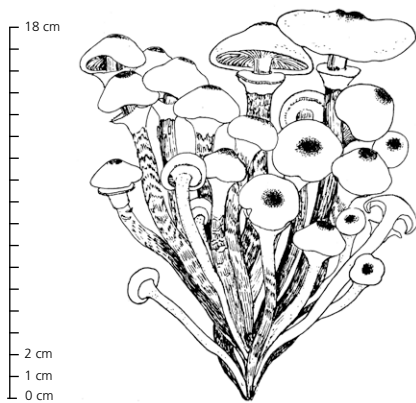


Abb. 2. Honiggelber Hallimasch. (Zeichnung: Helga Marxmüller, München)



Abb. 3. Fruchtkörper des Honiggelben Hallimaschs.

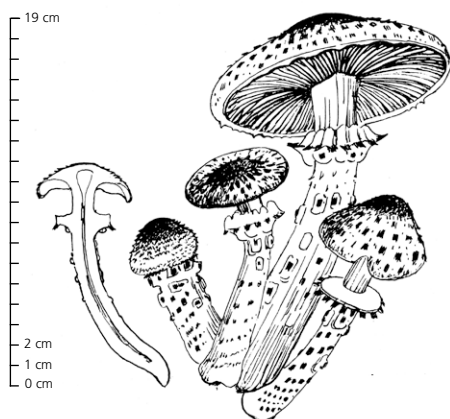


Abb. 4. Dunkler Hallimasch. (Zeichnung: Helga Marxmüller, München)



Abb. 5. Fruchtkörper des Dunklen Hallimaschs.

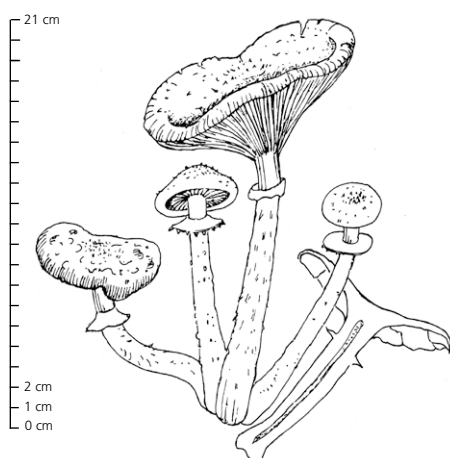


Abb. 6. Nördlicher Hallimasch. (Zeichnung: Helga Marxmüller, München)

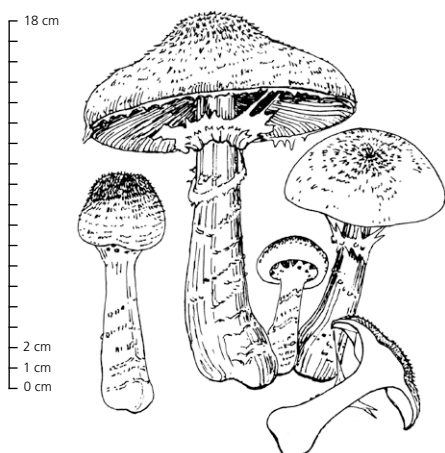


Abb. 7. Gelbschuppiger Hallimasch. (Zeichnung: Helga Marxmüller, München)

Arten sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Daneben gibt es noch den Ringlosen Hallimasch (*Armillaria tabescens* [Scop.: Fr.] Emel) und den ebenfalls ringlosen Moor-Hallimasch (*Armillaria ectypa* [Fr.] Lamoure). Beide sind in der Schweiz ohne phytopathologische Bedeutung.

Merkmale der Fruchtkörper

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. 2 und 3) ist immer gut erkennbar an seinem büscheligen Wuchs und dem häutigen Ring am Stiel. Der Dunkle Hallimasch (*A. ostoyae*, Abb. 4 und 5) kann an seiner rötlichbraunen 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. 6) 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. 7) und des Keuligen Hallimaschs (*A. cepistipes*, Abb. 8) ist sehr schwierig. Einen Hinweis kann allenfalls der Fundort geben, da der Keulige Hallimasch vorwiegend in höheren Lagen vorkommt (Tab. 1).

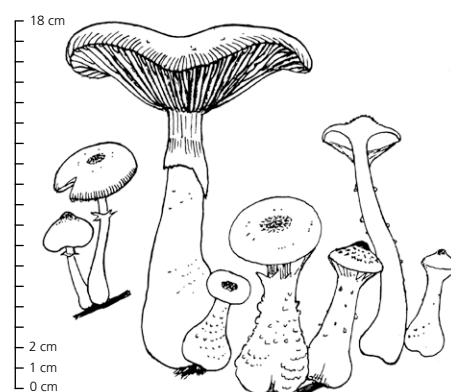


Abb. 8. Keuliger Hallimasch. (Zeichnung: Helga Marxmüller, München)

Tab. 1. Beschreibung der Hallimasch-Arten anhand der Fruchtkörper.

					
Unterscheidungsmerkmale der Fruchtkörper	Honiggelber Hallimasch <i>Armillaria mellea</i> (Vahl: Fr.) Kummer	Gelbschuppiger Hallimasch <i>Armillaria gallica</i> Marxmüller und 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 und 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 rundem 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 Bepudrung, oft in Zickzackmuster aufbrechend oder unterhalb des Ringes wenige häutige Fetzen	knollig, oft nur zylindrisch; kräftig; mit ockerfarbenen, gelben oder grauen Flocken, meist mehrmals gebändert	zylindrisch mit ± ausgeprägter knolliger Basis; oft geschwungen; jung: gelblich bepudert oder mit kleinen vergänglichen, gelben bis graubraunen Flocken	zylindrisch, oft etwas flachgedrückt, ohne verdickte Basis (ausser bei Trockenheit), mit braunweissen, breiten Flocken, seltener weiss gebändert mit ganz kleinen dunklen Flocken	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; häufig; 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 Flocken; ± 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 Obst- und Parkbäumen, oder Weinstöcken), seltener an Nadelholz; an Stöcken und lebenden Bäumen Laub- und Mischwälder Parks und Obstgärten	besonders an stark geschwächten Laubhölzern, seltener an Nadelholz, an Stöcken, am Boden unter Laubbäumen oder in einiger Entfernung von diesen, häufig als Bodenrhizomorphen in Tieflagen bis 800 m ü. M. Laub- und Mischwälder,	vorwiegend an Nadelholz, aber auch an Laubholz, v. a. in der montanen Stufe; oft an morschen Stöcken und Stämmen, sowie an toten Ästen; häufig als Bodenrhizomorphen zwischen 600 und 1600 m ü. M. Nadel-, Laub- und Mischwälder	in Mitteleuropa häufig; besonders an Nadelholz, gelegentlich an Laubholz, 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, Kernfäuleerreger an Fichte	Primärparasit; häufig «Kambiumkiller», aber auch Kernfäuleerreger; tötet Bäume jeden Alters; daneben auch Saprophyt	überwiegend Saprophyt, gelegentlich auch Kernfäuleerreger an Fichte

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 und Myzelmatten

Als Besonderheit bildet der Hallimasch wurzelähnliche Stränge (Rhizomorphen) und weisse Myzelmatten aus, die unterschiedliche Funktion haben:

1. Die schnurförmigen Bodenrhizomorphen mit einer braunen bis schwarzen Rinde wachsen unterirdisch, meist in einer Tiefe von fünf bis 15 Zentimetern, selten tiefer als 30 Zentimeter. Es sind ein bis fünf Millimeter dicke, im Querschnitt meist kreisrunde, vielfach verzweigte Stränge, die im Boden jahrelang überdauern können. Sie wachsen etwa ein bis zwei 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 als Ausbreitungsorgane sowie als Wasser- und Nährstoffleitung. Durch Bodenrhizomorphen findet häufig die Infektion der Wurzeln statt.
2. Die Myzelmatten breiten sich in Form einer dünnen, grossflächigen Schicht zwischen Rinde und Holz aus und töten das Kambium und die Rinde ab. Sie sind nach Ablösen der Rinde gut sichtbar und damit das wichtigste Erkennungsmerkmal für eine Hallimasch-Infektion. Von den Myzelmatten 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 Myzelmatten 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, die beim Anschneiden von Faulholz als schwarz-braune Linien (Demarkations- oder Grenzlinien, Abb. 9) auf dem

Abb. 9. Von Hallimasch gebildete dunkle, etwa ein Millimeter breite Grenzlinien (Demarkationslinien) im Holz.



Abb. 10. Unter der toten Lärchen-Rinde aus den weissen Myzelmatten (M) weiterwachsende schnurförmige Rhizomorphenstränge (R).



Querschnitt sichtbar werden. Sie werden auch von anderen Pilzen gebildet, sind beim Hallimasch aber besonders deutlich ausgeprägt. Myzelmatten entwickeln sich nur, wenn der Baum zum Zeitpunkt der Infektion noch lebt. 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 der Myzelmatte in Form von schnurähnlichen,

meist mehr oder weniger abgeflachten Rhizomorphen unter der Rinde weiter. Nach dem Ablösen der Rinde erscheinen sie als dunkles Netzwerk auf dem Holz (Abb. 10). Bei Bäumen, die aufgrund einer anderen Ursache bereits abgestorben waren und die erst nachträglich von Hallimasch besiedelt wurden, findet man nur diese schnurartigen Rhizomorphen. Myzelmatten und Rhizomorphen finden sich häufig auch an Baumstümpfen, die auf diese Weise vom Hallimasch besiedelt werden.

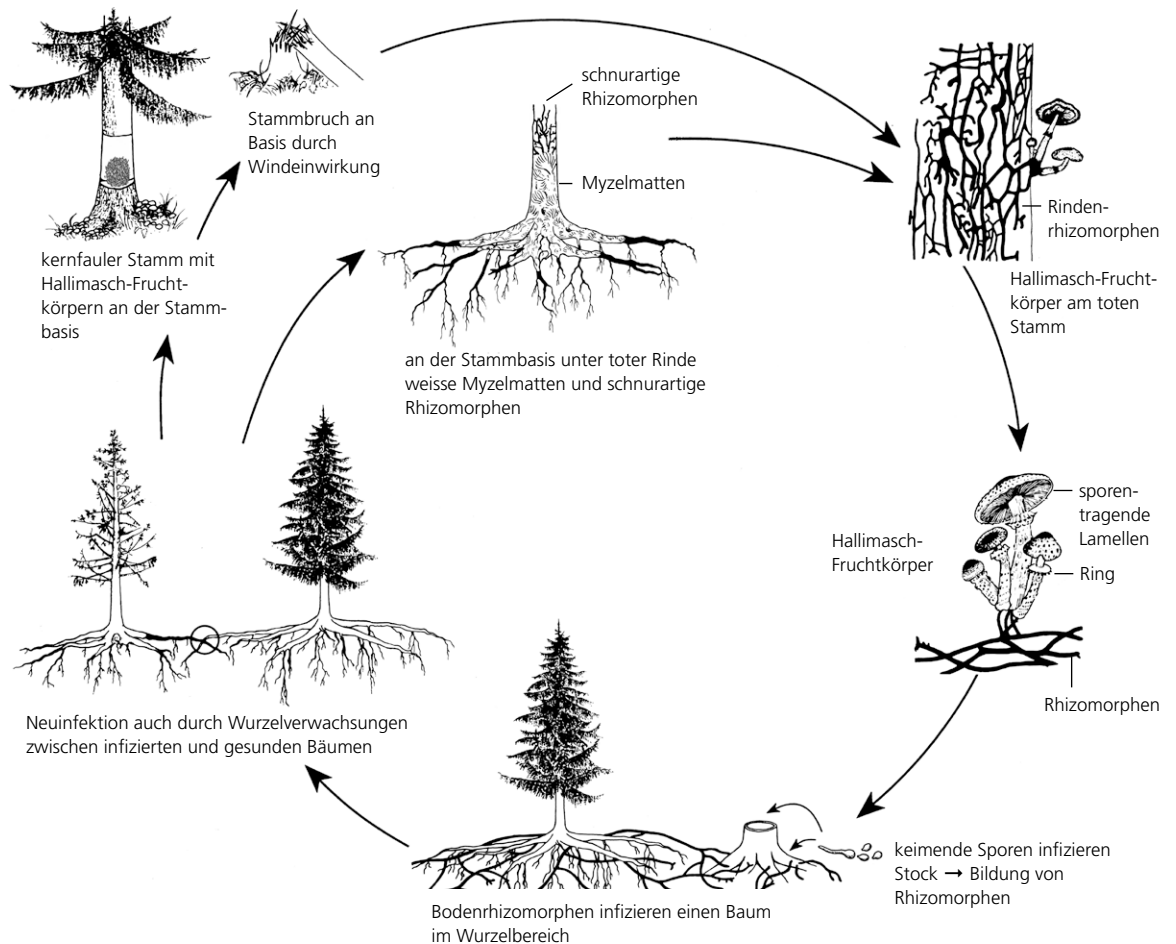


Abb. 11. Entwicklung und Infektionsarten des Hallimasch. (Zeichnung: Verena Fataar, WSL)

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 fünf 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, Myzelmatten 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, zum Beispiel während grosser Trockenheit, sind diese Reaktionen vermindert und es kommt zur Infektion. Hierbei wächst ein dünner Myzelstrang von einer Bodenrhizomorph abweigend in die unverletzte Wurzelrinde des lebenden Baumes ein (Abb. 11). 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 Myzelmatten. 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 Myzelmatten breiten sich weiter aus und wachsen unter der Rinde bis zu mehreren Metern den Stamm hoch. Sobald der gesamte Stammumfang befallen ist, stirbt der Baum innerhalb weniger Wochen.
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 bilden sich besonders (aber nicht ausschliesslich) an relativ vitalen Bäumen.

Da der Hallimasch sowohl Holzstoff (Lignin) als auch Zellulose abbaut, zählt er zu den Weissfäuleerregern. Die für andere Weissfäuleerreger typische helle Verfärbung des Holzes fehlt jedoch oft bei der Hallimasch-Fäule. Das zersetzte Holz ist hier dunkel-rotbraun, später faserig, oft sehr feucht und vom gesunden Holz meist scharf abgegrenzt (Abb. 12). 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



Abb. 12. Kernfaules Fichtenholz durch Hallimaschbefall.

(«Kontaktinfektion») erfolgen. Diese Infektionsart ist bei den aggressiven Arten (Dunkler Hallimasch und Honiggelber Hallimasch) wahrscheinlich von grösserer Bedeutung als die Infektion über Bodenrhizomorphen. 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 Rhizomorphen und Wurzelkontakte neu infiziert werden.

Dadurch kann sich ein einzelner Hallimasch während vieler Jahre ausbreiten und grossflächig zahlreiche Bäume infizieren. So wurde zum Beispiel in den Bergföhrenwäldern des Schweizerischen Nationalparks ein mehr als 1000-jähriger Dunkler Hallimasch gefunden, der sich über eine Fläche von 37 Hektaren erstreckt.

Befallsursachen

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

1. Unterschiedliche krankheitserregende Wirkung und Wirtsspezifität der verschiedenen Hallimasch-Arten (Tab. 1).
2. Unterschiedliche Aggressivität des Pilzes in Abhängigkeit vom Angebot

an Nährstoffen: 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 sylvestris* L.) gilt als sehr anfällig; weniger empfindlich ist die 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 sylvatica* L.) genannt.
4. Gesundheitszustand des Baumes: Als Primärparasit, d. h. Befall offensichtlich gesunder Bäume, tritt der Honiggelbe Hallimasch häufig an Laubbäumen, der Dunkle Hallimasch besonders an jungen gepflanzten Nadelbäumen im Alter von etwa sechs bis acht Jahren auf.
5. 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 (Tab. 1).
6. 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.

Befallsmerkmale

Folgende Merkmale deuten auf einen Hallimasch-Befall hin:

- im Anfangsstadium vermindertes Triebwachstum und Kleinblättrigkeit
- später 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. 13)

- verstärkte Zapfen- bzw. Fruchtbildung mit kleineren Samen, meist ein Jahr vor dem Absterben des Baumes
- an Nadelbäumen häufig Harzfluss an der Stammbasis (Abb. 14), 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. 9)

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

Folgende Merkmale einer Hallimasch-Infektion sind eindeutig:

- Weisses Myzelmatten am Stammfuss und Wurzelanlauf unter der Rinde (Abb. 15): Diese Myzelmatten sind ausdauernd und können unabhängig von der Jahreszeit nach dem Entfernen der Rinde entdeckt werden.
- Schwarze, schnurförmige Rhizomorphen auf der Wurzeloberfläche und nach Absterben des Baumes unter der Rinde (siehe Abb. 10).
- Hallimasch-Fruchtkörper zwischen Juli und November am Stamm oder

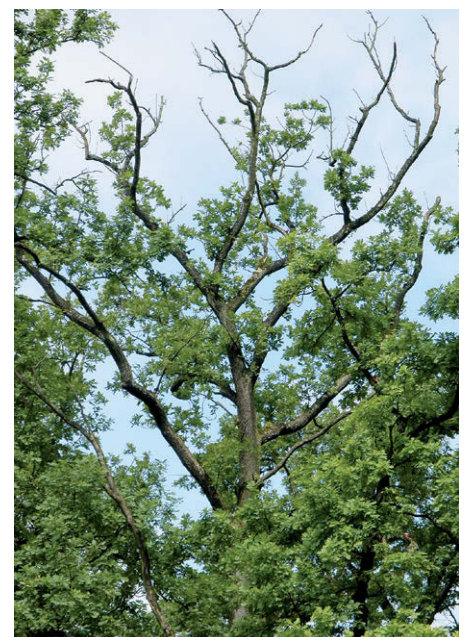


Abb. 13. Nach Hallimasch-Infektion vorzeitiger Laubverlust an Eiche: aussen bereits kahl, innen belaubt.

Wurzelansatz lebender oder abgestorbener Bäume, bisweilen auch entlang von oberflächlich verlaufenden Wurzeln. 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 des Ringes am Stiel.

Forstliche Bedeutung

Aus ökologischer Sicht ist der Hallimasch ein Nützling, der zur normalen Mikroflora im Wald gehört. Er ist beteiligt am Abbau toter Holzmasse und spielt eine wichtige Rolle als Verjüngungsfaktor im natürlichen Waldökosystem.

Aus wirtschaftlicher Sicht verursacht der Hallimasch als Wurzel- und Stammfäuleerreger 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 gefährdet durch Windwurf und Sturmbrüche; hier führt der Hallimaschbefall zu einer erheblichen Holzentwertung.
- Vom Hallimasch befallene Bäume zeigen Zuwachsverluste sowohl im Höhen- als auch im Dickenwachstum.
- Hat der Pilz als Rindenparasit den Baum abgetötet, ist das Holz aus technologischer Sicht oft noch problemlos verwertbar.
- Bei der Holzlagerung, insbesondere der Nasslagerung, kann der Hallimasch erhebliche wirtschaftliche Einbussen bewirken.

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. In Garten- und Parkanlagen sollten die Wurzelstöcke von befallenen Bäumen möglichst vollständig entfernt oder ausgefräst werden, da diese dem Hallimasch als Ausgangsbasis für weitere Infektionen gesunder Bäume dienen. Im Waldboden hingegen ist der Pilz

weit verbreitet. Deshalb kommen hier nur vorbeugende Massnahmen in Frage, die vor allem die Abwehrfähigkeit der Bäume stärken. Bei der Bestandesbeurteilung sind folgende vorbereitenden Massnahmen sinnvoll:

- 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)

Bei Waldpflege und Holzernte können ebenfalls Vorkehrungen gegen den Hallimasch getroffen werden:

- Förderung der Vitalität der Bäume im Rahmen der Jungwald- und Bestandespflege
- Vermeidung von Bodenverdichtungen durch Bodendruck von Rückefahrzeugen
- jede Verletzung am Baum bedeutet Infektionsgefahr, deshalb Vermeidung von Verletzungen der flachstreichenden Wurzeln und der Wurzelanläufe bei Fäll- und Rückearbeiten
- Erhaltung der Artenvielfalt von Pflanzen und Tieren, womit die Erhaltung einer Vielfalt an Gegenspielern verbunden ist. Wenn einzelne 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 möglicher Gegenspieler von Wurzel- und Stammfäuleerregern verringert (z. B. viele Mykorrhizapilze).

Nasslagerung und Hallimaschbefall

Die Nasslagerung mittels Beregnung ist eine geeignete Methode, um Nadelholz Wert erhaltend während mehrerer Jahre zu konservieren. Sie wird verwendet, wenn zum Beispiel nach einem Sturmereignis grosse Rundholzmengen



Abb. 14. Harzfluss am Stammfuss einer hallimasch-infizierten Fichte.



Abb. 15. Weisse Myzelmatte unter der abgestorbenen Fichten-Rinde.

anfallen, welche nicht schnell genug verarbeitet werden können. Beim eingelagerten Holz handelt es sich meist um Fichtenstämme in Rinde. Korrekt beregnetes Rundholz ist grundsätzlich vor weiterem Insekten- und Pilzbefall geschützt. Die grosse Ausnahme bildet der Hallimasch, welcher auch derart konserviertes Rundholz zu befallen vermag (GROSS *et al.* 1996¹⁾). Er hat die Fähigkeit, in nasses Holz Luftkanäle zu treiben und von dort ausgehend auch wassergesättigtes Holz abzubauen. Bereits nach zwei bis drei Jahren kann eine Mantelfäule entstehen, wodurch zwei bis fünf Zentimeter des äusseren Splintholzes entwertet werden (Abb. 16). Diese Splintholzfülle wird erst nach dem Entrinden der befallenen Stämme sichtbar, beeinträchtigt die weitere Verwendung des Holzes und führt somit zu einem erheblichen Wertverlust. Wahrscheinlich wird der Pilz mit bereits infiziertem Holz ins Nasslager eingeschleppt.



Abb. 16. Splintholzverlust nach dem Entrindungsprozess.

Einige Massnahmen helfen, die Gefahr einer Wertminderung von beregnetem Rundholz durch den Hallimasch zu reduzieren:

- Zur Nasslagerung vorgesehenes Rundholz möglichst schnell einlagern, da im Wald Stämme mit Bodenkon-

takt vom Hallimasch und weiteren Holz abbauenden Pilzen infiziert werden können.

- Keine infizierten Stämme einlagern. Weissen Myzelmatten unter der Rinde oder schwarzen Rhizomorphen sind Kennzeichen eines bereits erfolgten Befalls. Es sollten nur einwandfreie und hochwertige Sortimente eingelagert werden.
- Falls möglich, bereits entrindete Stämme einlagern, da sich auf entrindeten Stämmen der Hallimasch kaum etablieren kann.
- Wird ein Lagerplatz wiederholt verwendet, sollte dieser vor der erneuten Benutzung von Holzabfällen gereinigt werden, um das Risiko einer späteren, vom Boden ausgehende Hallimaschinfektion zu reduzieren.

Fotos

Eidg. Forschungsanstalt WSL (1, 3, 9, 10, 13, 15, 16)
Ottmar Holdenrieder, ETH Zürich (5, 12, 14)

Weitere Informationen unter
www.waldschutz.ch

¹⁾ GROSS, M.; METZLER, B.; SCHUHMACHER, P., 1996: Hallimaschbefall an beregnetem Sturmholz. AFZ/Der Wald 51, 6: 329–332.

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. 47: Schwick, C.; Jaeger, J.; Kienast, F., 2010: Zersiedelung messen und vermeiden. Merkbl. Prax. 47: 12 S.
- Nr. 46: Wohlgemuth, T.; Brigger, A.; Gerold, P.; Laranjeiro, L.; Moretti, M.; Moser, B.; Rebetez, M.; Schmatz, D.; Schneiter, G.; Sciacca, S.; Sierro, 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: Jacqueline Annen, WSL

Druck: Sihldruck AG