

Fäule-Schäden an Spielplätzen und ihre Vermeidung

Theorie und Praxisbeispiele

Tobias Huckfeldt und Mathias Rehbein

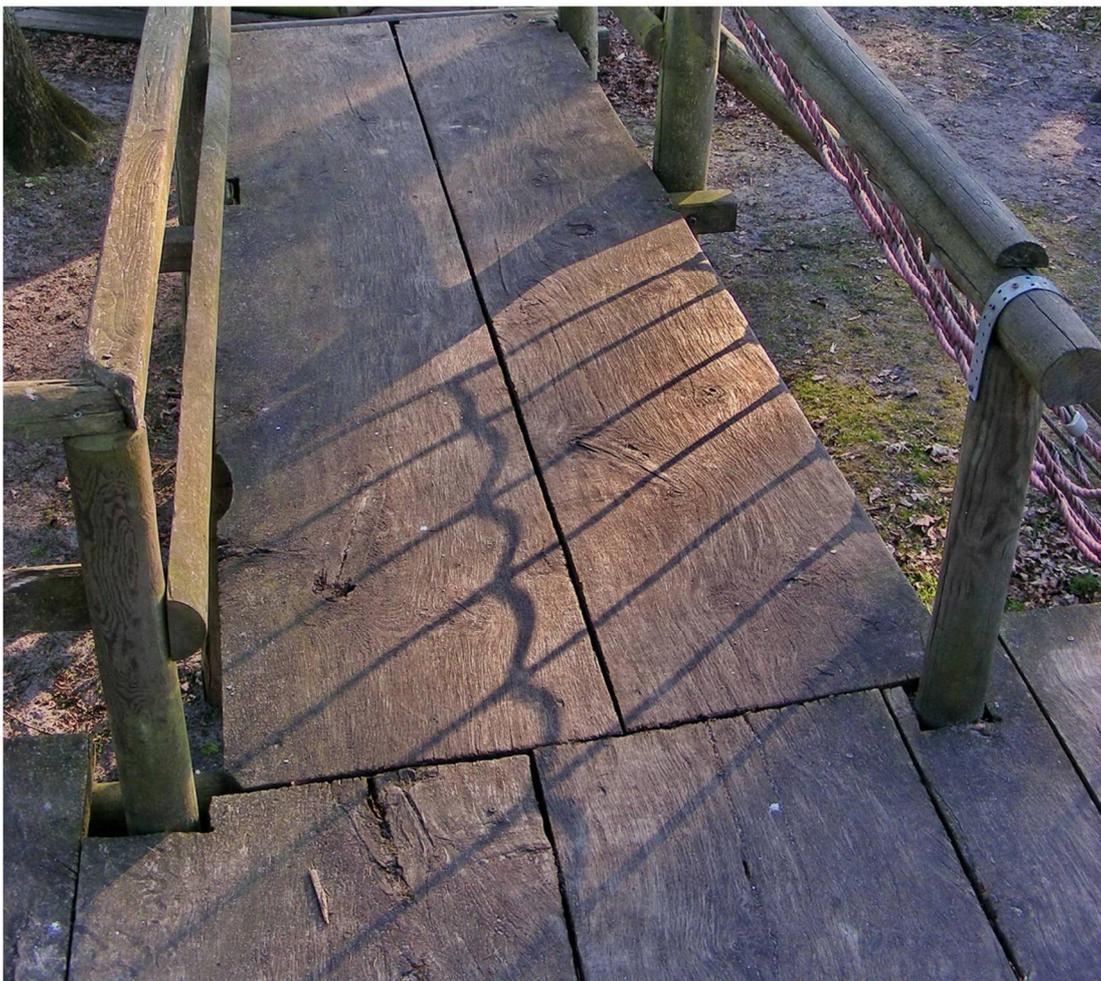


Abb. 0: Eichenholz von sehr guter Qualität kann in der Gebrauchsklasse 3 lange der Witterung trotzen.

Die Qualitäts-Sicherung beginnt im Wald mit der richtigen Lagerung.

Oben: Negativbeispiel – Befall mit einem Rotstreife-Erreger: Schichtpilz (*Stereum* sp.)

Unter: mächtige Eichendielen in der Zweitverwendung als Spiel-Deck eines Kletterturms

Fäule-Schäden an Spielplätzen und ihre Vermeidung – Theorie und Praxisbeispiele

Tobias Huckfeldt und Mathias Rehbein

1. Zusammenfassung

Verletzungen von Kindern an Spielplatzgeräten, verursacht durch ein Versagen pilzbefallener Holzbauteile, müssen verhindert werden. Die Ursachen für einen Pilzbefall an Spielplatzgeräten sind vielfältig. Sie lassen sich aber meist auf einen Hauptgrund zurückführen, nämlich auf eine zu hohe Holzfeuchte über einen zu langen Zeitraum. Nur wenige Fäulepilze sind in der Lage, luftumspültes und nur zeitweilig feuchtes Holz in der Luftzone anzugreifen. Zu diesen Spezialisten zählen die Gallertränen (*Dacrymyces* spp.) und die Blättlinge (*Gloeophyllum* spp.) an Nadelholz und die Dauerporenschwämme (*Perenniporia* spp.) an Eichenholz. Am Beispiel der Gallertränen werden zahlreiche Befallsbilder gezeigt. Die meisten anderen Fäulepilze sind auf Feuchtenester angewiesen oder treten bevorzugt in der Erd-Luft-Zone auf, wie die Moderfäulepilze. Die Aufgabe des baulichen Holzschutzes ist es, die für ein Pilzwachstum notwendige Holzfeuchte sowie Feuchtenester zu vermeiden oder zu entfernen.

Stichworte: Garten- und Landschaftsbau, Ökologie der Fäulepilze, Fäulepilz-Arten, Gallertränen, *Dacrymyces*, Blättlinge, *Gloeophyllum*, Moderfäulepilze, Feuchtenester, Erd-Luft-Zone, Luftzone, baulicher Holzschutz.



Abb. 1: Feuchtenest mit Braunfäule: Reste einer Leitersprosse mit Innenfäule an einem Spielturn. Hier liegt eine für Kinder nicht einschätzbare Gefahrenquelle vor: unvorhersehbarer Bruch.

2. Die Situation an Spielplätzen: Typische Schadbilder und Ursachen

Holz im Garten- und Landschaftsbau kann ein geeignetes Biotop für zahlreiche Pilze sein, von den harmloseren Schimmel- und Bläuepilzen bis hin zu den Fäulnis-Erregern. Als Folge des häufig verdeckten Holzabbaus auf Kinderspielplätzen können Verletzungen und ernsthafte Gesundheitsschäden beim Versagen der Bauteile auftreten (Abb. 1). Eine Möglichkeit, der Holzersetzung entgegenzuwirken, ist die Verwendung chemisch geschützter Hölzer. Aber der chemische Holzschutz hat in der Bevölkerung allgemein an Akzeptanz verloren. „Wo immer vertretbar, sollte aus Gründen der Gesundheits- und Umweltvorsorge auf den Einsatz chemischer Holzschutzmittel verzichtet werden.“ (ERLER, 2002). Besonders bei Kinderspielplätzen besteht die Befürchtung der Eltern, ihre Kinder könnten sich z. B. durch Lecken am Holz oder durch Hautkontakt vergiften. Es werden häufig andere Schutzmaßnahmen, in erster Linie bauliche/konstruktive Maßnahmen befürwortet. Wird jedoch der bauliche Holzschutz nicht beachtet oder sind die Einbringmengen an chemischen Holzschutzmitteln zu gering, ergeben sich beim Einsatz nicht dauerhafter Hölzer meist nur kurze Standzeiten (MÜLLER, 2008a, b). Durch den Verzicht auf chemische Holzschutzmittel verändert sich das Arten-Spektrum der auftretenden Fäulepilze. Sensible Arten, wie die oft übersehenen Gallertränen (*Dacrymyces* spp.), kommen häufiger vor (BECH-ANDERSEN, 2004, siehe Abb. 2 bis 7, 11 und 21). Die Gallertränen gehören zu den wenigen Fäulepilzen, die in der Lage sind, bewittertes, luftumspültes Splint- und kernnahes Holz (sogenanntes Juveniles- oder

Jugendholz) anzugreifen, wie dies auch die Blättlinge (*Gloeophyllum* spp.) können. Dabei ist die Zerfließende Gallerträne einer der häufigsten holzerstörenden Pilze überhaupt (JAHN et al., 2005). Die meisten Schadbilder an Spielplatzgeräten konzentrieren sich jedoch auf die Erd-Luft-Zone (Abb. 1a und 9) und auf Feuchtenester (Abb. 1 und 1b). In der Erd-Luft-Zone sind Moderfäulepilze wichtige Holzzerstörer, auf die in Kapitel 5 eingegangen wird. Auf die Verwendung von ungeschütztem Splintholz (Abb. 5) sollte zugunsten einer langen Lebensdauer, insbesondere bei tragenden Bauteilen, anders als bei fachgerecht chemisch geschütztem Holz, im Garten- und Landschaftsbau verzichtet werden.



Abb. 1a: Fruchtkörper des Graublättrigen Schwefelkopfes (*Hypholoma capnoides*) an einer Sandkasten-Einfriedung (Eckbild: Detail); die Fäule-Entwicklung schreitet langsam voran; die Pilze sollten, da sie dem giftigen¹ Grünblättrigen Schwefelkopf ähnlich sehen, nicht gegessen werden.



Abb. 1b: An der ausgefrästen Verbindungsfläche zwischen den Rundhölzern ist ein Feuchtenest entstanden. Ein erster Pilz hat sich angesiedelt und Fruchtkörper gebildet – hier ein kleiner Schichtpilz (*Stereum* sp.); die Fäule-Entwicklung schreitet langsam und meist im Splintholz voran.



Abb. 2: Frische Fruchtkörper der Zerfließenden Gallerträne (*Dacrymyces stillatus*) an einem Spielplatz-Zaun mit Braunfäule; Detailbild: gelähnliche, gelbe, z. T. zusammenfließende Fruchtkörper.

¹ Zur Giftigkeit von Großpilzen, die an Holz und anderen Flächen von Spielplätzen wachsen, siehe z. B. BRESINSKY/BESL (1985), FLAMMER/HORAK (2003) und ROTH et al. (1990).

3. Ursachen

3.1 Ursache: Verwendung von Splintholz

Eine altbekannte Ursache für die Ansiedlung von Fäulepilzen im Garten- und Landschaftsbau ist die Verwendung von nicht dauerhaftem Splintholz. Auch das Splintholz von sehr dauerhaften (auch tropischen) Holzarten ist nicht dauerhaft (z. B. PECHMANN, 1956; Reis, 1973; HIGHLEY, 1978, Rehbein/KOCH, 2010). Ein Indikator für das Vorhandensein von Splintholz an Spielgeräten ist das Vorkommen von Gallertränen (*Dacrymyces* spp.), die Splintholz innerhalb von 1-2 Jahren besiedeln. Sie wachsen vielfach an Holz der Gebrauchsklasse 3. In späteren Jahren befallen sie auch das Kernholz (Abb. 4). Dabei setzt ein pilzbefallener Splintholzanteil nicht nur die Haltbarkeit, sondern auch das Erscheinungsbild des gesamten Bauteils / der gesamten Konstruktion herab (Abb. 5).

In Abhängigkeit vom jeweiligen Einsatzbereich der befallenen Hölzer reicht das resultierende Schadbild holzersetzennder Pilze von eher harmlosen Schönheitsfehlern (Abb. 2) bis hin zu final abgebauten Bauteilen, bei denen der Funktionsverlust droht (z. B. beim Befall mit Moderfäulepilzen an Pfahlgründungen; Abb. 13a). Zu beachten ist weiterhin, dass sich einige Fäulepilze vom nicht dauerhaften Splintholz auch auf das angrenzende, dauerhaftere Kernholz ausdehnen können; hierzu zählen z. B. die Moderfäulepilze, der Eichenwirrling (*Daedalea quercina*), der Ockerfarbene Dauerporenschwamm (*Perenniporia medulla-panis*), der Braune Kellerschwamm (*Coniophora puteana*), der Wilde Hausschwamm (*Serpula himantoides*) und auch die Zerfließende Gallerträne (*Dacrymyces stillatus*). Das Splintholz dient in diesen Fällen als Eindringpforte für die holzersetzennden Fäulepilze (HUCKFELDT/SCHMIDT, 2015). Dies ist jedoch nicht zwingend: Nach einem Abbau des Splintholzes durch schwächere Fäule-Erreger zeigen luftumspülte Bauteile zuweilen auch über Jahre hinweg keine weiteren Fäuleschäden im angrenzenden Kernholz (Abb. 6) oder nur eine langsam fortschreitende Fäule (Abb. 3). Zu diesen Arten gehören viele Schichtpilze (Corticaceae) und Gallertränen (Tabelle 1). Derartige Schäden sind auf Spielplätzen oft an Decks (Abb. 5), Geländern und Einfriedungen zu finden (Abb. 2).



Abb. 3: Kleine Fruchtkörper (Eckbild) der Zerfließenden Gallerträne (*Dacrymyces stillatus*) an einer luftumspülten Spielburg-Wand (ca. 28 Jahre alt) mit Braunfäule; die Fäule-Entwicklung schreitet nur langsam voran.



Abb. 4: Nebenfruchtform der Zerfließenden Gallerträne an einem Schaukelpfahl mit Moder- und Braunfäule in der Erd-Luft-Zone: für Kinder nicht einschätzbar.



Abb. 5: Gelbe Nebenfruchtform der Zerfließenden Gallerträne an einem Deck: Die Pustel-ähnlichen Fruchtkörper sind nur auf dem Splintholz gewachsen.

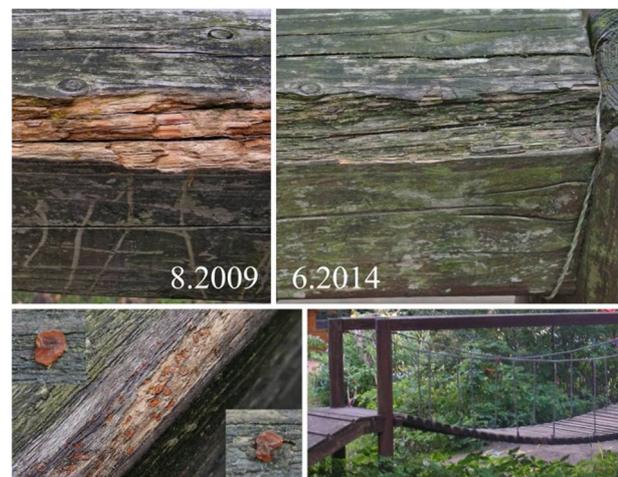


Abb. 6: Stagnierendes Schadbild am Geländer einer Hängebrücke (nach 5 und 10 Jahren): Bild unten links : Fruchtkörper der Zerfließenden Gallerträne und Bild unten rechts: Konstruktions-Übersicht.



Abb. 7: Leuchtend orange Fruchtkörper von Gallertränen (*Dacrymyces* spp., Durchmesser 0,5-2 mm).

Endkunden erkennen verarbeitetes Splintholz häufig nicht als solches und erwarten, insbesondere wenn hochpreisige Spielgeräte aus an sich dauerhaften Holzarten in den Katalogen angeboten werden, eine lange Lebensdauer. Nach 1-2 Jahren können jedoch Fruchtkörper aus den Splintholzanteilen wachsen (Abb. 7). Dieser Mangel wird oft von produktbegleitenden Schriften geschönt, die einen gewissen Anteil Splintholz an chemisch nicht geschütztem Holz zulassen. Normen, Merkblätter und Vorschriften, die bei bewittertem Holz, insbesondere bei tragenden oder stark beanspruchten Bauteilen, Splintholz oder Splintholzanteile zulassen, sind aus biologisch-technischer Sicht nicht geeignet, den Stand der Technik darzustellen – sie geben eher wirtschaftliche Interessen wieder.

3.2 Ursache: unzureichender baulicher Holzschutz

Wird weniger dauerhaftes Holz in den Gebrauchsklassen 2 und 3.1 verwendet, kommt dem baulichen Holzschutz eine besondere Aufgabe zu, da durch konstruktive Fehler Bauschäden in beträchtlicher Größenordnung entstehen können (Abb. 9-12). „Der bauliche Holzschutz ist im Wesentlichen ein Feuchteschutz“ (SCHULZE, 1985). Ist der bauliche Holzschutz unzureichend, entstehen Feuchtenester und in der Folge eine Fäule. Diese Gefahr besteht ebenfalls, wenn an Spielgeräten Wasserabläufe nicht geplant sind, sondern dem Zufall überlassen bleiben. Auch hierdurch kommt es immer wieder zu frühen Fäuleschäden (Abb. 11). Neben der Planung ist auch eine Überwachung der Ausführung notwendig (Abb. 12). Der Feuchteschutz kann aber auch phantasievoll genutzt werden (Abb. 8).



Abb. 8: Durch die Schrägstellung des Decks (5 Jahre alt) laufen Niederschläge gut ab.



Abb. 9: Massive Eichenlok, die aufgrund eines fortschreitenden Befalls mit Weißfäulepilzen (z. B. *Hymenochaete* sp. im Eckbild) langsam einsinkt.



Abb. 10: Massives Spieltier ohne baulichen Holzschutz, das langsam abgebaut wird, ohne dass dadurch eine direkte Gefährdung für spielende Kinder entsteht.



Abb. 11: Ablaufendes Wasser vom Dach führt zu starker Befeuchtung des Handlaufs der Lokomotive und in der Folge zu einem Braunfäule-Schaden durch Gallertränen.

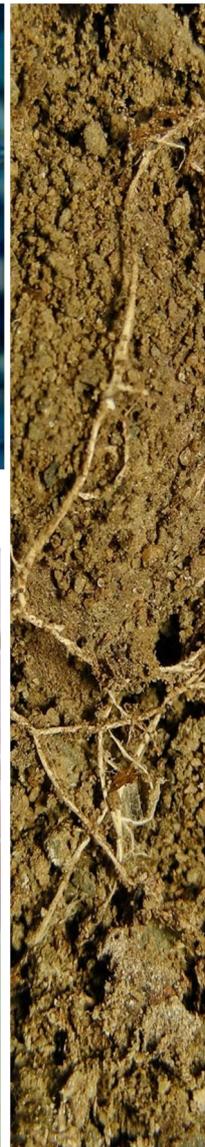
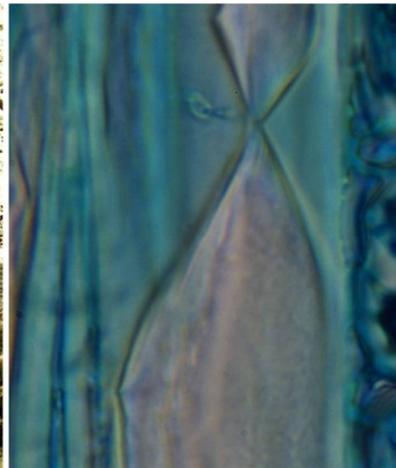


Abb. 12: Eine Trennung von Pfahl und Boden war geplant, wurde aber nicht vollendet; der Sand wurde für das Foto aufgedregt; das Seitenbild zeigt Moderfäule-Kavernen.



Abb. 12a: Feuchtenester, entstanden durch Risse in der Beschichtung: Die Fruchtkörper des Zaunblättlings zeigen einen verdeckten Fäuleschaden an.

Abb. 12b: Wilder Hausschwamm: Stränge im Boden

4. Pilze an Spielplatzgeräten

Ein Pilzbefall an Pfahlgründungen ist überwiegend in der Erd-Luft-Zone und an Feuchtenestern zu finden (Abb. 12a). Wenige Pilze treten fast nur in der Erd-Luft-Zone auf. Hierzu zählen Kiefern-Fältlingshaut (*Leucogyrophana pinastri*), Muschel-Krempling (*Paxillus panuoides*) und Rötlicher Polsterpilz (*Ptychogaster rubescens*). Die Pilze, die oberhalb der Pfahlgründungen vorkommen, sind besonders an wechselfeuchte Bedingungen angepasst oder befallen bevorzugt

größere Holzdimensionen. Tabelle 1 gibt eine Übersicht zum Vorkommen von Fäulepilzen an Spielplatzgeräten und Pfahlgründungen, sie kennzeichnet auch Fäulepilze, die mit ihren Strängen/Mycelien vom angrenzenden Boden aus das Holz angreifen können. Dieses Phänomen ist bisher besonders bei Strommasten-Füßen bekannt geworden (MÖRATH, 1950; GELLERICH et al., 2012). Es tritt jedoch auch an Spielgeräten auf, wenn alte Geräte entfernt, das von Mycel durchwachsene Erdreich belassen, und die neuen Geräte wieder im Erdkontakt verbaut werden (Abb. 12b). Hier sind häufiger der Wilde Hausschwamm (*Serpula himantioides*) und die Breitsporige Braunfäuletramete (*Antrodia vaillantii*) zu finden. Dieses Problem tritt auch bei chemisch geschützten Hölzern auf, da beide Arten relativ unempfindlich gegenüber Holzschutzmitteln sind, insbesondere wenn nur ein Wirkstoff / eine Wirkstoffgruppe verwendet wird (GERSONDE, 1958; LEITHOFF et al., 1995).

Tabelle 1: Fäulepilze an Holz-Spielplätzen in der Luft-Zone (L) und in der Erd-Luft-Zone (E)					
Wissenschaftlicher Name	Hinweis	Fäule	Wissenschaftlicher Name	Hinweis	Fäule
<i>Antrodia crassa</i>	L	B	<i>Lentinus lepideus</i>	E, L, Biozid-Toleranz	B
<i>Antrodia gossypium</i>	L	B	<i>Leucogyrophana pinastri</i>	E, X, fast nur Nadelholz	B
<i>Antrodia radiculosa</i>	L	B	<i>Lopharia spadicea</i>	P	W
<i>Antrodia serialis</i>	E, L	B	<i>Merulius tremellosus</i>	E, L	W
<i>Antrodia sinuosa</i>	E, L	B	<i>Mycena galericulata</i>	E, an faulem Holz	?
<i>Antrodia vaillantii</i>	E, X, Biozid-Toleranz	B	<i>Oligoporus balsameus</i>	E, L	B
<i>Antrodia xantha</i>	E, X, auch Eiche	B	<i>Oligoporus placenta</i>	E, L	B
Ascomyceten/Deuteromyceten	E, auch Eiche, meist GK 4	M	<i>Paxillus panuoides</i>	E, fast nur Nadelholz	B
<i>Bjerkandera adusta</i>	E	W	<i>Peniophora gigantea</i> u. a. Arten	E, L,	sch W
<i>Calocera cornea</i>	E	B	<i>Perenniporia medulla-panis</i>	L, fast nur Eiche	W
<i>Cerocartium confluens</i>	L	W	<i>Phanerochaete</i> spp.	E, L	W
<i>Coniophora olivacea</i>	L	B	<i>Phellinus contiguus</i>	E, L, auch Eiche	W
<i>Coniophora puteana</i>	E, X, auch Eiche	B	<i>Phlebia radiata</i>	E, L	W
<i>Coprinus</i> spp.	E, X	sch W	<i>Pleurotus</i> spp.	L, Holzwerkstoffen	W
<i>Crustoderma</i> spp.	E	B	<i>Ptychogaster rubescens</i>	E, meist GK 4	B
<i>Dacrymyces</i> spp.	E, L, häufig in GK 3.1	B	<i>Schizophyllum commune</i>	L, Holzwerkstoffen	sch W
<i>Daedalea quercina</i>	E, L, fast nur Eiche	B	<i>Schizopora paradoxa</i>	E, L	W
<i>Diplomitoporus lindbladii</i>	L	W	<i>Serpula himantioides</i>	E, L, X, Biozid-Toleranz	B
<i>Fomitopsis pinicola</i>	E, L	B	<i>Sistotrema brinkmannii</i>	E	?
<i>Coriolopsis trogii</i>	E	W	<i>Stereum hirsutum</i>	L, fast nur Splintholz	sch W
<i>Gloeophyllum abietinum</i>	L, fast nur Nadelholz	B	<i>Trametes hirsuta</i>	E, L	W
<i>Gloeophyllum odoratum</i>	L, fast nur Nadelholz	B	<i>Trametes ochracea</i>	E, L	W
<i>Gloeophyllum sepiarium</i>	L, fast nur Nadelholz	B	<i>Trametes pubescens</i>	E, L	W
<i>Gloeophyllum trabeum</i>	L, fast nur Nadelholz	B	<i>Trametes versicolor</i>	E, L, auch Eiche	W
<i>Hymenochaete rubiginosa</i>	E, auch Eiche	W	<i>Trechispora</i> spp.	E, GK 4	sch W
<i>Hypholoma capnoides</i>	E, GK 4	W	<i>Trichaptum abietinum</i>	E, L	sch W
<i>Hyphoderma, Hyphodontia</i> spp.	E, L	sch W	<i>Xylaria hypoxylon</i>	E, meist GK 4	sch W

X = Strangbildender, auch bodenbrütiger Fäulepilz im Boden; sch = schwacher Fäule-Erreger (soweit bekannt);
 B = Braunfäule; W = Weißfäule; M = Moderfäule; ? = Fäuleart unklar
 (ergänzt nach CARTWRIGHT/FINDLAY, 1958; ESLYN, 1970; HUCKFELDT, 2012; KIM et al., 2005).

5. Abbau von Holz im Erdkontakt durch Moderfäulepilze

Hölzer jeglicher Art sind im Erdkontakt durch Moderfäulepilze (Ascomyceten/Deuteromyceten) gefährdet (Abb. 12 und 13). Eine Ausnahme bilden nur Hölzer, die mit einem kupferhaltigen Präparat geschützt wurden, da Kupfer hohe Wirksamkeit gegen Moderfäulepilze hat (SCHMIDT, 2006). Die Schäden können oberflächlich sein oder aber das gesamte Bauteil betreffen. Eine besondere Gefahr sind durch Moderfäulepilze in der Erd-Luft-Zone befallene Pfähle, da sie unvermutet brechen können (Abb. 13a). Tritt ein solches Bauteilversagen bei ein- oder zweibeinigen Geräten auf, kann es zu schweren Verletzungen kommen. Es sollte überlegt werden, auf ein- oder zweibeinige Geräte zu verzichten. Ein Merkmal der Moderfäulepilze ist, dass sie im Gegensatz zu den Basidiomyceten nicht im Lumen des Holzes sondern innerhalb der Holzzellwand wachsen und dort perlchnurartig hintereinander liegende, spitz zulaufende Kavernen ausbilden (Abb. 14). Zur Untersuchung von Moderfäule-Schäden ist die mikroskopische Untersuchung des Holzes im polarisierten Licht empfehlenswert, da sich hierbei die abgebauten Zellwände gut gegen das unzerstörte Gewebe abheben (Abb. 14). Die gesunde Holzstruktur leuchtet im polarisierten Licht hell, die Kavernen erscheinen dunkel (ANAGNOST, 1998). Die Kavernen folgen dem Fibrillenverlauf des Holzes meist in einem Winkel von 20 bis 25° zum Faserverlauf (z. B. BELLMANN, 1961). Im elektronenmikroskopischen Bild ist die Feinstruktur der Hyphen und des Holzabbaus sichtbar (Abb. 16). Bemerkenswert sind dabei die lichtmikroskopisch nicht aufzulösenden Tunnel zwischen den Kavernen, durch die eine feine Hyphe wächst (Abb. 14 und 15). Die Durchmesser der Engstellen betragen mit Pilz-Zellwand 0,3-0,4 µm und das Lumen zwischen den Zellwänden nur 0,15-0,3 µm; hierdurch werden auch die Organellen und Zellkerne der Moderfäulepilze transportiert. Die Hyphen füllen die Kavernen nicht vollständig aus und liegen, abgesehen von den Engstellen, nicht der Holzzellwand an. Die Kavernen-Wände wirken auch im hochauflösenden elektronenmikroskopischen Bild meistens sehr gradlinig „wie mit einem Messer geschnitten“ insbesondere im Bereich

der Verjüngung/Engstellen. Vermutlich haben die Enzyme der Moderfäulepilze bzw. deren Mechanismen des Holzabbaus nur eine sehr geringe Fernwirkung, da der Holzabbau auf die nähere/unmittelbare Umgebung der Hyphen beschränkt bleibt. Vor einer Engstelle ist der Hyphendurchmesser z. T. fließend (Abb. 15) oder aber abrupt (Abb. 16) verringert. Bei einem abrupten Übergang wirkt die verjüngte Hyphe, wie die Keimhyphe einer Spore, am Ansatz leicht tailliert. Diese Taillierung wurde bei fließenden Übergängen nicht beobachtet. Auffällig sind die deutliche Zellwand und die Schleimschicht der Hyphen der Moderfäulepilze, die von wolkenähnlichen Lignin-Resten umgeben sind (Abb. 14). Diese Lignin-Reste verbleiben in den Kavernen, wie auch ERIKSSON et al. (1990) und DANIEL (1994) zeigten.

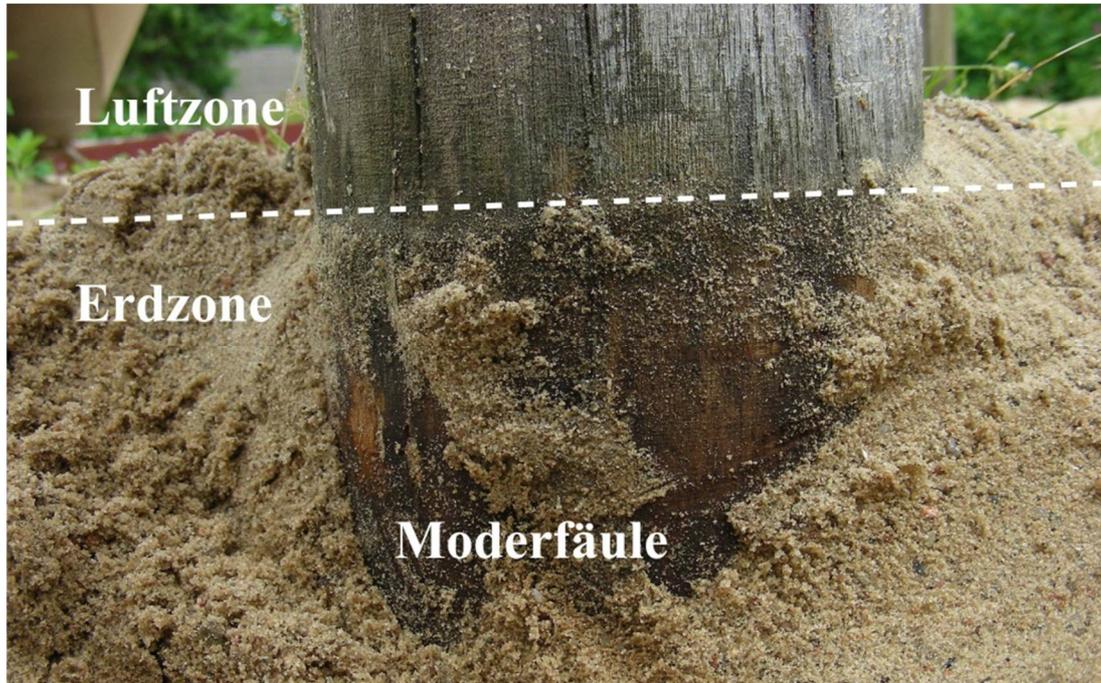


Abb. 13: Pfahl eines Spielgerätes (ca. 8 Jahre alt) mit oberflächlicher Moderfäule; Sand aufgegraben.



Abb. 13a: Moderfäuler Vierkant-Pfahl mit kurzfasrigem (stumpfem) Bruchbild; Teile des Querschnittes sind im Randbereich abgebrochen.

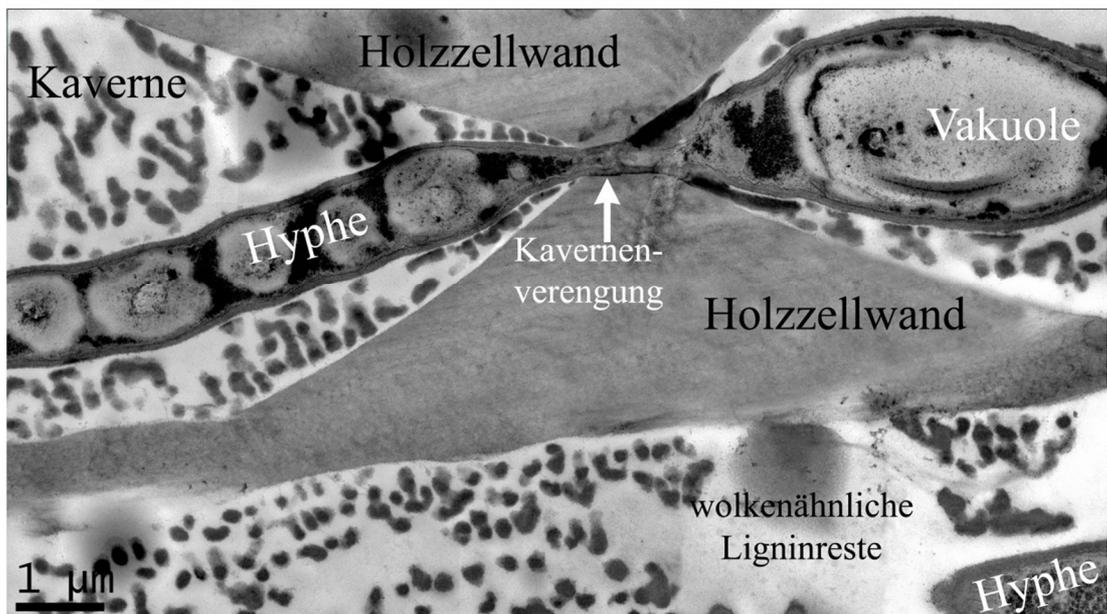
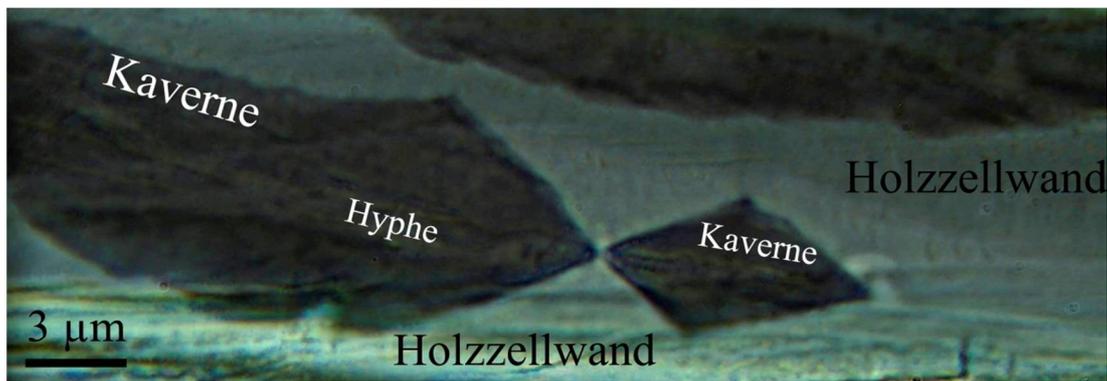


Abb. 14: Moderfäulepilze im licht- (oben, Polarisation) und elektronenmikroskopischen Bild (unten); in den Kavernen liegen Lignin-Reste; die Hyphe durchwächst die Kavernenverengung.

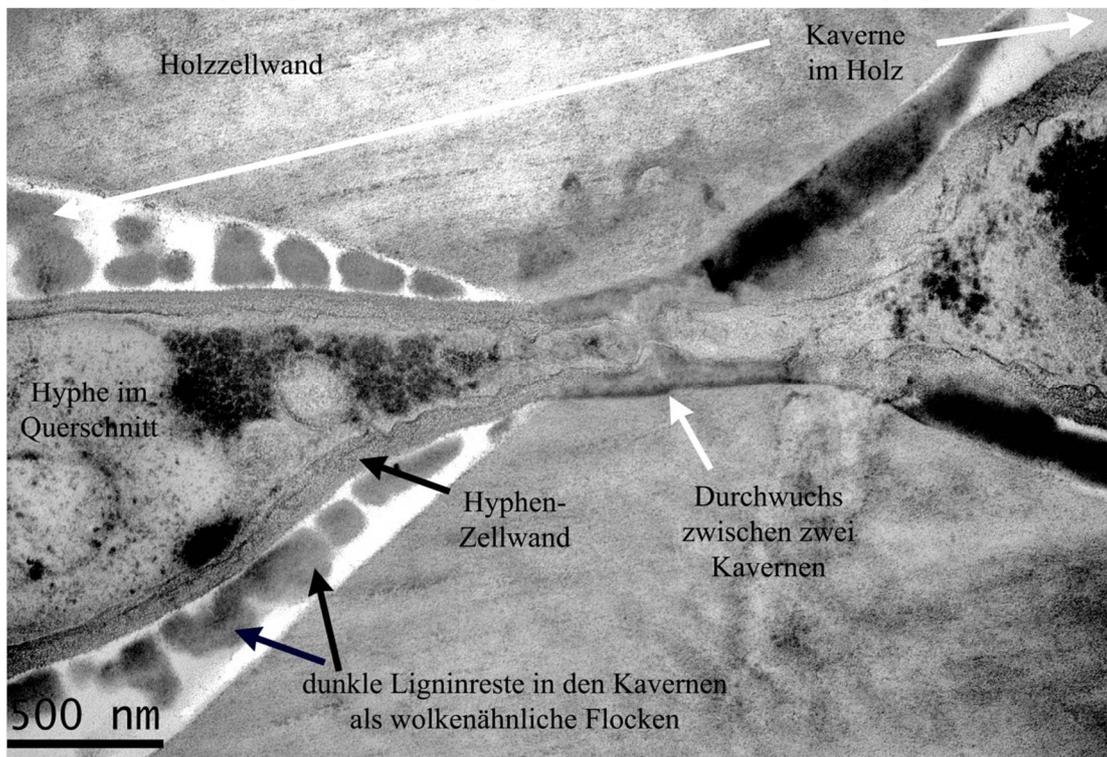


Abb. 15: Elektronenmikroskopische Aufnahme: Eine Moderfäule-Hyphe durchwächst die Zellwand, sie bildet regelmäßig Engstellen mit einem feinen Kanal (Pfeil) zwischen zwei größeren Kavernen; die Hyphe hat nur in der Kavernenverengung direkten Kontakt zum Holz.

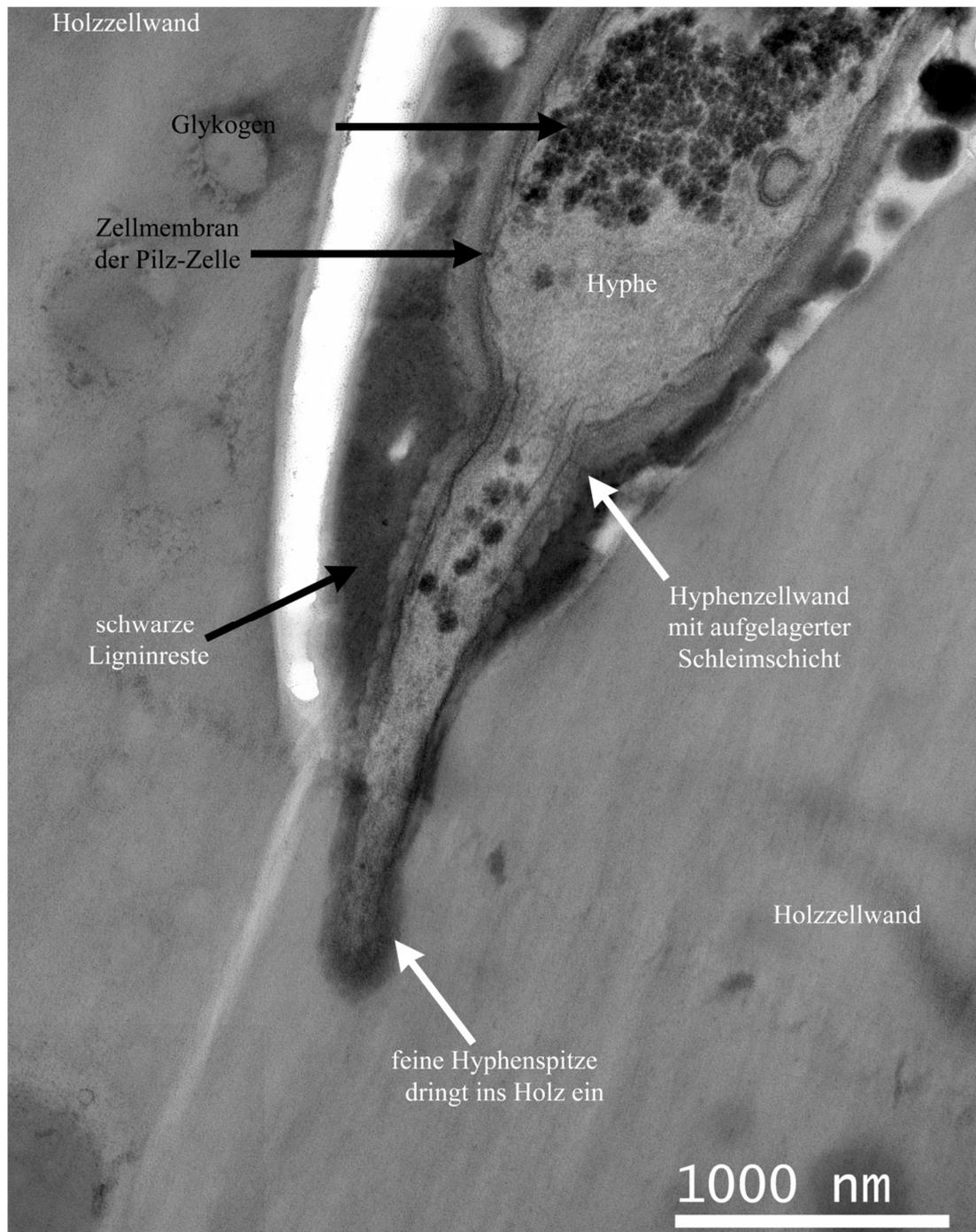


Abb. 16: Elektronenmikroskopische Aufnahme: Mit einer stark verjüngten Spitze mit dünner Zellwand durchwächst die Moderfäule-Hyphe das Holz; die Verringerung des Hyphendurchmessers ist abrupt.

6. Baulicher Holzschutz

Oft werden Schäden an Holzkonstruktionen nicht einem mangelnden Holzschutz und somit einer sorglosen Planung zugeschrieben, sondern dem Baustoff Holz. Dies ist bedauerlich, da sich der Holzschutz gerade in den letzten Jahren gewandelt hat. Befreit von dem zum Teil negativen Image des reinen chemischen Holzschutzes, steht der Holzschutz heute für die Werterhaltung von Gebäuden und Anlagen. Der bauliche Holzschutz ist dabei die wichtigste Säule des Holzschutzes geworden. Er vereint den organisatorischen, konzeptionellen, physikalischen und konstruktiven Holzschutz.

Die Bandbreite von Möglichkeiten zum baulichen Holzschutz zeigen z. B. GOCKEL (1996), SCHULZE (1997), COLLING (2000), LEIBE (2002), SCHMIDT (2005) und HUCKFELDT/FLOHR (2014). Im vorliegenden Beitrag werden Ergänzungen zu HUCKFELDT (2012) aufgeführt. Wichtige Aufgaben des baulichen Holzschutzes sind die Trennung von Holz und Boden (Abb. 20) sowie die Vermeidung von Feuchtenestern, z. B. durch Auflösung von Knotenpunkten zwischen flächig aneinander liegenden Bauteilen (Abb. 18); dies ist z. B. bei Geländern und vielen anderen Bauteilen leicht realisierbar. Ob Abstandhalter zwischen Rundhölzern immer sinnvoll sind, muss die Auswertung von Fäuleschäden zeigen (Abb. 17 bis 19). Weiter sind Abdeckungen an gefährdeten Bauteilen überaus sinnvoll (Abb. 17).



Abb. 17: Schaukeln: links: Die Verbindungsflächen sind durch die geringe Auflage der Rundhölzer klein, Wasser kann gut ablaufen. Trotz des erheblichen Alters sind augenscheinlich keine Schäden erkennbar; Mitte: kleine Verbindungsflächen zwischen Abstandhalter und Holz; rechts: große Abstandhalter; die Wasserabflussmöglichkeit ist unklar.



Abb. 18: Einfach können Knotenpunkte z. B. an Geländern aufgelöst werden.



Abb. 19: links: Die Verbindungsflächen zwischen den Rundhölzern und dem runden Abstandhalter sind groß (blauer Pfeil); die Wasserabflussmöglichkeit ist unklar; rechts: Die Verbindungsflächen zwischen den Rundhölzern sind klein (roter Pfeil), Wasser kann gut ablaufen.



Abb. 20: Trennung von Pfahl und Boden durch flexible Verbindung (ca. 11 Jahre alt) ohne erkennbaren Fäuleschaden.



Abb. 21: Braunfäule-Schaden durch Gallertränen an einem Nadelholz von geringer Dimension; Bild links: Teile der gegabelten Basidie.

6.1 Hölzer von geringer Dimension

Auch durch die Verwendung von Holz mit geringer Dimension lässt sich der Pilzabbau, besonders in der Gebrauchsklasse 3.1, vermindern, aber nicht ganz verhindern (Abb. 21). Aufgrund der schnelleren Trocknung nach einer Befeuchtung können Fäulepilze hier kaum Fuß fassen, da die Zeitspannen, in der ausreichend feuchtes Holz vorliegt, zu kurz für den pilzlichen Abbau ist. Diese Bedingungen sind oft bei hölzernen Bauteilen von geringer Dimension gegeben (RAPP, 2003, STORCH/BAAK, 1967; DOBRY/RYPÁČEK, 1987; AUGUSTA, 2007). Holz von geringer Dimension hat aber den Nachteil, dass es der geforderten Statik, der Spielbelastung und einem möglichen Vandalismus wenig Stabilität entgegen bringt (REHBEIN, 2012). Zudem ergibt sich in langen Schlechtwetterperioden dennoch die Möglichkeit zur Ansiedlung von Blättlings und Gallertränen (Abb. 21).

6.2 Modifizierte Hölzer

Als modifizierte Hölzer werden Hölzer bezeichnet, deren Eigenschaften durch eine Behandlung – das Modifizierungsverfahren – verändert wurden. Diese Verfahren können thermischer oder chemischer Art sein. Die wesentlichen Ziele der Modifizierung sind die Verringerung der Feuchteaufnahme, Erhöhung der biologischen Dauerhaftigkeit, Verbesserung der Dimensionsstabilität und Verbesserung des Stehvermögens durch die Verringerung

des Quell- und Schwindverhaltens (REHBEIN, 2014). Auch der Einsatz von sach- und fachgerecht modifiziertem Holz bietet in den Gebrauchsklassen 2 und 3.1 und bedingt auch in Gebrauchsklasse 3.2 eine Möglichkeit die Gebrauchsdauer zu erhöhen (MILITZ/BECKERS, 1995; JUNGA, 2005; KRUG, 2007; SCHEIDING, 2007, WELZBACHER /RAPP, 2007; BOLLMUS, 2010). Vor der Verwendung sollte ggf. die bauaufsichtliche Zulassung geprüft werden. Insgesamt muss sich noch zeigen, welche Art von modifiziertem Holz sich auf Spielplätzen als sinnvoll erweist.

7. Dank

Wir danken Herrn Prof. Dr. Olaf Schmidt (Abteilung Holzbiologie, Zentrum Holzwirtschaft, Universität Hamburg) für die Text-Durchsicht und Frau Elke Woelken (Universität Hamburg, Fachbereich Biologie) für die Präparation für die elektronenmikroskopischen Aufnahmen. Die Präparation für die EM-Bilder folgte HUCKFELDT (2003).

8. Literatur

- Bech-Andersen, J. (2004) Hussvampe og Husbukke. Hussvamp Laboratoriet ApS, Holte, Dänemark, 231 S.
- Bollmus, S. (2010) Klassifizierung der Dauerhaftigkeit von modifiziertem Holz nach verschiedenen Normprüfungen. 26. Holzschutz-Tagung. Neue Normen, neue Erkenntnisse. Göttingen 22./23. April 2010. Vorträge. Georg-August-Universität Göttingen, S. 76-83
- Bresinsky, A.; Besl, H. (1985) Giftpilze. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 295 S.
- Cartwright, K. St. G.; Findlay, W. P. K. (1958): Decay of timber and its prevention. His Majesty's Stationery Office, London, 2. Aufl., 332 S.
- Colling, F. (2000): Lernen aus Schäden im Holzbau. Ursachen, Vermeidung, Beispiele. Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für Holzforschung (DGfH), München, Bruderverlag, Karlsruhe, Fraunhofer IRB, Stuttgart, 459 S.
- Daniel, G. (1994) Use of electron microscopy for aiding our understanding of wood biodegradation. FEMS Microbiology Reviews 13, S. 199-233
- Eriksson, K.-E. L.; Blanchette, R. A.; Ander, P. (1990) Microbial and enzymatic degradation of wood and wood components. Springer, Berlin, 407 S.
- Erler, K. (2002): Holz im Außenbereich, Anwendungen – Holzschutz – Schadensvermeidungen. Birkhäuser, Basel, Boston, Berlin, 194 S. Huckfeldt, T. (2012): Fäulepilze. In: Huckfeldt, T.; Rehbein, M. (Hrsg.) Holzspielplätze: Planung, Konstruktion, Schäden, Instandhaltung. Beuth Verlag, S. 111-135
- Esllyn, W. E. (1970): Utility pole decay, Part II: Basidiomycetes associated with decay in poles. Wood Sci. Technol. 4, S. 97-103
- Flammer, R.; Horak, E. (2003) Giftpilze. Schwabe, Basel, 204 S.
- Gersonde, M. (1958) Untersuchungen über die Giftempfindlichkeit verschiedener Stämme von Pilzarten der Gattungen Coniophora, Poria, Merulius und Lentinus. III. Merulius lacrymans (Wulf.) Fr. und Merulius silvester Falck. Holzforschung 12, S. 167-175
- Gockel, H. (1996): Konstruktiver Holzschutz (Bauen mit Holz ohne Chemie). Beuth & Werner, Düsseldorf, 87 S.
- Jahn, H.; Reinartz, H.; Schlag, M. (2005) Pilze an Bäumen: Saprophyten und Parasiten, die an Holz wachsen. Patzer, Berlin, 3. Aufl., 274 S.
- Mörath, E. (1950): Stangen und Maste. In: Mahlke, F.; Troschel, E.; Liese, J. (Hrsg.) Handbuch der Holz-konservierung. Springer, Berlin, Göttingen, Heidelberg, S. 442-461
- Huckfeldt, T. (2003) Ökologie und Cytologie des Echten Hausschwammes (*Serpula lacrymans*) und anderer Hausfäulepilze. Dissertation Fachb. Biol. Uni. Hamburg Mitt. Bundesforschungsanstalt Forst- und Holzwirtschaft Hamburg 213, 152 S.
- Huckfeldt, T. (2012): Baulicher Schutz in der Praxis – eine Bilddokumentation. In: Huckfeldt, T.; Rehbein, M. (Hrsg.) Holzspielplätze: Planung, Konstruktion, Schäden, Instandhaltung. Beuth Verlag, S. 47-74
- Huckfeldt, T.; Flohr, E. (2014): Baulicher Holzschutz. In: Binker G.; Brückner, G.; Flohr, E.; Huckfeldt, T.; Noldt, U.; Parisek, L.; Rehbein, M.; Wegner, R. (2014) Praxis-Handbuch Holzschutz. Rudolf Müller Verlag, Köln, S. 159-182
- Huckfeldt, T.; Schmidt, O. (2015): Hausfäule- und Bauholzpilze. Diagnose und Sanierung. 2. Auflage. Rudolf Müller Verlag, Köln (im Druck)
- Junga, U. (2005): Besonderheiten bei der biologischen Prüfung einiger modifizierter Hölzer – Probleme durch unterschiedliche Schutz- und Abbauprinzipien. Vortrag zur 24. Holzschutz-Tagung der DGfH am 12. und 13. April in Leipzig, S. 139-148
- Kim, G.-H.; Lim, Y. W.; Song, Y.-S.; Kim, J.-J. (2005): Decay fungi from playground wood products in service using 28S rDNA sequence analysis. Holzforschung 59, S. 459-466
- Krug, D. (2007): Holzwerkstoffe aus vergütetem Holz. In: Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e. V. (Hrsg.) 25. Holzschutz-Tagung. Wege zu geschütztem Holz im modernen Holzbau. Biberach, S. 61-72
- Leiß, B. (2002) Holzbauteile richtig geschützt. Langlebige Holzbauten durch konstruktiven Holzschutz. DRW, Leinfelden-Echterdingen, 221 S.
- Leithoff, H.; Stephan, I.; Lenz, M. T.; Peek, R.-D. (1995) Growth of the copper tolerant brown rot fungus *Antrodia vaillantii* on different substrates. Stockholm: Intern. Res. Group Wood Pre., Doc. No. 10121-95, 10 S.
- Militz, H.; Beckers, E. (1995) Holzmodifizierung – neue Wege des Holzschutzes. In: Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e. V. (Hrsg.) 20. Holzschutz-Tagung 1995, Rosenheim, S. 275-294
- Mörath, E. (1950): Stangen und Maste. In: Mahlke, F.; Troschel, E.; Liese, J. (Hrsg.) Handbuch der Holz-konservierung. Springer, Berlin, Göttingen, Heidelberg, S. 442-461
- Müller, J. (2008a): Spielplatz Xanten: Holzschutzgutachten bestätigt mangelhafte Imprägnierung. HZ 01.02.2008
- Müller, J. (2008b): Spielplatz nach nur vier Jahren gesperrt. HZ 11.01.2008, S. 28
- Rapp, A. (2003) Prüfung der Dauerhaftigkeit vergüteter Hölzer. In: Vorträge der 23. Holzschutz-Tagung. Hrsg: Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e.V. (DGfH), Augsburg, März 2003, S. 127-139
- Rehbein, M. (2012) Natürliche und durch den Menschen bedingte Veränderungen der Materialeigenschaften an Spielgeräten. In: Huckfeldt, T.; Rehbein, M. (Hrsg.) Holzspielplätze: Planung, Konstruktion, Schäden, Instandhaltung. Beuth Verlag, S. 89-109
- Rehbein, M. (2014): Werkstoff Holz. In: Binker G.; Brückner, G.; Flohr, E.; Huckfeldt, T.; Noldt, U.; Parisek, L.; Rehbein, M.; Wegner, R. (2014) Praxis-Handbuch Holzschutz. Rudolf Müller Verlag, Köln, S. 159-182
- Rehbein, M., Koch, G. (2010) Wie dauerhaft ist Sibirische Lärche? : wissenschaftliche Untersuchungen am vTI in Hamburg bestätigen praktische Erfahrungen. Holz-Zentralblatt, Band 136, Heft 34, S. 847-848
- Roth, F.; Frank, H.; Kormann, K. (1990) Giftpilze Pilzgifte. Schimmelpilze Mykotoxine, Vorkommen, Inhaltsstoffe, Pilzallergien, Nahrungsmittelvergiftungen. Ecomed, Landsberg/Lech, 328 S.
- Scheidung, W.; Jacobs, K.; Plaschkies, K.; Weiß, B. (2007): Untersuchungen zum Einsatz von vergütetem Holz für Holzspielplatzgeräte. Holztechnologie 48, S. 45-47
- Schmidt, H. (2005): Vorbeugender baulicher Holzschutz – Außenbereich. In: Müller, J. (Hrsg.) Holzschutz im Hochbau. Fraunhofer IRB, Stuttgart, S. 169-187
- Schmidt, O. (2006) Wood and tree fungi. Biology, damage, protection, and use. Springer, Berlin, Göttingen, Heidelberg, 334 S.
- Schulze, H. (1997) Baulicher Holzschutz, Informationsdienst Holz, Holzbauhandbuch Reihe 3, Teil 5, Folge 2, DGfH und Holzabsatzfonds, 39 S.
- Welzbacher, C. R.; Rapp, A. O. (2007) Durability of thermally modified timber from industrial-scale processes in different use classes: Results from laboratory and field tests, Wood Material Science and Engineering 2 (1), S. 4-14