



# Taschenführer der Baummikrohabitate

Beschreibung und Schwellenwerte für Feldaufnahmen

R. Bütler, T. Lachat, F. Krumm, D. Kraus, L. Larrieu



Diese Veröffentlichung kann von folgender Webseite abgerufen werden: [www.wsl.ch/bmh-taschenfuehrer](http://www.wsl.ch/bmh-taschenfuehrer)

Zitierempfehlung:

BÜTLER, R.; LACHAT, T.; KRUMM, F.; KRAUS, D.; LARRIEU, L., 2020: Taschenführer der Baummikrohabitate – Beschreibung und Schwellenwerte für Feldaufnahmen. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL. 59 S.

Der Taschenführer ist eine Beilage zu folgendem Merkblatt für die Praxis: BÜTLER, R.; LACHAT, T.; KRUMM, F.; KRAUS, D.; LARRIEU, L., 2020: Habitatbäume kennen, schützen und fördern. Merkbl. Prax. 64.12 S.

[www.totholz.ch](http://www.totholz.ch)

[www.habitatbaum.ch](http://www.habitatbaum.ch)

Forschung für Mensch und Umwelt: Die WSL überwacht und erforscht Wald, Landschaft, Biodiversität, Naturgefahren sowie Schnee und Eis. Sie ist ein Forschungsinstitut des Bundes und gehört zum ETH-Bereich. Das WSL-Institut für Schnee und Lawinenforschung SLF ist seit 1989 Teil der WSL.

# Inhaltsverzeichnis

Einleitung	5
<b>Legende und Definitionen</b>	<b>7</b>
<b>Höhlen</b>	<b>12</b>
Spechthöhlen	12
Mulmhöhlen	16
Insektengänge und Bohrlöcher	22
Vertiefungen	23
<b>Stammverletzungen und freiliegendes Holz</b>	<b>27</b>
Freiliegendes Splintholz	27
Freiliegendes Splint- und Kernholz	32
<b>Kronentotholz</b>	<b>36</b>
Kronentotholz	36
<b>Wucherungen</b>	<b>39</b>
Hexenbesen und Wasserreiser	39
Maserknollen und Krebse	41
<b>Feste und schleimige Pilzfruchtkörper</b>	<b>43</b>
Mehrjährige Pilzfruchtkörper	43
Kurzlebige Pilzfruchtkörper und Schleimpilze	44
<b>Epiphytische, epixylische und parasitische Strukturen</b>	<b>48</b>
Pflanzen und Flechten, epiphytisch oder parasitisch	48
Nester	53
Mikroböden	55
<b>Ausflüsse</b>	<b>57</b>
Saft- und Harzflüsse	57
Literaturverzeichnis	58
Bildnachweise	58



## Einleitung

Ein Habitatbaum ist ein Baum, der mindestens ein Baummikrohabitat trägt (Abb. 1). Baummikrohabitate sind klar abgegrenzte Habitatstrukturen, die von teilweise hochspezialisierten Arten oder Artengemeinschaften während zumindest eines Teils ihres Lebenszyklus genutzt werden. Sie sind wichtige Zufluchts-, Brut-, Überwinterungs- oder Nahrungsstätten für Tausende von Arten. Baummikrohabitate können durch unterschiedliche biotische oder abiotische Ereignisse entstehen: Zum Beispiel kann ein Steinschlag eine Stammverletzung verursachen, ein Blitz kann einen Riss erzeugen oder ein Specht meisselt eine Höhle. Für einige Baummikrohabitate wie beispielsweise ein Nest oder Epiphytenbewuchs dient der Baum nur als Stütze. Als Baummikrohabitate gelten nur Habitatstrukturen, für die ein direkter Zusammenhang mit assoziierten Arten bekannt ist (LARRIEU *et al.* 2018).

Baummikrohabitate bieten besondere mikroklimatische Lebens- und Umweltbedingungen, die stark von ihrer Ausformung und ihren Eigenschaften abhängen, wie zum Beispiel ihrer Grösse, Form, der Lage im Baum, dem Grad der Holzzersetzung und der Besonnung, oder ob sie auf einem lebenden oder toten Baum vorkommen.

Viele Arten oder Artengemeinschaften kommen lediglich auf bestimmten Baummikrohabitaten vor. Je grösser daher die Vielfalt an Baummikrohabitaten innerhalb eines Baumbestandes ist, desto mehr verschiedene Arten können darin einen geeigneten Lebensraum finden. Und je zahlreicher Baummikrohabitate vorkommen, desto leichter gelingt diesen Arten die Besiedlung neuer Habitate, da diese nur von begrenzter Lebensdauer sind und in entsprechender Reichweite liegen müssen.

Um die Biodiversität und damit die Resilienz eines Waldbestandes zu stärken, ist es sinnvoll, Baummikrohabitate zu erkennen und sie bei Waldeingriffen zu erhalten und zu fördern.

Dieser Taschenführer beschreibt die 47 Typen von Baummikrohabitaten nach LARRIEU *et al.* (2018), die in 15 Gruppen und 7 Formen unterteilt sind. Er enthält auch empfohlene Schwellenwerte für Aufnahmen oder Inventare sowie Informationen über Häufigkeit und Entstehungsgeschwindigkeit jedes Baummikrohabitats.

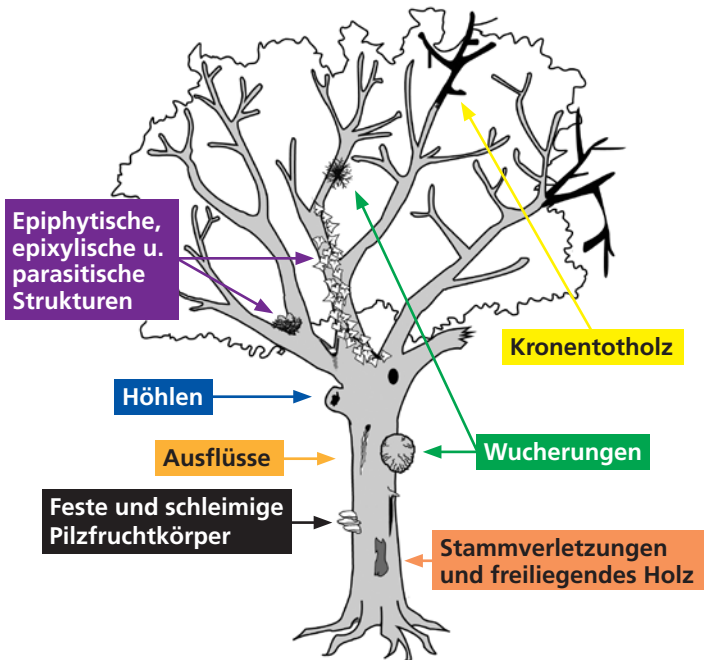


Abb. 1. Ein Habitatbaum trägt Baummikrohabitate, die für spezialisierte Arten Schutz-, Brut-, Überwinterungs- oder Nahrungsstätten bieten und manchmal sogar für den gesamten Lebenszyklus der Arten unerlässlich sind (verändert nach EMBERGER und LARRIEU, application e-TreMs).

## Legende und Definitionen



Naturwald



Wirtschaftswald



**Entstehungsgeschwindigkeit im Baumbestand «langsam»:** Dieser Typ von Baummikrohabitat hat entweder eine lange Entwicklungszeit (z. B. Entwicklung einer Mulmhöhle nach einem Astbruch) oder seine Entstehung hängt von seltenen, zufälligen Ereignissen ab (z. B. Blitz).



**Entstehungsgeschwindigkeit im Baumbestand «schnell»:** Dieser Typ von Baummikrohabitat entsteht durch häufige Ereignisse (z. B. Rindenverletzung durch Steinschlag in Bergwäldern) oder erfordert für seine Funktion keine besondere Entwicklung (z. B. Frasslöcher von Spechten).

**Häufigkeit:** Häufigkeit des Baummikrohabitats auf lebenden und toten Bäumen. Gewisse Baummikrohabitats kommen häufiger auf stehenden toten Bäumen vor (z. B. Fruchtkörper von holzabbauenden Pilzen). Die angegebenen Häufigkeiten für Wirtschaftswälder beziehen sich nur auf solche Wälder, nicht auf Naturwälder. Die Häufigkeitsangaben stammen aus einer europaweiten Datenbank. Häufigkeiten können lokal davon abweichen.

**Aufnahmeschwellenwert:** Empfohlene Grösse für die Zählung des Baummikrohabitats während einer Felderhebung. Einige Schwellenwerte sind ökologisch relevant für assoziierte Arten. Falls keine Schwellenwerte bekannt sind, wurden diese von Experten festgelegt. Damit soll der subjektive Einfluss des Betrachters so weit als möglich reduziert werden («pragmatischer Schwellenwert»).

**Assoziierte Arten:** Arten oder Artengruppen, für die es in der wissenschaftlichen Literatur mindestens einen Hinweis auf eine enge Beziehung zum entsprechenden Baummikrohabitat gibt, oder Beobachtungen der Autoren. Die Aufzählungen sind als Beispiele zu verstehen. Sie sind nicht abschliessend.



Käfer



Vögel



Zweiflügler



Fledermäuse



Hautflügler



Nagetiere



Ameisen



Fleischfresser



Schmetterlinge



Amphibien



Blattläuse



Reptilien



Wanzen



Schnecken



Spinnen



Moose



Tausendfüsser



Pilze



Springschwänze



Flechten



Geisseltierchen



Gefässpflanzen



Rädertierchen



Farne



Fadenwürmer



**Saproxyliche/xylobionte Art:** Art, die während mindestens eines Teils ihres Entwicklungszyklus von alten Bäumen, von Totholz oder von anderen saproxylichen Arten abhängt (abgeleitet von griechisch «sapos» = faul und «xylon» = Holz).

## Holzzersetzung

Man unterscheidet im Allgemeinen fünf Stadien der Holzzersetzung:

**Stadium 1:** Frischholz saftführend, sehr fest. Rinde überall anhaftend.



**Stadium 2:** Totholz saftlos: die Klinge dringt in Faserrichtung nur sehr schwer ein (<1 cm). Rinde fast überall noch vorhanden, jedoch weniger stark anhaftend.



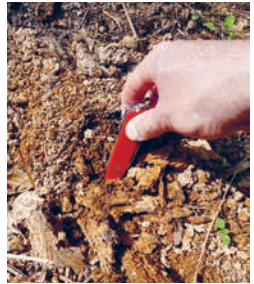
**Stadium 3:** Morschholz, weniger fest an der Oberfläche. Die Klinge dringt in Faserrichtung leicht ein (1 bis einige cm), nicht aber quer. Rinde teilweise bis ganz abgefallen (Ausnahme, z. B. Buche). Das Holzstück hat sein anfängliches Volumen nicht verloren.



**Stadium 4:** Moderholz, weich. Die Klinge dringt in jeder Richtung leicht ein. Keine Rinde mehr. Das Holzstück hat einen Teil seines anfängliches Volumen verloren.



**Stadium 5:** Holz sehr locker und pulverig, kaum noch zusammenhängend, mit dem Fuss leicht zerstreubar. Mischung von saproxylichen Organismen (z. B. Bodenwürmer) und Boden.



## Formen der Baummikrohabitate

**Höhlen:** Löcher, Vertiefungen oder geschützte Stellen im Holzkörper, feucht oder trocken, mit oder ohne Mulm, auf dem Stamm, in der Krone oder am Stammfuss gelegen.

- **Spechthöhle:** von einem Specht gemesselte Bruthöhle
- **Mulmhöhle:** Höhle mit Mulm (Mischung aus sich zersetzendem Holz und tierischen Exkrementen und organischen Resten)
- **Insektengänge und Bohrlöcher:** von saproxylichen Insekten gegrabene Brutgänge und Ausschlupflöcher
- **Vertiefungen und Stammfusshöhlen:** nicht durch Insekten geschaffene Höhlungen oder Mulden im Holzkörper, feucht oder trocken, ohne Mulm

**Stammverletzungen und freiliegendes Holz:** Splintholz oder Kernholz freiliegend aufgrund von Streif- oder Bruchverletzungen mit Rindenverlust.

- **Freiliegendes Splintholz:** Splintholz sichtbar aufgrund von Rindenverlust
- **Freiliegendes Splint- und Kernholz:** Splint- und Kernholz sichtbar aufgrund einer Zersplitterung des Holzes

**Kronentotholz:** Abgestorbene Äste in der Baumkrone.

**Wucherungen:** Auswüchse verursacht durch eine Reaktion des Baumes auf plötzlich erhöhte Lichteinwirkung oder einen Angriff von Bakterien, Pilzen oder Viren.

- **Hexenbesen und Wasserreiser:** Auswüchse in Form von Ansammlungen aus kleinen Zweigen
- **Maserknollen und Krebse:** Starke Gewebswucherungen mit rauer Rindenoberfläche und Rindenschäden

**Feste und schleimige Pilzfruchtkörper:** Fruchtkörper von holzabbauenden Pilzen oder Schleimpilze, die mindestens einige Wochen bestehen bleiben.

- **Mehrjährige Pilzfruchtkörper:** Fruchtkörper von Holzpilzen mit mehrjährigem Wachstum
- **Kurzlebige Pilzfruchtkörper und Schleimpilze:** Fruchtkörper von einjährigen holzabbauenden Pilzen oder Plasmoden von Schleimpilzen

**Epiphytische, epixyliche und parasitische Strukturen:** Strukturen oder lebende Organismen, für die der Baum hauptsächlich als Stütze dient.

- **Pflanzen und Flechten, epiphytisch oder parasitisch:** Gefäßpflanzen, Moose oder Flechten, für die der Baum hauptsächlich als Stütze dient
- **Nest:** Nest von Wirbeltieren (mit Ausnahme von Spechthöhlen) oder Wirbellosen, auf einem Teil des Baumes platziert oder in einem Hohlraum geschützt
- **Mikroboden:** kleines Volumen eines jungen Bodens, der durch die Humifizierung der zersetzenden organischen Substanz aus Zweigen, Blättern, Rinde oder Moos entstanden ist

**Ausflüsse:** aktive Saft- oder Harzflüsse.

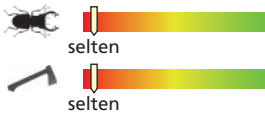
## Kleine Bruthöhle ( $\varnothing < 4 \text{ cm}$ )

Spechtbruthöhle mit rundem Eingang  $< 4 \text{ cm}$ . Die Bruthöhlen des Kleinspechts sind im allgemeinen in einem toten Ast angelegt.



**Schwellenwert:** Höhleneingang  $\varnothing < 4 \text{ cm}$

**Häufigkeit:**



**Entstehung:** ziemlich schnell



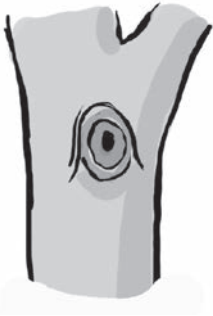
**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Die Höhlendichte in Naturwäldern der gemäßigten Zone schwankt zwischen etwa 5 bis 60 pro Hektar. In Mitteleuropa nisten etwa 35 % der Waldvögel in Baumhöhlen.

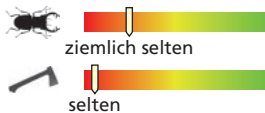
## Mittelgrosse Bruthöhle (ø = 4–7 cm)

Spechtbruthöhle mit rundem Eingang von 4–7 cm Durchmesser. Die Bruthöhlen von mittelgrossen Spechten (*Dendrocopos major*, *D. medius*, *D. leucotos*, *Picus viridis*, *P. canus*, *Picoides tridactylus*) werden meistens in Faulholz angelegt (Löcher von abgebrochenen Ästen, Dürrständer).



**Schwellenwert:** Höhleneingang ø < 4–7 cm

**Häufigkeit:**



**Entstehung:** ziemlich schnell



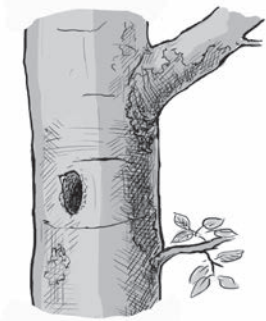
**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Das Vorkommen von Nisthöhlen im Stamm von Eichen ist in mehr als 95 % der Fälle mit dem Vorhandensein von holzabbauenden Pilzen wie dem Eichenfeuerschwamm verbunden.

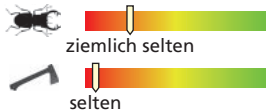
## Grosse Bruthöhle ( $\varnothing > 10$ cm)

Spechtbruthöhle mit ovalem Eingang  $> 10$  cm. Die Bruthöhlen des Schwarzspechtes werden meistens im astfreien Stammbereich angelegt.



**Schwellenwert:** Höhleneingang  $\varnothing > 10$  cm

**Häufigkeit:**



**Entstehung:** ziemlich schnell



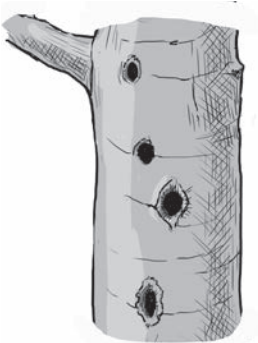
**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Wirbeltiere als Sekundärnutzer von Spechthöhlen können grosse Mengen an Ästen, Gras und anderen Materialien in die Höhle transportieren. Stickstoffeinträge in Form von Kot, Futterresten oder Kadavern sind eine Energiequelle für viele Wirbellose, die ebenfalls in den Höhlen leben.

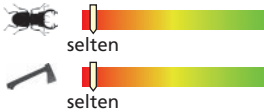
## Höhlenetage, Spechtflöte

Mindestens drei Spechtbruthöhlen in einer +/- vertikalen Linie entlang des Baumstamms mit maximal 2 m Abstand zwischen zwei Höhlen.



**Schwellenwert:**  $\geq 3$  Höhlen auf einer Linie; Höhleneingang  $\varnothing > 3$  cm

**Häufigkeit:**



**Entstehung:** langsam



**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Nebst sozialen Insekten (Bienen, Wespen) unterscheidet man drei an Spechthöhlen gebundene Insektengruppen:

- Wirbeltierparasiten
- Verzehrer von Nistmaterial und anderen Resten
- Räuber und Parasitoiden der ersten beiden Gruppen

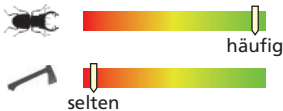
## Mulmhöhle mit Bodenkontakt

Diese Höhlen enthalten Mulm (Menge je nach Entwicklungsstufe). Der Höhlenboden hat Anschluss an den Mineralboden, wo er sich mit dem Mulm mischt. Daraus entsteht ein spezifisches Substrat. Der Höhleneingang kann dennoch ziemlich hoch auf dem Stamm liegen. Der Innenraum der Höhle ist vor äusseren klimatischen Einflüssen und Regen geschützt.



**Schwellenwert:** Öffnung  $\varnothing > 10$  cm

**Häufigkeit:**



**Entstehung:** sehr langsam

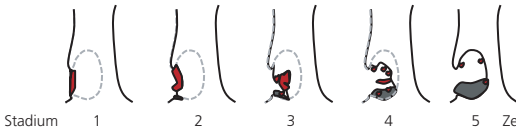


**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Entwicklungsstadien von Mulmhöhlen

 Totes Holz in Zersetzung  Mulm



Zeichnung: Nicolas Gouix



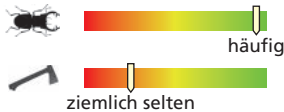
## Mulmhöhle ohne Bodenkontakt

Diese Höhlen enthalten Mulm (Menge je nach Entwicklungsstufe). Der Höhlenboden hat keinen Anschluss an den Mineralboden. Der Innenraum der Höhle ist vor den äusseren klimatischen Einflüssen und vor Regen geschützt.



**Schwellenwert:** Öffnung  $\varnothing > 10$  cm

**Häufigkeit:**



**Entstehung:** sehr langsam



**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Mit der Entwicklung und Erweiterung einer Mulmhöhle wird ihre Struktur komplexer und die Vielfalt der assoziierten Arten nimmt zu. Der Mulm hat einen hohen pH-Wert, was spezialisierte, seltene Arten begünstigt. Einige seltene Moose und Flechten entwickeln sich nur an der Rinde unter einer Mulmhöhle, wo der pH-Wert durch den Ausfluss aus der Höhle erhöht wird.

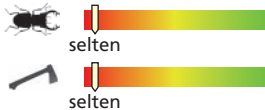
## Halboffene Mulmhöhle

Die Höhle ist nicht vollständig vor den äusseren klimatischen Einflüssen geschützt und es kann Regen eindringen. Es ist zu beachten, dass der Höhleneingang ziemlich hoch auf dem Stamm liegen kann.



**Schwellenwert:** Öffnung  $\varnothing > 30$  cm (pragmatisch)

**Häufigkeit:**



**Entstehung:** sehr langsam



**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Die in Mulmhöhlen lebende Fauna ist sehr vielfältig. In einem Kilogramm Mulm können etwa 2500 Individuen von Arthropoden, meist Springschwänze und Milben, enthalten sein. Bei langlebigen Bäumen wie Eichen können Mulmhöhlen mehrere hundert Jahre erhalten bleiben.

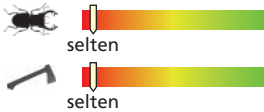
## Kaminartiger, hohler Stamm mit Bodenkontakt

Die Stammhöhle ist nach oben offen, oft als Folge eines Stammbruchs. Die Höhle reicht bis zum Mineralboden, mit dem sie in direktem Kontakt steht.



**Schwellenwert:** Öffnung  $\varnothing > 30$  cm (pragmatisch)

**Häufigkeit:**



**Entstehung:** sehr langsam



**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Die an langlebige Mulmhöhlen gebundenen Arten haben oft eine geringere Dispersionskapazität als Arten, die mit kurzlebigeren Baummikrohabitaten assoziiert sind.

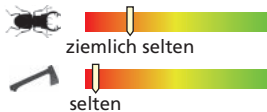
## Kaminartiger, hohler Stamm ohne Bodenkontakt

Die Stammhöhle ist nach oben offen, oft als Folge eines Stammbruchs. Die Höhle reicht nicht bis zum Mineralboden.



**Schwellenwert:** Öffnung  $\varnothing > 30$  cm (pragmatisch)

**Häufigkeit:**



**Entstehung:** sehr langsam



**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Die mikroklimatischen (Feuchtigkeit und Temperatur) sowie physikalisch-chemischen Bedingungen der Mulm-Humusmischung unterscheiden sich zwischen den in der Höhe gelegenen Höhlen ohne Bodenkontakt und den am Stammfuß gelegenen Höhlen. Infolgedessen sind die assoziierten Arten in den beiden Baummikrohabitaten-Typen nicht identisch.

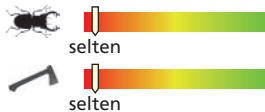
## Asthöhle

Röhrenartige Höhle, die an der Bruchstelle eines dicken Astes entsteht.



**Schwellenwert:** Öffnung  $\varnothing > 10$  cm (pragmatisch)

**Häufigkeit:**



**Entstehung:** langsam bis schnell



**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Einige Insekten stehlen Nahrung, die von anderen Arten eingelagert wurden. Dies wird als Kleptoparasitismus bezeichnet. Beispielsweise lagern Tischlerbienen Pollen und Nektar für ihre Larven in Kleinhöhlen, was andere Verbraucher anziehen kann.

## Insektengänge und Bohrlöcher

Ein Netz von Frassgängen holzfressender Insekten deutet auf ein Höhlensystem hin. Ein Insektengang ist ein komplexes System von Bohrlöchern und Kammern.



**Schwellenwert:** Loch  $\varnothing > 2$  cm oder zahlreiche kleinere Löcher  $> 300$  cm<sup>2</sup> (A5; pragmatisch)

**Häufigkeit:**



**Entstehung:** ziemlich schnell



**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Holzfressende Insekten werden manchmal als waldgefährdend angesehen. Die überwiegende Mehrheit der Arten ernährt sich jedoch von abgestorbenem oder faulem Holz und ist daher nicht für das Absterben des Baumes verantwortlich.

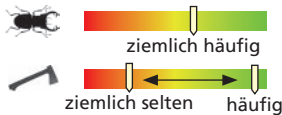
## Dendrotelm oder wassergefüllte Baumhöhlung

Topfförmige Wölbung, die sich bei Niederschlag mit Wasser füllt und anschliessend wieder austrocknen kann. Die Seitenwände und der Boden können teilweise zersetzt oder noch mit intakter Rinde des Baumes ausgekleidet sein.



Schwellenwert: Öffnung  $\varnothing > 15$  cm

Häufigkeit:



Entstehung: langsam



Assoziierte Arten:



**Gut zu wissen:** Nur etwa 15 Insektenarten leben in Europa in Dendrotelmen, aber die Hälfte von ihnen ist strikt an dieses Milieu gebunden. Amphibien halten sich manchmal in Dendrotelmen auf, um sich vor Austrocknung zu schützen. Zersetzendes Laub ist die Hauptenergiequelle für Artengemeinschaften, die in Dendrotelmen leben.

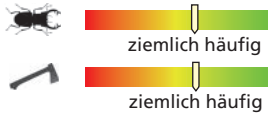
## Frasslöcher von Spechten

Die Aushöhlung entsteht durch die Futtersuche von Spechten und ist meist konisch geformt. Die Öffnung ist grösser als der Innenraum.



**Schwellenwert:** Tiefe > 10 cm; Öffnung  $\varnothing$  > 10 cm

**Häufigkeit:**



**Entstehung:** ziemlich schnell



**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Bei ausreichender Grösse werden die Spechtfrasslöcher von Vögeln als geschützte Nistplätze genutzt.



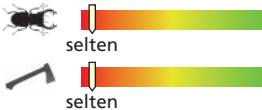
## Rindenbedeckte Einbuchtung am Stamm

Vertiefung/Aushöhlung entlang der Stammachse, auch im Innenraum mit Rinde bewachsen.



**Schwellenwert:** Tiefe > 10 cm; Öffnung  $\varnothing$  > 10 cm

**Häufigkeit:**



**Entstehung:** langsam



**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Mehrere wenig anspruchsvolle Vogelarten wie zum Beispiel Kohlmeisen nutzen rindenbedeckte Einbuchtungen als Nistplatz.

## Stammfusshöhle

Natürlicher Hohlraum am Wurzelansatz, der sich durch den Wuchs der Baumwurzeln gebildet hat. Keine Verletzung oder Faulhöhle, kein Mulm. Falls Mulm vorhanden, siehe «Mulmhöhle mit Bodenkontakt».



**Schwellenwert:** Eingangsbreite > 10 cm; Tiefe > 10 cm;  
«Dachneigung» < 45° (pragmatisch)

**Häufigkeit:**



häufig



häufig

**Entstehung:** langsam



**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Die Entstehungsgeschwindigkeit von Stammfusshöhlen ist abhängig vom Wachstum des Baumes und variiert daher je nach Baumart und Umweltbedingungen. Die Steilheit des Geländes hat dabei einen besonderen Einfluss. Entsprechend gibt es in Steillagen mehr ausgeprägte Stammfusshöhlen.

# Stammverletzungen und freiliegendes Holz

## Holz ohne Rinde

Verlust der Rinde, wodurch das Splintholz freigelegt wird. Gründe dafür können Fällschäden, Holzurückung, Windwurf, Steinschlag, Säugetiere, usw. sein.



**Schwellenwert:** Fläche > 300 cm<sup>2</sup> (A5; pragmatisch)

**Häufigkeit:**



**Entstehung: schnell**



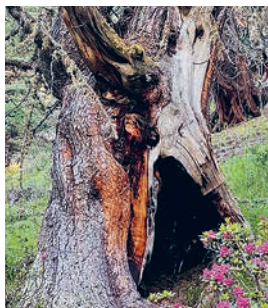
**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Splintholz, das nicht mehr durch Rinde geschützt ist, wird leicht von Pilzen und Insekten besiedelt. So kann sich daraus mit der Zeit eine Mulmhöhle entwickeln.

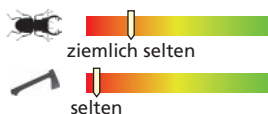
## Brandnarbe

Brandnarben am Stammfuß bilden zumeist eine dreieckige Form aus. Sie befinden sich auf der windabgewandten Seite. An der Brandnarbe ist neben verkohltem Holz oft auch Harzfluss am Splint oder an der Rinde sichtbar.



**Schwellenwert:** Fläche > 600 cm<sup>2</sup> (A4; pragmatisch)

**Häufigkeit:**



**Entstehung:** sehr langsam – schnell



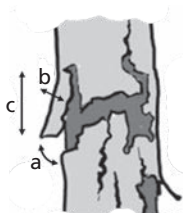
**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Gewisse Insekten und Pilze werden als «pyrophil» (feuerliebend) bezeichnet, weil sie zum Überleben zwingend von Feuer geschaffenes Brandsubstrat benötigen. Verbranntes Holz wird schnell von Schlauchpilzen besiedelt, von denen sich Insekten ernähren.

## Rindentasche (unten offen)

Abgelöste Rindenteile, die vom Splintholz abstehen und ein Dach bilden (Öffnung an der Unterseite).



a > 1 cm  
b > 10 cm  
c > 10 cm



**Schwellenwert:** Abstand > 1 cm; Breite > 10 cm; Höhe > 10 cm

**Häufigkeit:**



ziemlich häufig



ziemlich selten

**Entstehung:** langsam



**Assoziierte Arten:**

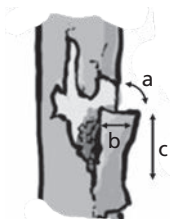


**Gut zu wissen:** Gewisse Fledermäuse, wie z. B. die Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*), finden unter der abgetrennten Rinde Schutz für ihre Tagesruhe oder gar ihre Fortpflanzung.

# Stammverletzungen und freiliegendes Holz

## Rindentasche (oben offen)

Abgelöste Rindenteile, die vom Splintholz abstehen und eine Tasche bilden (Öffnung an der Oberseite). Rindentaschen können Mulm/Humus enthalten.

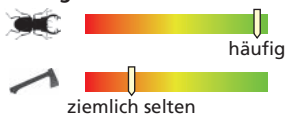


$a > 1 \text{ cm}$   
 $b > 10 \text{ cm}$   
 $c > 10 \text{ cm}$



**Schwellenwert:** Abstand  $> 1 \text{ cm}$ ; Breite  $> 10 \text{ cm}$ ; Höhe  $> 10 \text{ cm}$  (pragmatisch)

**Häufigkeit:**



**Entstehung:** langsam



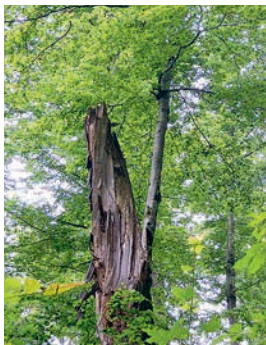
**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Viele Arthropoden, darunter auch Spinnentiere (Pseudoskorpione), leben in der organischen Substanz, die sich in den Rindentaschen ansammelt.

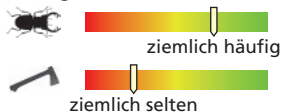
## Stammbruch

Freiliegendes Kernholz durch Stammbruch. Der Baum lebt noch. Der untere Teil des abgestorbenen Stammteils ist in Kontakt mit dem lebenden Holz und mit Saftfluss.



Schwellenwert:  $\varnothing > 20$  cm an der Bruchstelle (pragmatisch)

Häufigkeit:



Entstehung: schnell



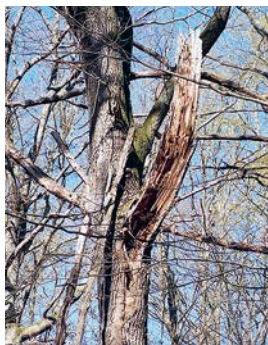
Assoziierte Arten:



**Gut zu wissen:** Wenn sich nach dem Bruch des Stammes eine neue Krone entwickelt, laufen die Zersetzungs- und Wachstumsprozesse des Holzes in sehr kurzer Distanz voneinander gleichzeitig ab. Diese Gegenüberstellung der beiden Prozesse schafft ein Baum-mikrohabitat, das für einige hochspezialisierte Insektenarten unerlässlich ist (Zweiflügler und Wanzen).

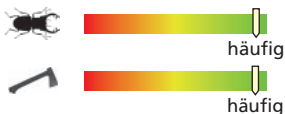
## Starkastbruch mit freiliegendem Kernholz

Freiliegendes Kernholz durch Starkastbruch oder Zwieselbruch. Die Verletzung ist umgeben von lebendem Holz und Saftfluss.



Schwellenwert: Fläche > 300 cm<sup>2</sup> (A5; pragmatisch)

Häufigkeit:



Entstehung: schnell



Assoziierte Arten:



**Gut zu wissen:** Das tote Kernholz hat eine ganz andere chemische Zusammensetzung als das angrenzende Splintholz und beherbergt folglich nicht dieselben assoziierten Arten.



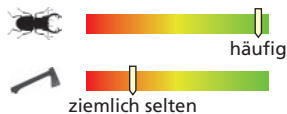
## Riss, Spalte

Lange spaltenförmige, den Holzkörper freiliegende Verletzung. Falls durch Blitzschlag verursacht, siehe «Blitzrinne».



**Schwellenwert:** Länge > 30 cm; Breite > 1 cm; Tiefe > 10 cm

**Häufigkeit:**



**Entstehung:** langsam



**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Fledermäuse verwenden vorzugsweise Spalten von 1 bis 5 cm Breite, ausreichend tief (>10 cm) und mehr als 1 m über dem Boden gelegen. Spalten kommen auf toten Bäumen häufiger vor als auf lebenden.

# Stammverletzungen und freiliegendes Holz

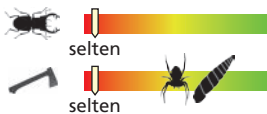
## Blitzrinne

Spalten durch Blitzschlag verursacht. Meist spiralförmig und mit gespaltenem Holz.



**Schwellenwert:** Länge > 30 cm; Breite > 1 cm; Tiefe > 10 cm

**Häufigkeit:**



**Entstehung:** seltenes Ereignis



**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Die vielfältigen Risse, die durch die Spaltung von Holz durch Blitzschlag entstehen, haben oft so unterschiedliche Eigenschaften, dass Tiere wie Spinnen, Fledermäuse, Vögel und Schnecken im gleichen gespaltenen Stamm nebeneinander leben können.

## Riss bei Zwiesel

Riss am Zwieselansatz. Bei abgebrochenem Zwiesel siehe «Starkastbruch mit freiliegendem Kernholz».



Schwellenwert: Länge > 30 cm (pragmatisch)

Häufigkeit:



ziemlich selten



ziemlich selten

Entstehung: langsam



Assoziierte Arten:



**Gut zu wissen:** Die durch die Trennung der beiden Stränge eines Zwiesels entstandenen Risse bieten zwar Schutz, sind aber nur wenig vor Niederschlägen geschützt. In diesen Rissen sammelt sich meistens exogenes organisches Material an (Blätter, Zweige usw.), aus dem im Laufe der Zersetzung ein «Mikroboden» entsteht, in dem der Baum Wurzeln bilden kann.

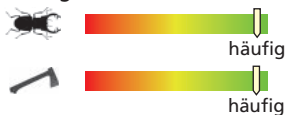
## Tote Äste

Tote Äste in der Krone, relativ schattig.



**Schwellenwert:**  $\varnothing > 10 \text{ cm}$ , oder  $\varnothing > 3 \text{ cm}$  und  $> 10\%$  der Krone tot (pragmatisch)

**Häufigkeit:**



**Entstehung:** ziemlich langsam



**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Im Vergleich zu Totholz am Boden sind tote Äste häufiger Austrocknung und grossen Temperaturschwankungen ausgesetzt. Gewisse Insekten und Pilze sind auf tote Äste am Baum spezialisiert. Andere Baummikrohabitate (Höhlen, Pilzfruchtkörper) befinden sich manchmal an abgestorbenen Zweigen in der Krone und erhöhen die Vielfalt der assoziierten Arten. Diese Form von Totholz kann nicht durch Totholz am Boden ersetzt werden, da die Artengemeinschaften unterschiedlich sind.

## Abgestorbene Kronenspitze

Krone vollständig abgestorben. Totholz meistens sonnenexponiert.



Schwellenwert:  $\varnothing > 10$  cm an der Basis (pragmatisch)

Häufigkeit:



ziemlich selten



ziemlich selten

Entstehung: ziemlich langsam



Assoziierte Arten:



**Gut zu wissen:** Im Gegensatz zu toten Zweigen im Innern der schattigen Baumkrone ist die abgestorbene Kronenspitze direkt der Sonne ausgesetzt. Ihre Zersetzung wird durch wärmeliebende Arten gewährleistet, die unterschiedliche mikroklimatische Situationen ertragen.

## Abgebrochener Starkast

Abbruch eines Starkastes. Übriggebliebenes Aststück zersplittert. Die Verletzung wirkt sich nicht auf den Stamm des Baumes aus (wenn doch, siehe «Starkastbruch mit freiliegendem Kernholz»).



**Schwellenwert:**  $\varnothing > 20$  cm bei der Bruchstelle, Länge des verbleibenden Astes  $> 50$  cm (pragmatisch)

**Häufigkeit:**



**Entstehung:** ziemlich schnell



**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Durch den Wind abgebrochene Starkäste vereinen Risse und ein erhebliches Totholzvolumen auf kleinem Raum.

## Hexenbesen

Dichte Anhäufung von Zweigen am Ast eines Baumes.



Schwellenwert:  $\varnothing > 50$  cm (pragmatisch)

Häufigkeit:



ziemlich selten



ziemlich selten

Entstehung: ziemlich schnell



Assoziierte Arten:



**Gut zu wissen:** Das wirre Geflecht der Hexenbesen trägt manchmal das Nest kleiner Singvögel wie des Gartenbaumlaufers oder des Zaunkonigs, aber auch Nester von Greifvögeln wie des Mäusebussards.

# Wucherungen

## Wasserreiser

Dichte Anhäufung von Reisern am Stamm.



**Schwellenwert:** > 5 Zweige (pragmatisch)

**Häufigkeit:**



**Entstehung:** ziemlich langsam



**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Das Gewirr von Wasserreisern trägt manchmal das Nest von kleinen Singvögeln wie der Singdrossel oder der Amsel.



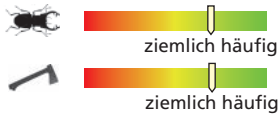
## Maserknolle

Starke Gewebswucherung mit rauer, intakter Rindenoberfläche.  
Kein zersetztes Holz.



Schwellenwert:  $\varnothing > 20$  cm (pragmatisch)

Häufigkeit:



Entstehung: langsam



Assoziierte Arten: 

**Gut zu wissen:** Im Gegensatz zu Krebsen sind Maserknollen nicht nekrotisch und die Rinde erscheint intakt. Die Larven einiger Schmetterlinge der Gattung *Synanthedon* (Familie der Sesiidae) entwickeln sich in Rissen in der Rinde von Maserknollen.

## Krebs

Krebs im Zerfallsstadium mit Faulholz; Splintholz sichtbar. Ausgelöst z. B. durch *Melampsorella caryophyllacerum*, *Nectria* l. s.



**Schwellenwert:**  $\varnothing > 20$  cm oder grosser Teil des Stamms bedeckt (pragmatisch)

**Häufigkeit:**



ziemlich selten



ziemlich häufig

**Entstehung:** langsam



**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Krebse ermöglichen die Besiedlung durch sehr seltene Pilze wie *Inonotus obliquus*. Der pH-Wert der Rinde unter einem Krebs ist höher als anderswo am Stamm, was seltene und bedrohte Moose begünstigt. Die raue Oberfläche der Krebse zieht auch insektenfressende Vögel auf der Suche nach Nahrung an.

# Feste und schleimige Pilzfruchtkörper

## Mehrjährige Porlinge

Mehrjährige Pilzfruchtkörper. Holzartig oder zumindest hart mit ausgeprägten Jahrringen in der Röhrenschiicht wenn älter als ein Jahr.



Schwellenwert:  $\varnothing > 5$  cm (pragmatisch)

Häufigkeit:



häufig



ziemlich selten

Entstehung: langsam



Assoziierte Arten:



**Gut zu wissen:** Die Fruchtkörper mehrjähriger Porlinge sind ein Indikator für Holzfäule, manchmal bereits weit fortgeschritten. Spechte meisseln manchmal ihre Höhlen unter einem Pilzfruchtkörper, weil das Holz dort weicher ist und der Pilz den Eingang schützt. In Europa leben schätzungsweise 600 Arthropodenarten in den Pilzfruchtkörpern des Zunderschwamms.

# Feste und schleimige Pilzfruchtkörper

## Einjährige Porlinge

Fruchtkörper von einjährigen Porlingen am Baumstamm, die einige Wochen sichtbar bleiben. Europäische Porlinge besitzen nur eine Röhrenchicht und weisen eine widerstandsfähige, elastisch-weiche Beschaffenheit auf (keine verholzten Teile).



**Schwellenwert:**  $\sigma > 5$  cm oder Gruppe von  $> 10$  Fruchtkörpern (pragmatisch)

**Häufigkeit:**



ziemlich häufig



ziemlich selten

**Entstehung:** langsam



**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Pilzfruchtkörper sind eine viel reichere Energiequelle als Holz. Ihr Stickstoffgehalt ist 2- bis 10-mal höher als beispielsweise bei unzersetztem Holz. Assoziierte Insekten verzehren die Sporen, die Trama oder das Myzelium im Herz des Fruchtkörpers. Hier findet man den kleinsten Käfer der Welt (0,3–0,6 mm lang).

# Feste und schleimige Pilzfruchtkörper

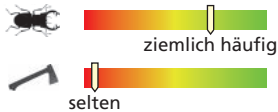
## Ständerpilze

Grosse, dicke und weiche bzw. fleischige mit Lamellen ausgestattete Fruchtkörper (Ordnung der Agaricalen). Fruchtkörper sind meist einige Wochen sichtbar.



**Schwellenwert:**  $\varnothing > 5$  cm oder Gruppe  $> 10$  Fruchtkörper (pragmatisch)

**Häufigkeit:**



**Entstehung:** langsam



**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Die meisten Ständerpilze zerfallen so schnell, dass sich die Insekten darin nicht vollständig entwickeln können. Sie dienen den Insekten oft nur als Nahrung.

# Feste und schleimige Pilzfruchtkörper

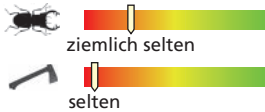
## Grosse Ascomyceten

Fruchtkörper von grossen widerstandsfähigen, halbrunden Schmarotzerpilzen, die Kohlestückchen ähneln.



**Schwellenwert:** Fruchtkörper  $\varnothing > 3$  cm oder Gruppe  $> 100$  cm<sup>2</sup> (pragmatisch)

**Häufigkeit:**



**Entstehung:** langsam



**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Die grossen Ascomyceten sind in der Regel klein (wenige mm Durchmesser) und bilden dunkle, harte Pusteln oder Scheiben. Die bei der Esche weit verbreitete Art *Daldinia concentrica* kann dennoch mehrere cm im Durchmesser erreichen. Die Wanze *Aradus bimaculatus* lebt im Stroma des grossen Ascomyceten *Hypoxyylon mammatum* («Eспенkrebs»).

# Feste und schleimige Pilzfruchtkörper

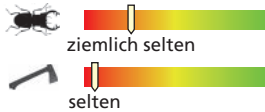
## Myxomyceten (Schleimpilze)

Amöbenartige, schleimige Lebewesen, die bewegliches Plasmodium ausbilden, welches im Frühstadium Gelatine ähnelt.



Schwellenwert:  $\varnothing > 5$  cm (pragmatisch)

Häufigkeit:



Entstehung: ziemlich schnell



Assoziierte Arten:



**Gut zu wissen:** Myxomyceten sind weder Tier noch Pflanze noch Pilz. Diese klebrige, gelartige Masse kann sich auf der Suche nach ihrer Nahrung, nämlich Bakterien, Algen oder Pilzen, bis zu einigen Zentimetern pro Stunde bewegen. Die meisten Arten, die sich von Myxomyceten ernähren, sind strikt daran gebunden.

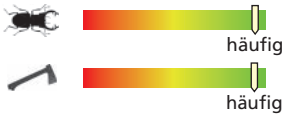
## Moose oder Lebermoose

Von Moosen bzw. Lebermoosen bedeckter Baumstamm.



**Schwellenwert:** > 10 % des Stammes bedeckt (pragmatisch)

**Häufigkeit:**



**Entstehung:** ziemlich schnell



**Assoziierte Arten:**

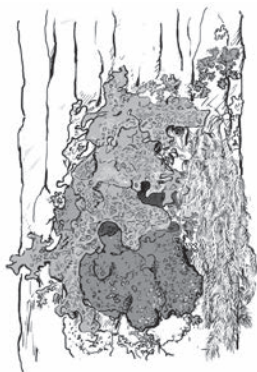


**Gut zu wissen:** Epixylische Arten (Moose und Flechten) machen ihre eigene Photosynthese. Sie leben daher nur auf der Oberfläche von Bäumen und nutzen das Holz nicht als Energiequelle. Gewisse Flechten wachsen nur auf einem Moospolster.



## Blatt- oder Strauchflechten

Von Blatt- oder Strauchflechten bedeckter Baumstamm.



**Schwellenwert:** > 10 % des Stammes bedeckt; Dicke > 1 cm (pragmatisch)

**Häufigkeit:**



ziemlich selten



ziemlich selten

**Entstehung:** langsam



**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Aufgrund ihrer geringen Grösse und ihres langsamen Wachstums müssen Flechten Lebensräume finden, die für Pflanzen ungeeignet sind, um nicht im Schatten der Blätter zu «ersticken». Baumstämme sowie wie Steine oder Felsen sind solche Lebensräume. Gewisse Pilze gedeihen ausschliesslich auf Flechten-Epiphyten.

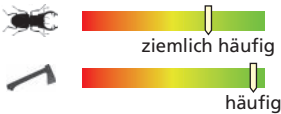
## Efeu oder Lianen

Von Lianen oder anderen Kletterpflanzen bedeckte Stammoberfläche. Beispiele: Efeu, Gewöhnliche Waldrebe.



**Schwellenwert:** > 10 % des Stammes bedeckt (pragmatisch)

**Häufigkeit:**



**Entstehung:** ziemlich schnell



**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Efeu blüht im Herbst und seine Früchte sind am Ende des Winters verfügbar, einer Zeit, in der Pflanzen sonst wenig Nahrung bieten. Sein rankiges Blatt- und Astwerk bildet kleine feuchte und schattige Nischen, die von spezialisierten Epiphytenpilzen genutzt werden.

## Farne

Epiphytische Farne auf dem Stamm oder an Astansätzen



Schwellenwert: > 5 Farnwedel (pragmatisch)

Häufigkeit:



Entstehung: langsam



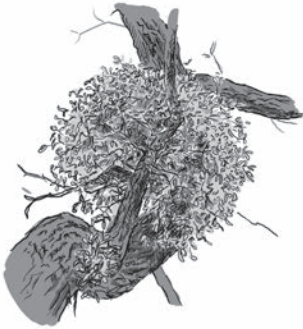
Assoziierte Arten:



**Gut zu wissen:** Farne werden sehr selten von Insekten verzehrt. Dennoch verbringen in Westeuropa 22 Sägewespenarten ihren Lebenszyklus auf Farnen.

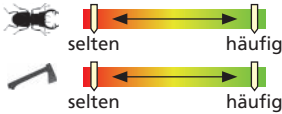
## Misteln

Epiphytische und hemiparasitische Pflanzenarten, die in Baumkronen vorkommen (Beispiele: *Viscum spp.*, *Arceuthobium spp.*, *Loranthus spp.*).



**Schwellenwert:**  $\varnothing > 20$  cm für *Viscum spp.* und *Loranthus europaeus*;  $> 10$  Büschel für *Arceuthobium oxycedri* (pragmatisch)

**Häufigkeit:**



**Entstehung:** ziemlich schnell



**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** In Europa sind acht Insektenarten bekannt, die strikt an die europäische Mistel *Viscum album* gebunden sind. Ihre Früchte werden im Winter von gewissen Vögeln verzehrt, wenn die Nahrung knapp ist.

## Nester von Wirbeltieren

Nester, die von Vögeln oder Nagetieren angelegt wurden.



Schwellenwert:  $\varnothing > 10 \text{ cm}$

Häufigkeit:



ziemlich häufig



ziemlich häufig

Entstehung: schnell



Assoziierte Arten:



**Gut zu wissen:** Grosse Vogelnester bieten kleineren Vögeln, aber auch Insekten wie Käfern aus der Familie der Histeridae einen Nistplatz in den Freiräumen zwischen den Zweigen.

## Nester von Wirbellosen

Larvennester von Arthropoden, zum Beispiel des Kiefern-Prozessionsspinners, der Holzameise sowie wildlebender Bienen, die sich im Baumstamm einnisten.



**Schwellenwert:** Präsenz (direkte Beobachtung oder assoziierte Insekten; pragmatisch)

**Häufigkeit:**



**Entstehung:** ziemlich langsam



**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** In den Nestern des Kiefern-Prozessionsspinners wurden mehr als 60 Gliederfüßerarten nachgewiesen.

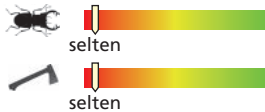
## Mikroböden (Rinde)

Mikrobödenbildung auf der Rinde des Stammes: entsteht durch die Ablagerung abgestorbener epiphytischer Moose, Flechten oder Algen und alter nekrotischer Rinde.



**Schwellenwert:** Präsenz (direkte Beobachtung oder Pilze; pragmatisch)

**Häufigkeit:**



**Entstehung:** langsam

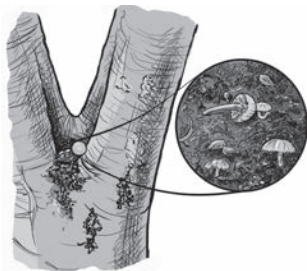


**Assoziierte Arten:** 

**Gut zu wissen:** Rindenmikroböden bieten Lebensraum für einige spezialisierte Saprophytenpilze, die manchmal von einer einzigen Wirtsart abhängig sind.

## Mikroböden (Krone)

Mikrobödenbildung in der Baumkrone geschieht durch die Ablagerung abgestorbener, exogener Laubstreu aus den Kronen. Häufig von Wurzeln des Mutterbaums besiedelt. Hauptvorkommen: flache Kronenbereiche, Zwiesel, zusammengewachsene Bäume.



**Schwellenwert:** Präsenz (pragmatisch)

**Häufigkeit:**



ziemlich selten



ziemlich selten

**Entstehung:** langsam



**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Alte Buchen haben oft Mikroböden in der Krone, in denen sie regelrechte mykorrhizierte Wurzelsysteme entwickeln. Dieses Phänomen wird auch bei Nadelbäumen beobachtet. Mikroböden auf Bäumen sind viel reicher an organischem Kohlenstoff als terrestrische Böden und werden stärker von Feinwurzeln durchdrungen. Dieses Phänomen ist aus tropischen Wäldern gut bekannt, in gemäßigten Wäldern jedoch noch weitgehend unbekannt.



## Aktiver Saftfluss

Baumsaft fließt aktiv aus.



**Schwellenwert:** Länge > 10 cm (pragmatisch)

**Häufigkeit:**



ziemlich häufig



ziemlich selten

**Entstehung:** ziemlich langsam



**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Saftströme ziehen viele Insekten an, die den Saft hauptsächlich als Nahrung im Erwachsenenstadium brauchen. Auf der Eiche *Quercus acutissima* in Japan wurden mehr als 100 Arten an Saftflüssen identifiziert. Insektenlarven, die in Saftflüssen leben, verzehren nicht den Saft selbst, sondern die dort entstehenden Hefen und Bakterien.

## Aktiver Harzfluss

Baumharz tritt aktiv aus.



**Schwellenwert:** Länge > 10 cm (pragmatisch)

**Häufigkeit:**



**Entstehung:** ziemlich schnell



**Assoziierte Arten:**



**Gut zu wissen:** Das Harz wird von gewissen Nadelbäumen ausgeschieden, um eine Schutzbarriere zu bilden, die reich an antimikrobiellen Substanzen ist und das Eindringen von Insekten und Krankheitserregern verhindert. Dieses antiseptische Umfeld ist daher für lebende Organismen sehr ungünstig. Der mikroskopisch kleine Ascomycetenpilz *Sorocybe resiniae* lebt jedoch ausschließlich an Stellen mit Harzfluss.

## Literaturverzeichnis

EMBERGER, C.; LARRIEU, L.; GONIN, P., 2016: Dix facteurs clés pour la diversité des espèces en forêt. Comprendre l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP). Paris, Institut pour le développement forestier. 58 p.

KRAUS, D.; BÜTLER, R.; KRUMM, F.; LACHAT, T.; LARRIEU, L.; MERGNER, U.; PAILLET, Y.; RYDKVIST, T.; SCHUCK, A.; WINTER, S., 2016: Katalog der Baummikrohabitate – Referenzliste für Feldaufnahmen. Integrate+ Technical Paper. 16 S.

LARRIEU, L.; PAILLET, Y.; WINTER, S.; BÜTLER, R.; KRAUS, D.; KRUMM, F.; LACHAT, T.; MICHEL, A.K.; REGNER, B.; VANDERKERKHOVE, K., 2018: Tree related microhabitats in temperate and Mediterranean European forests: a hierarchical typology for inventory standardization. *Ecological Indicators*, 84: 194–207.

STOKLAND, J.N.; SIITONEN, J.; JONSSON, B.G., 2012: Biodiversity in Dead Wood. Cambridge University Press.

WINTER, S.; BEGEHOLD, H.; HERRMANN, M.; LÜDERITZ, M.; MÖLLER, G.; RZANNY, M.; FLADE, M., 2016: Praxishandbuch – Naturschutz im Buchenwald. Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft, Brandenburg.

## Bildnachweise

Zeichnungen: C. Emberger, L. Apfelbacher/D. Kraus und Reproduktionen aus KRAUS *et al.* 2016

Fotos: Gilles Corriol (S. 46), Loïc Duchamp (S. 35), Pierre Henrioux (S. 14), Daniel Kraus (S. 37, 38), Thibault Lachat (S. 16, 57), Laurent Larrieu (S. 25, 32, 39, 52, 53, 55, 56, 58), Thomas Reich (S. 9, 10), Jérôme Willm (S. 33), Rita Büttler (alle anderen)



[www.wsl.ch](http://www.wsl.ch)  
[www.totholz.ch](http://www.totholz.ch)  
[www.habitatbaum.ch](http://www.habitatbaum.ch)

Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee  
und Landschaft WSL