

Karl-Friedrich Weber

**Waldbrief** 01.05.2021

## Artenschutzrelevante Biotopholzstrukturen

„In den Wäldern sind Dinge, über die nachzudenken man jahrelang im Moos liegen könnte“

Franz Kafka



Foto: Karl-Friedrich Weber

Totholz ist voller Leben

Im Naturschutzgebiet Beienroder Holz

Lebendige Systeme streben nach immer höherer unvorherbestimmbarer Ordnung. Sie sind dynamisch. „Das Geheimnis der Vielfalt liegt in einer als »Nichtlinearität« bezeichneten Eigenschaft komplexer Systeme. Die Wechselwirkung zwischen den Teilen eines solchen Systems sind nichtlinear, wenn sie sich nicht einfach addieren, sondern das Ganze mehr ist als die Summe seiner Teile. Ein Wald ist mehr als eine Ansammlung von Bäumen. In ihm führen die nichtlinearen Wechselwirkungen zwischen den Teilen einer komplexen Ganzheit zu starken dynamischen Rückkopplungen. Rückkopplungen bewirken, dass der »Endzustand« eines Systems nicht ein für alle Mal fixiert ist, sondern zum Ausgangspunkt einer neuen Entwicklung wird. Unter ihrem Einfluss ändern sich die Anfangsbedingungen fortwährend selbst.“ (Gesine Dittrich)

Unsere heutigen Forste sind schwer gestörte naturferne labile Systeme. Wem diese Einsicht fehlt, wird daraus nicht lernen und die nächsten Fehler begehen. Experten wissen oft nicht um den Grad ihrer Unwissenheit. Der Irrtum ist deshalb ihr ständiger Begleiter.

Der Naturwissenschaftler und Entomologe *Georg Möller* öffnet mit nachstehender Handreichung ein kleines Fenster zur Komplexität des Lebendigen von Wäldern, wie wir sie wieder zulassen müssen. Diese wunderbar verständliche Einführung ist eine Möglichkeit auch für fachfremde Menschen, eine Ahnung von dem zu entwickeln, was Vielfalt bedeutet. Forstleute und Bürger werden dann in den Forsten gemeinsam lernen oder sich daran erinnern, was zu tun und zu unterlassen ist, damit aus Forsten wieder Wälder entstehen. Georg Möller sei für seine aufklärende Arbeit herzlich gedankt.

## Handreichung zur Ansprache artenschutzrelevanter Biotopholzstrukturen

Die Sammelbegriffe Habitatbaum, Biotopholz, Totholz umschreiben ein breites Spektrum lebender und abgestorbener Bäume und Hölzer, die sich in ganz unterschiedlicher Weise als Lebensräume speziell angepasster Alt- und Totholzbewohner eignen. Die potenziellen Bewohner stammen aus ganz verschiedenen Organismengruppen. Am bekanntesten sind mit sehr überschaubaren Artenzahlen Wirbeltiere wie z.B. höhlenbrütende Vögel wie der Star, Fledermäuse wie der Abendsegler und Nagetiere wie der Siebenschläfer. Die wahre Dimension der an Habitatbäume gebundenen Biodiversität wird deutlich, wenn man sich die Holzbewohner aus weniger bekannten Organismengruppen anschaut. Allein bei den Käfern (Coleoptera) sind in Deutschland etwa 1500 Arten an die vielfältigen Erscheinungsformen von Alt- und Totholz gebunden. Hinzu kommen zahlreiche Vertreter aus anderen Arthropodengruppen wie z.B. den Echten Motten (Tineidae), den Faulholzmotten (Oecophoridae), den Glasflüglern (Sesiidae), den Holzwespen (Siricoidea, Xiphydrioidea), den Rindenwanzen (Aradoidea), den Schwebfliegen (Syrphidae), den Waffenfliegen (Stratiomyidae), den Soldatenfliegen (Xylomyidae), den Mulmmücken (Sciaridae), den Kammschnaken (Flabelliferinae), den Ameisen (Formicidae), den Stechimmen (Aculeata, Bienen, Wespen) und den Spinnentieren (Arachnida). Deren Entwicklungsstadien sind die Beute zum Teil eng auf einzelne Arten spezialisierter Räuber z.B. aus den Gruppen der Schlupfwespen (Ichneumonidae, Orussoidea), der Erzwespen (Chalcidoidea), der parasitoiden Fliegen, der Fadenwürmer (Nematoda) und der Pilze.

Pilze, die sich von Holz ernähren, sind für die Tierwelt alternder, anbrüchiger und abgestorbener Bäume von grundlegender Bedeutung. In Europa gibt es rund 1600 Arten holzbewohnender Pilze mit Fruchtkörpern größer als ein Stecknadelkopf (SCHLECHTE 1986). Die Fülle der Pilzarten erklärt sich durch die extrem variablen Eigenschaften der Holzsubstrate z.B. in Abhängigkeit von der Gehölzart, vom Volumen, vom Zersetzungsgrad, von der Art der Vorbesiedlung sowie von der mikro- und regionalklimatischen Exposition. Pilze sind in Mitteleuropa die einzige Organismengruppe, die die chemisch sehr komplexen Inhaltsstoffe des Holzes in für ökosystemare Prozesse (Stoffkreisläufe, Bodenbildung) relevanten Mengen ab- und umbauen kann!

Die an Alt- und Totholz gebundene Tierwelt ist von den Holzpilzen in zweifacher Hinsicht abhängig:

### Pilze als Nahrungsquelle:

Die nährstoffreichen Pilzfruchtkörper und die den Holzkörper durchziehenden Myzelien werden von diversen Tieren unmittelbar als Nahrungsquelle benötigt. So ist fast die Hälfte der bei uns heimischen Holzkäferarten auf die Leistungen der Pilze angewiesen. Die Pilzgeflechte zerlegen die Holzsubstanz nicht nur. Sie sind vielmehr biochemische Fabriken, die komplexe Verbindungen herstellen. Darunter sind lebenswichtige Grundstoffe der Biosynthese wie z.B. Vitamine der B-Gruppe und das Steroidgrundgerüst, die ein Großteil der Holzinsekten nicht selbst aufbauen kann.

Tabelle 2: Beispiele von Pilzarten, die für die Artendiversität holzbewohnender Insekten wichtig sind.

Pilzart	Steckbrief	Beispiele für Insektenarten
Kohlenbeeren, Ecken-scheibchen. <i>Hypoxylon multifforme</i> , <i>Diatrype stigma</i> , <i>Biscogniauxia nummularia</i> und andere Pyrenomyceten	Berindetes, frischeres Totholz der Laubgehölze wie z.B. Birke und Rotbuche.	Reitters Rindenkäfer <i>Synchita separanda</i> , Buchenrinden-Faulholzkäfer <i>Diplocoelus fagi</i> .

Pilzart	Steckbrief	Beispiele für Insektenarten
Brandkrustenpilz <i>Hypoxylon deustum</i>	Ansiedlung an geschwächten Bäumen und am Totholz weiter fruktifizierend. Nicht selten Erzeuger bodennaher Stammhöhlen.	Bunter Pilzkäfer <i>Cicones variegatus</i> , Kleiner Schwammkäfer <i>Mycetophagus atomarius</i> .
Angebrannter Rauchporling <i>Bjerkandera adusta</i>	Besonders Rotbuche. Physiologisch geschwächte Bäume und frischeres Totholz.	Rindenwanze <i>Aradus conspicuus</i> , Großzahn-Schwammfresser <i>Octotemnus mandibularis</i> .
Zunderschwamm <i>Fomes fomentarius</i>	Ansiedlung an physiologisch bzw. mechanisch geschwächten Bäumen und am Totholz weiter fruktifizierend. Laubgehölze wie z.B. Rotbuche, Birke, Schwarzpappelhybriden.	Kerbhalsiger Baumschwammkäfer <i>Bolitophagus reticulatus</i> , Kopfhorn-Schwarzkäfer <i>Neomida haemorrhoidalis</i> , Schwammfresser <i>Cis lineatocibratus</i> , Schwamm-Pochkäfer <i>Dorcatoma minor</i> , Großer Schwamm-Pochkäfer <i>Dorcatoma robusta</i> , Düsterkäfer <i>Melandrya dubia</i> .
Schwefelporling <i>Laetiporus sulphureus</i>	Ansiedlung an physiologisch bzw. mechanisch geschwächten / beschädigten Bäumen und am Totholz oft bis zur weitgehenden Zersetzung weiter fruktifizierend. Vorwiegend Laubgehölze wie z.B. Eichen, Baumweiden, im Saarland nur äußerst selten an Rotbuche, aber auch an Nadelholz (Fichte, Lärche)	Für die Urwaldreliktfauna außerordentlich wichtiger Schlüsselpilz: Kardinalroter Schnellkäfer <i>Ampedus cardinalis</i> , Gelbschuppiger Schnellkäfer <i>Lacon querceus</i> , Kurzschrüter <i>Aesalus scarabaeoides</i> , Düsterkäfer <i>Eustrophus dermestoides</i> usw.
Rotrandiger Baumschwamm <i>Fomitopsis pinicola</i>	Physiologisch geschwächte Bäume und Totholz der Laub- und Nadelgehölze.	Schwamm-Pochkäfer <i>Dorcatoma punctulata</i> , Kerbhalsiger Schimmelkäfer <i>Pteryngium crenatum</i> , Schwammfresser <i>Cis glabratus</i> .
Lackporlinge, <i>Ganoderma lipsiense</i> und Verwandte	Ansiedlung an physiologisch geschwächten Laubbäumen und am Totholz weiter fruktifizierend.	Kahnkäfer <i>Scaphisoma balcanicum</i> .
Erlen-Schillerporling <i>Inonotus radiatus</i>	Ansiedlung an physiologisch geschwächten Bäumen und am Totholz weiter fruktifizierend. Erle und einige weitere Laubgehölze.	Schwamm-Pochkäfer <i>Dorcatoma substriata</i> , Gebänderter Düsterkäfer <i>Abdera flexuosa</i> , Düsterkäfer <i>Abdera affinis</i> , Düsterkäfer <i>Orchesia luteipalpis</i> , Echte Motte <i>Nemapogon picarellus</i> .
Flacher Schillerporling <i>Inonotus cuticularis</i>	Bevorzugt lebende Rotbuchen. Im Saarland wichtiger Höhlenbildner	Düsterkäfer <i>Orchesia micans</i> , diverse andere im verpilzten Stammholz

Pilzart	Steckbrief	Beispiele für Insektenarten
Schiefer Schillerporling <i>Inonotus obliquus</i>	Ansiedlung an physiologisch geschwächten Bäumen (erkennbar an krebsartigen Auswüchsen / Strukturen) und erst am Totholz fruktifizierend. Laubgehölze wie Birken und Rotbuchen.	Urwaldreliktarten Zahnhalsiger Baumschwamm-Schwarzkäfer <i>Eledonoprius armatus</i> , Zehnfleckiger Schwammkäfer <i>Mycetophagus decempunctatus</i> .
Knotiger Schillerporling <i>Inonotus nodulosus</i>	Besonders Astwerk der Rotbuche, schon (Kronen-) Totholz am stehenden Baum besiedelnd und am Boden liegend weiter fruktifizierend.	Z.B. Gebänderter Düsterkäfer <i>Abdera flexuosa</i> , Düsterkäfer <i>Abdera affinis</i> , Düsterkäfer <i>Orchesia luteipalpis</i>
Laubholz-, Nadelholz-Harzporling <i>Ischnoderma resinosum</i> , <i>I. benzoinum</i>	Totholzbewohner an Laubgehölzen wie z.B. Rotbuche bzw. an Nadelholz.	Harzporlingskäfer <i>Derodontus macularis</i> , Pilz-Düsterkäfer <i>Mycetoma suturale</i> .
Schuppiger Porling <i>Polyporus squamosus</i>	Lebendbaumbesiedler und lange Saprophyt an dickem Totholz, oft Erzeuger von Großhöhlen.	Glanzkäfer <i>Epuraea silacea</i> , Pilzkäfer <i>Dacne rufifrons</i> , diverse weitere Holzpilzkäfer.
Gewöhnlicher Austerseitling <i>Pleurotus ostreatus</i>	Oft Lebendbaumbesiedler, am frischeren Totholz weiter fruktifizierend.	Faulholzkäfer <i>Triplax aenea</i> . Diverse weitere Holzpilzkäfer.
Sklerotienporling <i>Polyporus tuberaster</i>	Vorwiegend dem feuchten Erdboden aufliegendes Totholz. Dickere Äste und Kronenteile.	Faulholzkäfer <i>Triplax lepida</i> .
Lungen-Seitling <i>Pleurotus pulmonarius</i>	Liegendes, seltener stehendes Stamm- und starkes Astholz. Laubgehölze wie z.B. Rotbuche und Esche.	Rotbeiniger Faulholzkäfer <i>Triplax rufipes</i> , Vielfleckiger Schwammkäfer <i>Mycetophagus multipunctatus</i> . Diverse weitere Holzpilzkäfer.
Rillstieliger Austerseitling <i>Pleurotus cornucopiae</i>	Bevorzugt an Ulmen und Ulmen-Totholz, ferner andere Laubgehölze wie z.B. Rotbuche. Auch Erzeuger von Höhlen an lebenden Bäumen.	Faulholzkäfer <i>Triplax collaris</i> . Diverse weitere Holzpilzkäfer.
Violettporlinge <i>Trichaptum fusco-violaceum</i> , <i>T. abietinum</i>	Nadelbaum-Totholz. Meist liegende Stämme bzw. Windwurf- und Windbruchstrukturen.	Seidenhaariger Düsterkäfer <i>Zilora sericea</i> , Schwammfresser <i>Cis punctulatus</i> , Rindenwanze <i>Aradus brevicollis</i> .

Pilzart	Steckbrief	Beispiele für Insektenarten
Striegeliger Schichtpilz bzw. Schichtpilze, <i>Stereum hirsutum</i> , Runzeliger Schichtpilz <i>Stereum rugosum</i> und verwandte Arten	Laubbaum-Totholz wie Eiche und Rotbuche, weitere Arten an Nadelholz.	Zwerg-Schwammfresser <i>Orthocis pygmaeus</i> , Vaudouers Dusterkäfer <i>Phloiotrya vaudoueri</i> .
Trameten <i>Trametes gibbosa</i> , <i>T. hirsuta</i> , <i>T. versicolor</i> und verwandte Arten wie Birkenblättling <i>Lenzites betulina</i> , <i>Borstentrameten Coriolopsis</i> , usw.	Laubbaum-Totholz wie z.B. Rotbuche. Bevorzugen offenere, besonnene Exposition.	Diverse Schwammfresser wie <i>Cis boleti</i> , <i>Cis rugulosus</i> , <i>Cis fissicornis</i> , <i>Sulcaxis bicornis</i> , <i>Wagaicis wagai</i> , Dusterkäfer wie <i>Melandrya caraboides</i> . Diverse weitere Holzpilzkäfer bzw. Larven zahlreicher Arten im myzelhaltigen Holz.

Pilzart	Steckbrief	Beispiele für Insektenarten
Schleimpilze: Myxomycetes - verschiedene Arten	Stark abgebautes, feucht exponiertes Totholz.	Schwammkugelkäfer wie <i>Agathidium mandibulare</i> , <i>A. convexum</i> , <i>A. nigrinum</i> .

### Pilze als Gestalter von Lebensräumen.

Holzpilze sind für die Bildung diverser Mikro- und Makrolebensräume des Alt- und Totholzes unmittelbar und mittelbar verantwortlich. Schlüsselhabitate der Biodiversität wie z.B. Baumhöhlen, Mulmkörper, Mulmtaschen, Spalten- und Gangsysteme gehen zum größten Teil primär auf den pilzvermittelten Holzabbau zurück. Die Besiedlung lebender Bäume durch Pilze bewirkt eine ganze Kaskade von Folgeentwicklungen wie z.B. den Bruthöhlenbau der Spechte und die Ausprägung differenzierter Großhöhlen durch nagende Insekten.

Der Begriff Totholz umfasst ein sehr breites Spektrum von Speziallebensräumen. Zwei Hauptgruppen sind zu unterscheiden:

1. In lebende Bäume integrierte Totholzstrukturen.
2. Definitiv abgestorbene Bäume bzw. Totholzstrukturen im eigentlichen Sinne.

Die Unterschiede sind gravierend.

Totholz in lebenden Bäumen ist etwas ganz besonderes. Totholz in lebenden Bäumen wird durch Transpirations- und Assimilatströme konstant mit Nährsalzen, Feuchtigkeit und Photosyntheseprodukten versorgt. Zudem ist Totholz in lebenden Bäumen zwangsläufig mit der Anwesenheit von Pilzmyzelien verbunden, die den Stoffaustausch zwischen den Holzkompartimenten durch aktive Transportaktivität unterstützen bzw. teilweise bedingen.

In abgestorbenen Stämmen sind die von lebendem Baumgewebe abhängigen Stoffströme erloschen. Ohne die vom Transpirationsstrom unterhaltene Durchfeuchtung von innen heraus trocknen große Teile des Holzkörpers stark aus bzw. unterliegen einem ausgeprägten Wechsel von Trocknung und erneuter Durchfeuchtung durch Zutritt von Niederschlagswasser. Als Folge unterscheiden sich die Pilz- und

Insektenbesiedlung von Totholzkompartimenten lebender Bäume einerseits und die der stehend abgestorbenen Bäume andererseits erheblich.

Eine ganze Reihe von Pilzen ist für die erfolgreiche Etablierung im Holzkörper auf die stoffliche Versorgung durch lebendes Baumgewebe angewiesen. Diese Lebendbaumbesiedler unter den Pilzen benötigen zudem Schwachstellen im mechanisch-biochemischen Abwehrsystem der Bäume.

- Schürfrinnen, Schlagschäden und Anfahrtschäden mit flächigerem Verlust des Borkenmantels
- Blitzrinnen mit Freilegung des Splintholzes.
- Ausbrüche von Ästen, Teilkronen und Stämmlingen
- Große Astungswunden
- Zwiesel mit Rissbildung und Abrissflächen von Zwieseln(besonders kleinere Hochzwiesel)
- Totäste, Totaststümpfe und Totastlöcher
- Abgestorbene Stämmlinge und Teilkronen
- Lebende Äste und Stämmlinge mit ungünstiger Stammanbindung
- Bruthöhlenbau des Schwarzspechtes (bei lebenden Bäumen weitgehend auf die Rotbuche beschränkt) und des Grünspechtes
- Krebsbildungen und alte Maserknollen

Die Besiedlung vitaler Bäume durch spezialisierte Pilze führt mit hoher Wahrscheinlichkeit zur Bildung umfangreicher Hohlräume, den Großhöhlen. Großhöhlen sind für die walddtypische Biodiversität von entscheidender Bedeutung.

Tabelle 3: Beispiele höhlenbildender Holzpilzarten

Pilzart – Weißfäule	Steckbrief	Beispiele für Insektenarten
Laubholz-Schwammporling <i>Spongipellis spumeus</i>	Lebendbaumbesiedler an Laubgehölzen wie z.B. Bergahorn, Rotbuche.	Scheinbockkäfer <i>Ischnomera cinerascens</i> , Mulmpflanzenkäfer <i>Mycetochara axillaris</i> .
Apfelbaum-Weichporling <i>Aurantioporus fissilis</i>	Lebendbaumbesiedler an Laubgehölzen wie z.B. Apfelbäumen, Rotbuche.	Schwammkäfer <i>Mycetophagus populi</i> .
Riesen-Stachelporling <i>Climacodon septentrionalis</i>	An lebenden, alten Laubbäumen wie z.B. Rotbuche, Bergahorn, Rosskastanie.	Blauer Scheinbockkäfer <i>Ischnomera caerulea</i> .
Ulmen-Rasling <i>Hypsizygus (Lyophyllum) ulmarius</i>	Lebendbaumbesiedler besonders an Ulmen, aber auch Rotbuche.	Rothalsiger Scheinbockkäfer <i>Ischnomera sanguinicollis</i> , Beulenkopfböck <i>Rhamnusium bicolor</i> .
Zottiger Schillerporling <i>Inonotus hispidus</i>	Lebendbaumbesiedler: Apfelbäume, Platanen, Rotbuchen u.a.	Diverse Käfer, z.B. Düsterkäfer <i>Orchesia micans</i> .
Flacher Schillerporling <i>Inonotus cuticularis</i>	Lebendbaumbesiedler vorzugsweise an Rotbuche	Diverse Käfer, z.B. Düsterkäfer <i>Orchesia micans</i> .

Pilzart – Weißfäule	Steckbrief	Beispiele für Insektenarten
Eichen-Feuerschwamm <i>Phellinus robustus</i>	Lebendbaumbesiedler und Saprophyt vorzugsweise an Eichen.	Als Höhlenbildner z.B. für den Eremit <i>Osmoderma eremita</i> wichtig.
Goldfellschüppling <i>Pholiota aurivella</i>	Lebendbaumbesiedler an diversen Laubgehölzen, jedoch nur selten an Eichen. Einer der wichtigsten Großhöhlenbildner überhaupt mit einer sehr artenreichen Insektenfauna!	Rotflügeliger Halsbock <i>Corymbia erythroptera</i> , Holzrüsselkäfer <i>Phloeophagus thomsoni</i> und <i>Cossonus parallelepipedus</i> , Mattschwarzer Schnellkäfer <i>Megapenthes lugens</i> , Pilz-Pflanzenkäfer <i>Mycetochara axillaris</i> .
Pappelschüppling <i>Pholiota populnea</i>	Lebendbaumbesiedler und Saprophyt an Pappeln.	Schwammkäfer <i>Mycetophagus populi</i> , Beulenkopfböck <i>Rhamnusium bicolor</i> .
Rillstieliger Seitling <i>Pleurotus cornucopiae</i>	Regelmäßiger Lebendbaumbesiedler und Saprophyt besonders in Au- und Schluchtwäldern, oft an Ulmen.	Rothalsiger Faulholzkäfer <i>Triplax collaris</i> .
Behangener Seitling <i>Pleurotus dryinus</i>	Regional häufiger Lebendbaumbesiedler, seltener Saprophyt, z.B. an Eichen und Rotbuchen	Viele unspezifische Arten wie z.B. Scheinbockkäfer ( <i>Ischnomera</i> -Arten).
Gemeiner Austernseitling <i>Pleurotus ostreatus</i>	Lebendbaumbesiedler und Saprophyt an diversen Laubgehölzen.	Blauflügeliger Faulholzkäfer <i>Triplax aenea</i> , Keulhorn-Düsterkäfer <i>Tetratoma fungorum</i> .
Schuppenporling <i>Polyporus squamosus</i>	Lebendbaumbesiedler und Saprophyt an diversen Laubgehölzen, jedoch nur selten an Eichen.	Rotstirniger Faulholzkäfer <i>Dacne rufifrons</i> .
Dickstacheliger Schwammporling <i>Spongipellis pachyodon</i>	Lebendbaumbesiedler und Saprophyt an Laubgehölzen wie Rotbuche, Eichen, Ahorn.	Beulenkopfböck <i>Rhamnusium bicolor</i> .
Schwefelporling <i>Laetiporus sulphureus</i>	Lebendbaumbesiedler und Saprophyt: Einer der wichtigsten Großhöhlenbildner. Sehr reiche Begleitfauna mit hohem Anteil spezifischer Arten. Laubgehölze wie Eichen, Weiden, Rotbuchen, Robinien und auch Nadelgehölze.	Gelbschuppiger Schnellkäfer <i>Lacon querceus</i> , Kardinalroter Schnellkäfer <i>Ampedus cardinalis</i> , Kurzschrüter <i>Aesalus scarabaeoides</i> .
Leberpilz <i>Fistulina hepatica</i>	Lebendbaumbesiedler und Saprophyt an <i>Quercus</i> und <i>Castanea</i> .	Unter anderem Schwammkäfer <i>Triphyllus bicolor</i> .

Pilzart – Weißfäule	Steckbrief	Beispiele für Insektenarten
Brandkrustenpilz <i>Hypoxylon deustum</i>	Lebendbaumbesiedler und Saprophyt. Regelmäßig an der Bildung bodennaher Stammhöhlen beteiligt.	Rindenkäfer <i>Cicones variegatus</i> , Baumschwamm-käfer <i>Mycetophagus atomarius</i> .

Tabelle 4: Die wichtigsten Biotopholzstrukturen / Mikrohabitate

Strukturen in und an lebenden Bäumen	Steckbrief
Buntspechthöhlen	Überwiegend in dickerem, stehendem Totholz. Bzw. in abgestorbenen Stämmlingen und dicken Totästen lebender Bäume. Ferner in verpilzten Bereichen lebender Bäume (z.B. Zwieselabriss-Flächen, ältere Schlagschäden, ältere Totastansätze). Buntspechthöhlen in Trockenholz sind für Holzinsekten wenig nutzbar; Solche in feuchterem, stärker verpilztem Holz beherbergen je nach individueller Situation mehr oder weniger viele Arthropodenarten.
Schwarz- und Grünspechthöhlen	Frisch angelegte Schwarz- und Grünspechthöhlen sind anfangs nur durch eine begrenzte Zahl von Holzinsekten nutzbar. Sie sind jedoch wichtige Ausgangspunkte für die Entwicklung von Großhöhlen mit Mulmkörpern bzw. Ansammlungen von Nistmaterial. Im Laufe der Zeit wachsende Artenvielfalt durch Entwicklungsprozesse, die von Holzpilzen, nagenden Insektenarten und Nachnutzern getragen werden (⇒ Großhöhlen). Zum Teil erzeugen Grün- und Schwarzspecht Höhlenetagen (Gründe sind z.B. die Anlage von Brut- und Schlafhöhlen, Anpassungen an das durch Holzersetzung absinkende Niveau des Höhlenbodens).
Großhöhlen	Durch Alterungsprozesse strukturreich gegliederte Hohlräume mit oft enormer Artendiversität. Die Hauptkomponenten des typischen, viele Liter bis Kubikmeter umfassenden Habitatsystems sind verpilzte Innenwände mit Gradienten der Holzersetzung und des Feuchtegehaltes, Gangsysteme nagender Holzinsekten bzw. Holzameisen sowie umfangreiche, kleinklimatisch differenzierte Mulmkörper. Wegen des kontinuierlichen Nährstoff-, Feuchte- und Substratnachschiebs durch intakte Assimilat- und Transpirationsströme bzw. Wachstumsprozesse sind Höhlen in lebenden Bäumen erheblich artenreicher und dauerhafter, als solche des stehenden Totholzes.
Kronenbruch – Ersatzkronenbäume; Bildung von Sekundärkronen.	Nach Kronenbruch oder nach Kappung Aufrechterhaltung der Stoffströme durch die Bildung regelrechter Ersatzkronen. Großhöhlenbildung ist häufig; Bestehende Höhlen bzw. Mulmkörper werden durch Neubildung von verpilztem Holz, Holzmulm und Eintrag

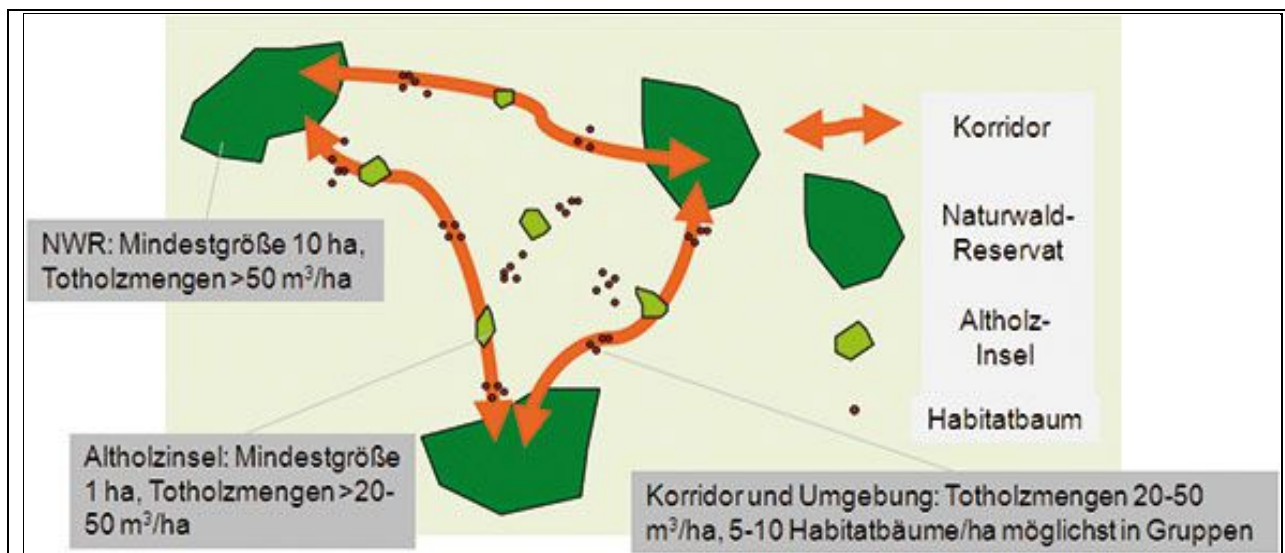


	von Nistmaterial unterhalten.
Strukturen in und an lebenden Bäumen	Steckbrief
Blitzrinnen	Durch Blitzschlag verursachter, oft die gesamte Stammlänge durchlaufender, rinnenförmiger reichender Verlust der Borke. Nicht selten reicht eine Furche tiefer in den Splintholzbereich. Mit dem Fortschritt der Verpilzung bilden sich aus Blitzrinnen oft komplexe Mikrohabitatsysteme mit Kleinhöhlen, Mulmtaschen, Gangsystemen nagender Holzinsekten und umfangreich verpilztem Splint- und Kernholz. Schließlich können Großhöhlen mit Mulmkörpern entstehen und als Endstadium kaminartig ausgehöhlte Stämme.
Schürfstreifen, Schürfrinnen, Schlagschäden, Anfahrtschäden	Mehr oder weniger großflächige, meist langgestreckte, oft in den Splint reichende Borkenverletzungen, die z.B. durch umstürzende Nachbarbäume, herabbrechende Starkäste, Holzerntemaßnahmen und Anfahrtschäden entstehen. Initialen der Großhöhlenbildung.
Zwieselabrisse	Großflächige Freilegung von Splint-, Reif- bzw. Kernholz durch Abriss eines Teilstammes in der Regel bei ungünstigem Verzweigungstyp (Druckzwiesel). Besonders bei Hochzwieselabrissen Initialen der Großhöhlenbildung.
Starkastaurisse und Ausbruch von Teilkronen	Der Ausriss von Starkästen und der Ausbruch von Teilkronen bewirken eine oft großflächige Freilegung von Splint-, Reif- und Kernholz. Initialen der Großhöhlenbildung.
Totastlöcher bzw. Totaststümpfe	Abgestorbene Äste hinterlassen im Baum oft nicht überwallbare bzw. auf Dauer gegen Pilzbesiedlung nicht abschottbare Schwachstellen wie Aststümpfe oder Astlöcher als Initialen der (Groß-) Höhlenbildung. Besonders Grün- und Grauspechte nutzen einpilzende Astreste als Ausgangspunkte für den Bruthöhlenbau in lebenden Bäumen.
Pilzfruchtkörper und verpilzte Areale in lebenden Stämmen bzw. Stämmlingen	Ein großer Teil der Holzinsekten ernährt sich unmittelbar von Pilzen und ihren Myzelien. Holzpilze sind darüber hinaus als Gestalter von Schlüssellebensräumen von zentraler Bedeutung für die Artenvielfalt. Eine Reihe von Arten ist in der Lage, in lebenden Bäumen eine über Jahrzehnte andauernde Entwicklung von Großhöhlen einzuleiten. Daher sind Bäume mit offensichtlichem Pilzbesatz immer von hoher Bedeutung für den Artenschutz.
Verpilzte Areale, Höhlen und Mulmtaschen in lebenden Kronenästen	Abseits vom Hauptstamm können sich im Starkastbereich der Kronen eine Fülle von Schlüssellebensräumen entwickeln.
Austrocknende und abgestorbene Kronenteile	Austrocknende bzw. abgestorbene Äste und Stammteile im Kronenbereich sind Schlüsselhabitate besonders wärmeabhängiger und trockenheitsliebender Arten.

Strukturen in und an lebenden Bäumen	Steckbrief
Risse und Spalten	Risse und Spalten entstehen im lebenden Baum zum Beispiel durch Frosteinwirkung sowie durch starke Torsions- und Schubkräfte. Sie entwickeln sich oft zu mit Mulm und Nistmaterial angereicherten Hohlstrukturen weiter, die in ihren Habitateigenschaften den Großhöhlen ähneln.
Krebsbildungen, Maserknollen	Krebsartige Strukturen an lebenden Bäumen sind Hinweise auf das Vorkommen von Schlüsselpilzen der Insektenbesiedlung. Beispiele sind Schillerporlinge der Gattung <i>Inonotus</i> und Arten der Gattung <i>Nectria</i> . Maserknollen sind auf Dauer Schwachpunkte mit häufig eintretender Pilzbesiedlung.
Saft- und Schleimflussbäume	Lebende Bäume mit ergiebiger Exsudatbildung, die aus dem Splint und/oder aus dem Phloem gespeist sein kann. Abwehrreaktionen gegen eindringende Pathogene z.B. nach Verletzungen wie z.B. Frostrissen, Belastungsrissen und nagende Insekten wie den Raupen des Wurzelbohrers <i>Cossus cossus</i> . Die biochemische Charakteristik des Exsudats ist in Abhängigkeit von der Gehölzart und der Genese verschieden. Besonders reich an spezialisierten Tierarten und Nahrungsgästen sind die von Wildhefen vergorenen, assimilatreichen Saftflüsse aus dem Phloem der heimischen Eichen.
Lebende Bäume mit Wuchsdepression bzw. Bäume am Beginn der Absterbephase	Bäume mit aus verschiedenen Gründen gehemmtem Dickenwachstum sowie Bäume am Beginn der Absterbephase entwickeln regelmäßig für die Ansiedlung von Moosen und Flechten sehr geeignete Rinden- bzw. Borkenstrukturen.

Totholz	Steckbrief
Ganze Bäume; Liegende, unzersägte Kronen bzw. umfangreichere Kronenteile	<p>Unzersägte (!), aufragende bzw. vom Boden abgehobene Astbereiche der Baumkronen mit vertikalen Gradienten des Kleinklimas. Sie bilden mit den Stammteilen bzw. Starkästen mikroklimatische Einheiten bzw. fließende Übergänge; Der Wasserhaushalt des Astwerks wird durch das angrenzende Stammholz wesentlich beeinflusst. Ferner sorgen die Stammteile bzw. Starkäste dafür, dass ein größerer Teil des Astwerkes vom Erdboden aufragt und dem unmittelbaren Einfluss der Bodenfeuchte entzogen bleibt.</p> <p>Die kleinen Einheiten zersägter Kronen sind dem nivellierenden Einfluss der Bodenfeuchte andauernd ausgesetzt. Daher ist ihr potenzielles Artenspektrum im Vergleich zur zusammenhängenden, intakten Krone deutlich eingeschränkt.</p>

Totholz	Steckbrief
Liegende, unzersägte Stämme, große Stammstücke bzw. Stammteile und Starkäste von Kronen	Das zusammenhängende Volumen unzersägter Stämme, großer Stammteile und Starkäste bewirkt in Bezug auf das Ansiedlungspotential holzbewohnender Pilze und Insekten mikroklimatisch günstige Eigenschaften. Das häufig zu beobachtende Zerkleinern in Stammrollen und Astsegmente führt zu starken Schwankungen von Feuchtigkeitsgehalt und Temperatur, die die Eignung als Lebensraum anspruchsvoller Holzbewohner stark vermindern.
Stehendes, dickes Totholz	In Abhängigkeit von der Art der Pilzbesiedlung, der Ausgangs-situation, des Zersetzungsgrades sowie der mikroklimatischen Exposition ergibt sich eine breite Palette verschiedener Lebens-raumangebote.
Stehendes und liegendes Schwachholz, Stangenholz, mittleres Baumholz	Auch Totholz schwächerer Dimensionen wird von einer Fülle zum Teil besonders geschützter Holzbewohner unter den Arthropoden und Pilzen als Lebensraum benötigt. Daher sollte ein repräsen-tativer Teil der kontinuierlich anfallenden Hölzer als Habitat-strukturen vor Ort belassen werden.



Gestaffeltes Netzwerk von Waldrefugien, Altholzinseln und Korridoren.  
 Graphik nach Lachat und Bütler (2007), Totholzmengen nach Müller und Bütler (2010)

## Schwellenwerte für Biotopholz

Zwischen den verschiedenen Interessengruppen wird heftig diskutiert, wie viel Biotopholz (Mengen, Qualitäten) für die Aufrechterhaltung verschiedener Waldfunktionen mindestens erforderlich ist. Für die Sicherung der walddtypischen Biodiversität ergeben sich aus diversen wissenschaftlichen Studien im Vergleich zu durchschnittlichen Wirtschaftswäldern und Forsten hohe bis sehr hohe Biotopholzwerte. Diese Werte gehen auf eine Reihe von Ursachen zurück:

- Die hohe Zahl der auf die spezielle Biochemie der verschiedenen Gehölzarten spezialisierten Arten.
- Die hohe Zahl der auf verschiedene Holzpilzarten spezialisierten Insekten.
- Die hohe Zahl der auf Vielzahl der biochemischen und strukturellen Eigenschaften bzw. auf bestimmte Zersetzungsstufen des Holzes spezialisierten Arten.
- Die hohe Zahl der auf bestimmte mikroklimatische Eigenschaften der verschiedenen Biotopholztypen spezialisierten Arten (Einzelstrukturen, kleinere Flächen).
- Die hohe Zahl der auf bestimmte klimatische Eigenschaften der verschiedenen Biotopholz-Lebensräume spezialisierten Arten (Waldgesellschaften, großflächigere Typen wie Flächenwindwürfe).
- Die hohe Zahl der auf verschiedene Volumina / Durchmesser der verschiedenen Totholztypen spezialisierten Arten.
- Die hohe Zahl der komplexen Wechselwirkungen und Beziehungsgefüge der diversen Lebensgemeinschaften des Biotopholzes (wie z.B. die Mitbewohner von Tierkolonien wie Holzameisen, von Tiernestern wie z.B. der höhlenbrütenden Vögel).
- Die hohe Zahl der auf die unterschiedlichen, individuellen Nährstoffangebote des jeweiligen Biotopholztyps angewiesenen Arten.

Tabelle 1: Totholz-Schwellenwerte nach Waldtypen und Artengruppen

Waldtyp	Land	taxonomische Gruppe	Schwellenwert	Referenz
Gebirgswald	Deutschland	Flechten	127 m <sup>3</sup> /ha*	Moning, 2009
Gebirgswald	Deutschland	Moose	17 m <sup>3</sup> /ha* (Nadelholz)	Moning, 2009
Buchenwald	Europa	Bodenfauna (Streuabbau)	>20m <sup>3</sup> /ha (liegendes Totholz) (=30m <sup>3</sup> /ha Gesamtvolumen)	Kappes et al., 2009
Buchenwald	Deutschland	xylobionte Arten aus der Roten Liste	29 m <sup>3</sup> /ha	Müller and Bussler, 2008
Buchenwald	Deutschland	Rindenpilze	61 m <sup>3</sup> /ha	Müller et al., 2007
Gebirgswald	Deutschland	Moose	17 m <sup>3</sup> /ha* (Nadelholz)	Moning, 2009
Laubmischwälder	Europa	Urwaldreliktarten	100-150 m <sup>3</sup> /ha	Diverse
Buchenwald	Deutschland	xylobionte Arten aus der Roten Liste	29 m <sup>3</sup> /ha	Müller and Bussler, 2008
Buchenwald	Deutschland	Rindenpilze	61 m <sup>3</sup> /ha	Müller et al., 2007
Weißrückenspecht	CH, AU	Weißrückenspecht	Ab 50 m <sup>3</sup> /ha	Mehrere Studien

In Buchen-Naturwäldern kann stehendes und liegendes Totholz mit mehr als 240 Festmetern pro Hektar um die 25% des gesamten, bis über 1.000 Festmeter umfassenden Holzvorrates ausmachen. Im genannten Totholzanteil sind lebende Bäume mit Alterungsmerkmalen wie Höhlen, Bruchstellen, Blitzrinnen und verpilzten Schürfstreifen noch nicht einmal enthalten.

In Bezug auf die Ausstattung mit Biotopholz ist der heutige Erhaltungszustand der meisten Waldflächen Deutschlands unbedingt verbesserungsbedürftig. Dies gilt für FFH- und Naturschutzgebiete ebenso wie für den normalen Wirtschaftswald.

Um den Ansprüchen der oft sehr speziell eingemischten, xylobionten, xylomycetobionten und xylodetriticolen Waldbewohner gerecht zu werden, muss durch gezielten Nutzungsverzicht möglichst die gesamte Bandbreite der naturwaldtypischen Alt- und Totholzstrukturen entwickelt und in möglichst hoher Dichte bereitgestellt werden.

Der Begriff "Schwellenwert" wird in der Arbeit von MONING (2009) so definiert: "Der Schwellenwert fällt auf den Bereich, in dem sich innerhalb des Datensatzes der stärkste Wechsel des Vorkommens entlang eines Umweltgradienten vollzieht." Sie stellen die Mindestmenge an Totholz dar, ab der die Häufigkeit und Vielfalt waldtypischer Arten- oder Artengruppen signifikant zunimmt. Dabei gibt es einen ersten Schwellenwert im Korridor zwischen 30 und 70 m<sup>3</sup> Totholz pro Hektar. Bei noch anspruchsvolleren Arten – zumeist ausgeprägte Totholzspezialisten – beginnt ein weiterer Schwellenwert ab 90 m<sup>3</sup>/ha (Die Kluppungsgrenze für die Herleitung der Totholzschwellenwerte nach MÜLLER und BÜTLER 2012 liegt bei 12 cm).

Für eine annähernd erfolgreiche Sicherung der waldtypischen Biodiversität mit einem stabilen Bestand an Urwaldreliktarten wurde aus mehreren Studien die folgende Faustregel abgeleitet:

Ab 10 lebenden, dicken Biotopbäumen (also Bäumen mit z.B. Höhlen, Mulmkörpern, verpilzten Stammarealen sowie Kronen- und Astabbrüchen) und ab 40 Festmetern dickem stehendem und liegendem Totholz (mindestens 25 cm Durchmesser am dickeren Ende) pro Hektar kann sich ein Teil der Urwaldreliktarten bzw. ein größerer Teil der häufigeren Arten (Insekten, Pilze) dauerhaft halten.

Auswahl Quellen:

[http://www.wsl.ch/totholz/totholzmengen/totholzmengen\\_DE](http://www.wsl.ch/totholz/totholzmengen/totholzmengen_DE)

<https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-22795.pdf>

[http://www.waldwissen.net/wald/naturschutz/monitoring/wsl\\_schwellenwerte\\_bergmischwald/index\\_DE](http://www.waldwissen.net/wald/naturschutz/monitoring/wsl_schwellenwerte_bergmischwald/index_DE)

### Was macht Buchenwälder naturnah ?

Die Analysen der modernen Waldforschung und EDV-Wuchssimulationen ergaben eine Reihe von Schlüsselprozessen, Schlüsselstrukturen und Schwellenwerten für naturnahe Buchenwälder:

- Kleinflächiger Wechsel der vertikalen und horizontalen Bestandesstruktur mit einer dauerhaften Altbaumüberschirmung (Patchiness, Mosaik der Waldentwicklungsphasen). Empfehlung für Wirtschaftswald: Altbaumüberschirmung von mindestens 25 bis 50% pro Hektar halten.

*Als Faustregel gilt, dass es in Buchenwäldern, die über 100 Jahre einer eigenständigen Entwicklung überlassen sind, keine homogenen Bestandesstrukturen mehr gibt. Buchen-Hallenwälder sind Artefakte bzw. die Folge bestimmter forstlicher Nutzungsstrategien.*

### Waldentwicklungsphasen:

Kleine und große Lücken, Verjüngungsphase, Initialphase, frühe Optimalphase, mittlere Optimalphase, späte Optimalphase, Terminalphase, Zerfallsphase,

- Kleine und große Lücken sind wegen Lichteinfall und Wärmetönung für diverse Tier-, Pflanzen- und Pilzarten wichtig.

Ursachen der Entstehung von Lücken bzw. Lichtungen:

- Kleinflächiger Windwurf, Zusammenbruch bzw. Absterben von Einzelbäumen und Baumgruppen, kleine Schneisen mit mehr oder weniger umfangreichen Schlagschäden an Nachbarbäumen durch umstürzende Bäume (besonders in Steillagen), forstwirtschaftliche Nutzung.
- Großflächigere Lücken bzw. Lichtungen entstehen überwiegend durch Sturmereignisse.

### Weitere Empfehlungen und Hinweise für die Entwicklung naturnaher, multifunktionaler Wirtschaftswälder:

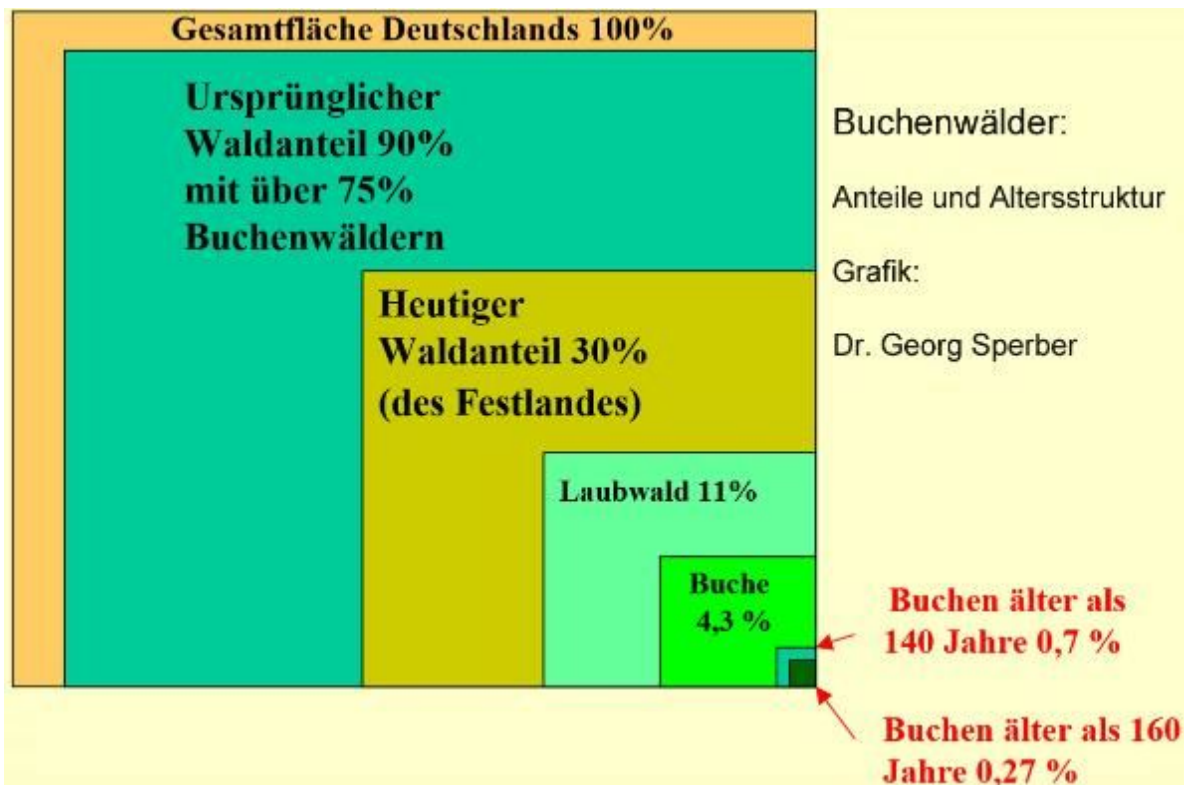
- Die Naturverjüngung hat Vorrang, nur in Ausnahmefällen erfolgt Pflanzung.
- Die sich aus der Naturverjüngung ergebende Stammverteilung bzw. sich ergebenden Baumgruppen werden möglichst wenig durch Auslesedurchforstung und Standraumregulierung verändert.  
Aus der möglichst ungestörten Konkurrenz- und Wuchsdynamik der Verjüngung entstehende, vertikale und horizontale Schichtungen und Mosaik (Patchiness) werden so wenig wie möglich durch Durchforstungseingriffe beeinflusst.  
Vorhandene Qualitäten wie Baumgruppen, Altbestände, Konzentrationen von Biotopbäumen und Anwärttern werden erhalten oder höchstens so milde genutzt, dass ihre Eigenart und ihre prägende Struktur erhalten bleibt (z.B. zurückhaltender Aushieb sogenannter Vorwüchse, Protzen).  
Eingriffe in die spontane Strukturdifferenzierung wie z.B. „Dimensionierung“ und Entnahme sogenannter Bedränger werden unterlassen oder zumindest so zurückhaltend praktiziert, dass naturnahe Differenzierungsprozesse das Grundmuster der Strukturentwicklung bestimmen.
- Die Entnahme von Stämmen mit aus technischer Sicht geringwertigen Formen bzw. Eigenschaften erfolgt möglichst zurückhaltend (z.B. Zwiesel, Steilstämmlinge, Steinbuchen, Drehwuchs, Wimmerwuchs, astige Stämme, Stämme mit Krebsbildungen, spannrückige Stämme, Stämme mit Wasserreiserknoten, krumme Stämme). Also kein „konsequenter Hieb auf den schlechten Stamm“, keine „Entrümpelungshiebe“.
- Bäume mit Höhlen in den Hauptstämmen und in dicken Stämmlingen verbleiben möglichst im Wald (Ausnahmeregelungen z.B. bei Buntspechthöhlen in Kronenästen).
- Eindeutige Biotopbäume verbleiben möglichst im Wald; Sie werden markiert, eingemessen und in Datenbanken dokumentiert (z.B. Ersatzkronenbäume, Höhlenbäume, lebende Stämme mit verpilzten Arealen, mit Pilzfruchtkörpern, mit größeren Schlagschäden, mit Blitzrinnen, mit größeren Rissen, Schleim- und Saftflussbäume, Bäume mit Krebsbildungen, mit abgestorbenen Teilkronen und Stämmlingen, mit dicken Totästen, mit über den Stamm verteilten Totästen).
- Gute Biotop- bzw. Höhlenbaumanwarter werden als Nachrücker / Reserve für natürliche Abgänge gezielt angesprochen, markiert, eingemessen und in Datenbanken dokumentiert.  
Die zu berücksichtigenden Initialstrukturen sind z.B. frische Schlagschäden, Blitzrinnen, Risse, Totäste (siehe unten).
- Spontan entstehende Biotopbäume verbleiben möglichst im Wald (z.B. Einzelwürfe, Windbruch vom dicken Kronenteil bis zum Splitterstamm, Blitzschlagstämme, neue Brutbäume des Schwarzspechts).

- Totholz verbleibt im Wald bzw. Totholz wird in naturwaldähnlicher Menge und Bandbreite belassen. Dies muss ausdrücklich auch für abgestorbene Fichten mit schon abfallender bzw. abgefallener Borke gelten.

In einem Revier oder an einem Waldort ist darauf zu achten, dass möglichst die gesamte Bandbreite der Holzzerstufungen und der Varianten der Pilzbesiedlung gewährleistet wird.

Das heißt, dass in Anpassung an die permanenten, pilzvermittelten Abbauvorgänge ein Fließgleichgewicht von frischen Totholzstrukturen zu stark zersetztem Material aufrechterhalten werden muss.

- Regelmäßige Beteiligung der natürlichen Mischbaumarten Eiche, Wildkirsche, Schwarzerle, Hainbuche, Esche, Aspe, Birke, etc. als reife Altbäume und nicht nur als „Füll- und Treibholz“.
- Windwurfflächen werden zur Förderung /Gewährleistung von besonntem, bodennah exponiertem Totholz höchstens teilweise beräumt, ein repräsentativer Anteil der geworfenen Bäume bzw. Stämme und des Kronenholzes verbleiben vor Ort.  
Kleinflächige Windwürfe sollten möglichst ganz belassen werden.  
Eine ganze Reihe wertgebender Arten ist auf das Mikroklima liegend besonnener Hölzer angewiesen.
- Windwurfflächen verjüngen sich spontan, Ergänzungspflanzungen erfolgen nur ausnahmsweise. Fallweise wäre die Ergänzungsaat bestimmter Gehölzarten eine Option.
- Naturnahe Vorräte:  
Die aktuelle forstlich-ökologische Forschung hat belegt, dass in durchschnittlichen Laubholz-Mischbeständen bzw. durchschnittlichen Laubholzstandorten des Saarlandes Hektarvorräte an lebendem Holz von 500 bis 600 Festmetern ohne weiteres umsetzbar sind.  
Man liegt damit immer noch in einem Vorratsbereich mit hoher Zuwachsdynamik und damit in einem Bereich mit im Vergleich zu niedrigeren Vorräten höherem Wertschöpfungspotenzial. Gleichzeitig gewährleisten die zum Ist-Zustand deutlich höheren Vorräte eine viel günstigere Kohlenstoff-Senkenfunktion und eine erheblich günstigere Ausgangslage für die Gewährleistung der ökologischen bzw. der Gemeinwohlfunktionen des Wirtschaftswaldes.  
Aus dem mit saarländischen Verhältnissen vergleichbaren Waldschutzgebiet Grumsin (Brandenburg/Uckermark) lässt sich das Vorratspotenzial für die saarländischen Wälder zwanglos ableiten:  
Der durchschnittliche lebende Vorrat lag 2011 schon bei 684 m<sup>3</sup>/ha, der Gesamtvorrat bei über 720 m<sup>3</sup>/ha!  
Der Wald Grumsin wurde als erntereifer Buchenbestand erst nach 1990 im Zuge der Gründung des Biosphärenreservates Schorfheide-Chorin aus der Nutzung genommen.
- Rotbuchen beginnen erst ab einem Alter von 140 bis 180 Jahren im Sinne waldökologischer Prozesse „alt“ zu werden; Starke Durchmesser jüngerer Bestände sind hierfür kein Ersatz. Bei Eichen liegt diese Altersschwelle wesentlich höher, etwa bei 300 Jahren. Wie die folgende Grafik verdeutlicht, besteht in Bezug auf eine naturnahe Altersstruktur in Wirtschaftswäldern ein besonders hoher Korrektur- und Nachholbedarf:



- Für die dauerhafte Etablierung einer repräsentativen Zahl wertgebender Arten bzw. Urwaldreliktarten sind etwa 10 lebende Biotopbäume pro Hektar z.B. mit Mulmhöhlen, Spechthöhlen, Kronenbruch, verpilzten Stammbereichen und Blitzrinnen notwendig. Auch Bäume mit schwächeren Durchmessern (ab 25 cm BHD) können z.B. durch speziellen Pilzbesatz oder Höhlenbildung nennenswerte Beiträge zur Biodiversitätssicherung leisten.
- Schwächere, im Wuchs gehemmte, unterständige Bäume können wichtige Lebensraumstrukturen bieten, z.B. Bruthöhlen für seltene Vögel wie den Halsbandschnäpper, Borkenstrukturen für seltene Flechtenarten.
- Dickes Totholz:  
Erst ab Vorräten von etwa 40 Festmetern pro Hektar Totholz (stehend und liegend) treten ökologisch anspruchsvolle Arten bzw. Urwaldreliktarten stetig auf. Überwiegend starkes Totholz (> 25 cm Durchmesser) erhöht die Zahl der Naturnähezeiger in Buchenbeständen.
- Fichtentotholz bzw. Totholz von Nadelbäumen (ausdrücklich auch von Neophyten wie z.B. der Douglasie und der Weymuthskiefer) allgemein hat spezielle biochemische und strukturelle Eigenschaften und leistet daher einen eigenen Beitrag zum Artenspektrum holzbewohnender Pilze und Insekten sowie für die Moosflora.

Ein Fallbeispiel:

Im Krokenwald bei Steinbach/Ottweiler wurde 2017 eine größere Zahl Borkenkäferfichten gefällt und gerückt (in der Brutzeit!). Hierbei wurden auch solche Fichten entnommen, deren Borke schon zu einem großen Teil abgefallen war bzw. wo die Borkenkäfer schon weitgehend ausgeflogen waren. Beim Ablösen noch vorhandener, stark mit Bohrmehl angereicherter Borke ergab sich als Neufund für das Saarland der Stutzkäfer *Platysoma elongatum*. Die bis 4 mm langen Käfer und ihre Larven leben räuberisch in den Gängen verschiedener Borkenkäfer an Nadelbäumen wie Fichten und Kiefern. Der Nachweis belegt die hohe Bedeutung absterbender und abgestorbener Nadelbäume für die Biodiversität. Die Fichte ist seit über 200 Jahren bei uns als „Brotbaum“ der Forstwirtschaft etabliert. Weil die Fichte in vielen Mittelgebirgen Deutschlands heimisch war und



ist, beherbergt ihr Totholz auch im Saarland eine Fülle von Insektenarten, darunter besonders geschützte Arten.

- Holzpilze sind Schlüsselfaktoren für viele Folgenutzer. Fast die Hälfte der rund 1.500 Holzkäferarten Deutschlands ist von Pilzfruchtkörpern und Pilzmyzelien unmittelbar abhängig. In Europa gibt es über 1.000 Arten mit Fruchtkörpern größer als ein Stecknadelkopf. Allein am Zunderschwamm leben über 20 Käferarten.
- Holzpilze sind die Grundvoraussetzung für die Entstehung von Großhöhlen in lebenden Bäumen. Eine ganze Reihe von Pilzen ist für die erfolgreiche Etablierung im Holzkörper auf die stoffliche Versorgung durch lebendes Baumgewebe angewiesen. Diese Lebendbaumbesiedler unter den Pilzen benötigen zudem Schwachstellen im mechanisch-biochemischen Abwehrsystem der Bäume. Solche als Pilzeintrittsporten geeignete Schwachstellen und Initialen der Großhöhlenbildung sind:
  - Schürfrinnen, Schlagschäden und Anfahrtschäden mit flächigem Verlust des Borkenmantels
  - Stämme mit größeren Rissen
  - Blitzrinnen mit Freilegung des Splintholzes
  - Ausbrüche von Ästen, Teilkronen und Stämmlingen
  - Große Astungswunden
  - Zwiesel mit Rissbildung und Abrissflächen von Zwieseln
  - Totäste, Totaststümpfe und Totastlöcher (oft Ausgangspunkte für den Bruthöhlenbau von Grün- und Grauspecht)
  - Abgestorbene Stämmlinge und Teilkronen
  - Lebende Äste und Stämmlinge mit ungünstiger Stammanbindung
  - Bruthöhlenbau des Schwarzspechtes.
  - Krebsbildungen und alte Maserknollen
  - Große bzw. auffällige Überwallungsstrukturen und Narben, die auf alte Initialen der Verpilzung hinweisen (schon benannte wie Blitzrinnen, Risse, Schlagschäden).
- Mulmhöhlen in lebenden Bäumen sind als komplexer Lebensraum von höchster Bedeutung für diverse Urwaldreliktarten. Beispiele sind der Veilchenblaue Wurzelhalsschnellkäfer als Spezialist für große Mulmhöhlen mit Bodenkontakt im Fuß alter Laubbäume sowie der Eremit, der überwiegend höher im Stamm gelegene Höhlen bewohnt.
- Bäume mit besonnten Totholzstrukturen in höher gelegenen Stammbereichen bzw. im Kronenraum spielen im eher kühl-feuchten Buchenwald für wärmeabhängige Arten eine entscheidende Rolle.
- Absterbende Laubbäume sind gerade in der sich oft über Jahre hinziehenden Endphase besonders arten- und individuenreich; Sie lassen größere Populationen seltener Holzinsekten zu und sind wichtige Nahrungsquellen insektivorer Arten.
- Waldaußen- und Innensäume (z.B. an Waldgewässern, Forststraßen) weisen regelmäßig überdurchschnittlich alte Bäume auf. Diese sind oft tief und stark beastet; Daher bieten sie überdurchschnittlich zahlreiche Initialen für die Bildung von Großhöhlen (die unter anderem von Totästen, Aststümpfen, Astabbruchstellen, Blitzrinnen und Teilkronenbrüchen ausgeht).  
Waldsäume weisen oft eine günstige Besonnung auf als Voraussetzung für die Ansiedlung wärmeabhängiger Holzbewohner. Als lineare Verbindungselemente sind sie in der Kulturlandschaft besonders geeignet, ausbreitungsschwachen Reliktarten die Wiederetablierung in solche Bestände zu ermöglichen, aus denen sie durch historische Nutzungen verdrängt worden sind. Daher ist Stilllegung alter Waldränder bzw. Säume als Artenschutzmaßnahme besonders effizient.
- Brenn- und Industrieholz wird nur zurückhaltend entnommen. Bei der Holzernte anfallende Baumkronen verbleiben in repräsentativen Anteilen unzersägt im Wald.

- Der Schalenwildbestand lässt eine repräsentative Verjüngung der standortheimischen Gehölzarten zu. Oder anders ausgedrückt: Die Schalenwildichten sind so angepasst, dass sich alle standortheimischen Gehölzarten verjüngen und keine Entmischung der Naturverjüngung erfolgt.

## Illustrierte Beschreibung wichtiger Habitatstrukturen des Alt- und Totholzes:

### Ersatzkronenbäume



In alten, naturnahen Wäldern trifft man regelmäßig auf Baumruinen, die trotz Stammbruch und großer Totholzbereiche über Jahrzehnte hinaus zum Teil umfangreiche Ersatzkronen ausbilden. Tief am Stamm sitzende Äste und nachrangige Stämmlinge können nach dem Verlust der Hauptkrone die Assimilationsfunktion übernehmen bzw. neu ausbauen. In Wirtschaftswäldern fehlen solche Ersatzkronenbäume oder sind sehr selten.

Der Vorteil für den Artenschutz ist die verlängerte Lebensdauer dieser Bäume und die enge Nachbarschaft lebender Stammbereiche zu Holz in ganz verschiedenen Zersetzungsstufen. Häufig bilden sich Großhöhlen als eine Art „Biodiversitätszentren“.

Somit sind Ersatzkronenbäume oft Komplexlebensräume, die Tierbauten verschiedenster Art, nährstoffreiche Ansammlungen aus Holzmulm und Nistmaterial, Mulmtaschensysteme im vermorschten Holz sowie Fruchtkörper und Myzelien auch gefährdeter Holzpilzarten auf sich vereinen.



Links im Bild Rotbuchen-Methusalem in einer Naturwaldqualität, die sehr an die klassische Altwaldreservate wie die Heiligen Hallen in Mecklenburg oder den Faulen Ort in der Uckermark erinnert. Die tief ansetzende Nebenkronen eröffnet die Option für die Bildung eines Ersatzkronenbaumes. Ersatzkronenbäume vereinen in für den Artenschutz hoch attraktiver Weise Eigenschaften anbrüchiger, lebender Bäume, lebender Großhöhlenbäume sowie Eigenschaften des dicken stehenden Totholzes.

### Krebsbildungen und Maserknollen



Maserknollen werden z.B. durch das Bodenbakterium *Agrobacterium tumefaciens* sowie durch Pflanzenviren ausgelöst. Das Bakterium besitzt die Fähigkeit, eigenes Genmaterial auf Pflanzenzellen zu übertragen und den Baum so zu ausuferndem Wachstum zu zwingen. Die Abbildung zeigt eine uralte, riesige Maserknolle an einer Methusalembuche des Geheges Kronsburg in Kiel. Die Knollen werden gerne von bestimmten Schmetterlingen, den Glasflüglern (Sesiidae) besiedelt, deren Raupen an abwehrgeschwächten Bereichen Baumsaft konsumieren.

Krebsbildungen - Lebenszyklus des Schiefen Schillerporlings *Inonotus obliquus*



Kunstwerk der Natur, Urwaldreliktart Zahnalsiger Baumschwammkäfer *Eledonoprius armatus*

Die voranstehenden Abbildungen zeigen den Lebenszyklus des Schiefen Schillerporlings *Inonotus obliquus* an Rotbuche. Die Jahrzehnte andauernde parasitische Phase im lebenden Baum ist an auffälligen krebsartigen Bildungen erkennbar. Irgendwann bildet sich der ausgebreitet wachsende, etwa 10 mm dicke Fruchtkörper etwa 5 cm tief im Splint oft zylindrisch um den Stamm. Sogenannte Stemmleisten sprengen ganze Splintplatten ab, damit die Sporen gut abdriften können. Bei diesem Absprengprozess entstehen manchmal wahre Kunstwerke der Natur. *Inonotus obliquus* ist der Pilzwirt einer Reihe von Urwaldreliktarten wie z.B. des Zahnalsigen Baumschwammkäfers *Eledonoprius armatus* (4,5 mm) und des Zehnfleckigen Baumschwammkäfers *Mycetophagus decempunctatus*.

### Großhöhlenbäume



Alteiche mit Maserknolle als Eintrittspforte für den höhlenbildenden Schwefelporling *Laetiporus sulphureus* (Foto © L. MARAZ). Links eine voll entwickelte Großhöhle.

Altbäume mit einem hohen, dem natürlichen Leistungspotenzial der Gehölzart entsprechendem Volumen sind in normalen Wirtschaftswäldern schon Ausnahmen. Noch kritischer wird es, wenn man unter den Altbaum-Unikaten die urwaldtypischen Großhöhlenbäume sucht. Das vorstehende Bild verdeutlicht, was gemeint ist: Blick in die mehr als einen Kubikmeter umfassende Höhle einer über einen Meter dicken Alteiche. Die Struktur aus eingetrockneten Fruchtkörpern des Schwefelporlings,

zerklüftetem Holz, Gangsystemen nagender Insekten, Holz ganz unterschiedlicher Zersetzungsstufen und vielen Litern nährstoffreichem Holzmulm hat für ihren Reifungsprozess Jahrzehnte gebraucht. Der Schwefelporling *Laetiporus sulphureus* ist als Spezialist für die Zersetzung von gerbstoffgeschütztem Kernholz der wichtigste Großhöhlenbildner an Stiel- und Traubeneichen.



Der bis 3,2 cm große Eremit oder Juchtenkäfer *Osmoderma eremita* erreicht in großen Baumhöhlen mit reichlich Holzmulm und Nistmaterial die höchsten Populationsstärken. Die Urwaldreliktart ist streng geschützt und prioritäre Art der Fauna-Flora-Habitatrichtlinie der Europäischen Union. In Wirtschaftswäldern kommt die Art wegen der unzureichenden Kontinuität des Angebots geeigneter Bruthöhlen nur äußerst selten vor.



Schwefelporling *Laetiporus sulphureus*. Die Ansiedlung erfolgt nur an Schwachstellen lebender Bäume. Dann aber wächst der Pilz am Totholz bis zur vollständigen Zersetzung weiter. Der Schwefelporling, sowohl das Myzel im Holz, als auch der Fruchtkörper, ist die Grundlage für das Vorkommen diverser vom Aussterben bedrohter Urwaldreliktarten. Die oft auffallend großen, aber kurzlebigen Fruchtkörper bieten im Laufe ihrer Zersetzung mehr als 100 Käferarten Nahrung.



Der Leber-Reischling *Fistulina hepatica* ist neben dem Schwefelporling einer der wichtigsten Erzeuger von Großhöhlen an Eichen. Der Pilz ist in enger Anpassung an seine Wirte auf die Verwertung von Gerbstoffen spezialisiert, die die Bäume zur Abwehr von Pilzpathogenen in ihr Kernholz einlagern. Das in Farbe und Musterung durch den Pilz veränderte Holz („Brown Oak“) ist in der Kunsttischlerei gefragt.

### Mulmhöhlen mit Kontakt zum Erdboden

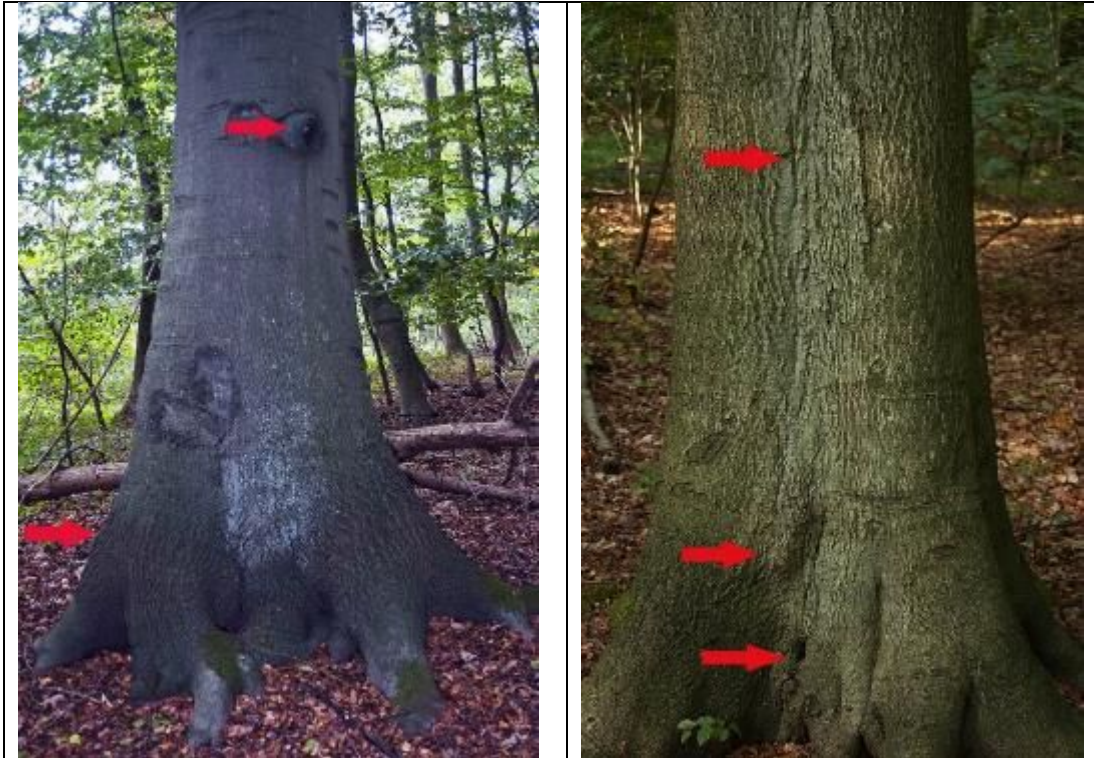


Veilchenblauer Wurzelhals-Schnellkäfer *Limoniscus violaceus* (12 mm, © E. WACHMANN). Urwaldreliktart und Zielart der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie. Nur in Baumhöhlen mit Bodenkontakt und mit umfangreichem, durch große Feuchtegradienten gut strukturiertem Mulmkörper.



Spezialfall Großhöhle mit großem Mulmkörper und Kontakt zum feuchten Erdboden. Nur in diesem Höhlentyp lebt die in Deutschland vom Aussterben bedrohte Urwaldreliktart Veilchenblauer Wurzelhals-Schnellkäfer *Limoniscus violaceus* (12 mm, Foto © E. WACHMANN). Der Käfer ist wegen der mangelnden Kontinuität des Vorhandenseins des erforderlichen Höhlentyps in Deutschland nur noch aus sieben Waldgebieten bekannt. Es handelt sich um historisch alte Wälder mit langer Altbaumtradition sowie um Extremstandorte wie unzugängliche Blockflurbestände in Steillagen, die seit jeher schwer zu bewirtschaften sind.





Links:

Der beulig aufgetriebene Stammfuß sowie das zwar winzige, aber verdächtig offene Astloch darüber verraten die Großhöhle im Fuß. Wenn die Restwandstärken durch den pilzvermittelten Holzabbau schon dünn genug sind, kann man den Hohlraum mit dem Schonhammer am Klang bestätigen. Bei noch dicken Restwänden versagt diese Methode.

Rechts:

Längliche Narben, Holzwülste und eine flache Wuchsdepressionen verraten Pilzaktivität in der Tiefe des Holzes. Schließlich gibt es ganz am Stammgrund einen winzigen Höhlenzugang, dessen räumliche Tiefe mit Hilfe einer dünnen Sonde bestätigt werden kann.

## Entwicklungsablauf von Großhöhlen

### Schlag- und Schürfschäden

Die Entwicklung umfangreicher Baumhöhlen mit großen Ansammlungen von Holzmulm fängt oft scheinbar harmlos an: Umstürzende Nachbarbäume oder herabbrechende dicke Kronenteile schaben häufig großflächig-langgestreckte Bereiche der Stammborke ab. Blitzschlag hat einen ganz ähnlichen Effekt und greift oft sogar keilförmig tiefer ins Splintholz. Im Zuge der Holzernte entstehen regelmäßig solche Schlag- und Schürfschäden. An Rotbuchen ist der Bruthöhlenbau des Schwarzspechts einer der wichtigsten Faktoren der Großhöhlenbildung. Der Verlust der gegen Pilz-, Bakterien- und

Insektenbesiedlung äußerst wirksamen Borke schafft Eintrittspforten, die von diversen Organismenarten zur Besiedlung des Stammholzes genutzt werden. Die entstehenden Höhlen sind bei den „richtigen“ Pilzarten oft sehr dauerhaft (bei Eichen über 100 Jahre), weil intaktes Kambium und intakte Splintschichten für eine statische Festigung bei zunehmender Aushöhlung sorgen können.



Entwicklungsablauf vom frischen Schlag- bzw. Schürfschaden zur Großhöhle



Eine Reihe von Holzpilzen wie zum Beispiel der Goldfell-Schüppling *Pholiota aurivella* (voranstehende Abbildung links) und der Flache Schillerporling *Inonotus cuticularis* (voranstehende Abbildung rechts) können sich nur in lebenden Bäumen ansiedeln, weil sie von intakten Assimilat- und Nährstoffströmen abhängig sind.

An Rotbuche sind die beiden Pilzarten ausgehend von Borkenverletzungen, Bruchstellen und Aststümpfen mit die wichtigsten Erzeuger langlebiger Großhöhlen, weil sie lebenswichtige Bereiche des Stammes wie die Wachstumszone (Kambium) und das für den Wassertransport zuständige Splintholz kaum bzw. nur langsam zersetzen. Deshalb kann der Baum auf die statische Schwächung mit gezieltem Kompensationszuwachs (wie z.B. Überwallungen und Umwallungen) reagieren. Daher sind von *Pholiota aurivella* und *Inonotus cuticularis* erzeugte Höhlenbäume trotz der im Laufe der Jahrzehnte massiv fortschreitenden Aushöhlung besonders langlebig.



Links im Bild der Gewöhnliche Austernseitling *Pleurotus ostreatus*, rechts der Igel-Stachelbart *Heridium erinaceus*.

Auch der seltene Igel-Stachelbart besiedelt ausschließlich lebende Bäume wie z.B. Rotbuchen und Eichen. Nach dem Absterben des Wirtsbaumes wachsen seine Fruchtkörper noch eine Zeit lang am Tothholz.

Der Gewöhnliche Austernseitling bewohnt regelmäßig größere Stammverletzungen an Rotbuche, ist aber nicht auf lebende Bäume angewiesen. Auch *Pleurotus ostreatus* zählt zu den häufigeren Erzeugern von Großhöhlen.

### Großhöhlen – Schwarzspecht



Schwarzspechthöhlen als Etagen und Querschnitt durch eine einzelne Bruthöhle. Die Verpilzung des Stammkernes ist deutlich zu erkennen.



Die voranstehenden Abbildungen zeigen eine gefällte und zersägte Schwarzpsechthöhlenbuche mit Larven des Marmorierten Goldkäfers *Protaetia lugubris* (bis 2,4 cm lang, besonders geschützt,). Die Käferlarven sind auf die Inhaltsstoffe des Pilzmyzels im vermorschten Holz angewiesen und produzieren durch ihre Nagetätigkeit nährstoffreichen Holzmulm, der von vielen Folgearten benötigt wird, darunter viele Urwaldreliktarten.

Großhöhlen an Rotbuchen, die durch den Schwarzspecht angelegt werden, sind gewissermaßen ein Spezialfall. Die Vögel beginnen den Bau so gut wie ausschließlich an Buchen, deren Stamminneres (Reifholz) schon durch Pilzmyzelien aufgeweicht ist. Die Spechte können den vorhandenen Pilzbesatz wahrscheinlich akustisch beim Anschlagen wahrnehmen. Oft wird erst außen eine Initiale im noch gesunden und zähen Splintholz angelegt, um die Ansiedlung holzersetzender Pilze zu ermöglichen. Nach einiger Zeit, wenn auch das Splintholz durch die Pilzaktivität aufgeweicht ist, wird der Bau der Bruthöhle fertiggestellt.

Oft werden am ausgewählten Brutbaum mehrere Höhlen angelegt; Der Eindruck von Höhlenetagen entsteht auch, wenn die Spechte wegen des Absinkens des Höhlenbodens durch die Zersetzer- und Nagetätigkeit von Insekten und Pilzen den Eingang an die Tiefe des „Schachtes“ anpassen.

### Äste und Stämmlinge als Ausgangspunkte der Großhöhlenbildung

Zwieselige Stämmlinge, ja selbst kleinere schwache (Steil-) Äste bringen einige Gehölzarten bei ihren Abschottungsreaktionen in große Schwierigkeiten. Die Reaktion von Kambium, Splintholz und „Kernholz“ auf den allmählich absterbenden Ast sowie auf die eingeschlossene Rinde bzw. die Organisation der Anbindungs- und Abschottungszonen in den verschiedenen Holzschichten misslingt häufig. Manche Holzpilze lassen sich mit dem Totaststumpf geduldig ins Kern- bzw. Reifholz einwachsen und umgehen so die wirksamen Schutz zonen, die Bäume innen um die Astansätze bilden. Die Rotbuche ist besonders empfindlich. Die Abbildungen zeigen sich über viele Jahre hinziehende Kämpfe um die Abschottung der lästigen Äste und Stämmlinge gegen Bakterien und Pilzmyzelien. Am Ende steht mit hoher Regelmäßigkeit die erfolgreiche Ansiedlung spezialisierter Pilzarten. Diese bilden unter Beteiligung von Käfern und Holzameisen im Laufe der Jahrzehnte mit Morschholz und Holzmulm ausgestattete, kleinklimatisch differenzierte Großhöhlen. Die Öffnungen der im Laufe der Jahrzehnte kaminartig aushöhlenden Hohlräume sind oft kaum zu sehen.



Zwieselige Steilstämmlinge, Abschottungsprobleme, Absterben und Bildung von Großhöhlen.



Links im Bild:  
Wüchsiger Stämmling hoch am Stamm einer Rotbuche. Das Narbengewebe in der zwieseligspitzwinkligen Kehle des Abzweigs zeigt Belastung bzw. Druck durch einwachsende Rinde bzw. gegeneinander arbeitende Kambien sowie durch Zugkräfte an. Die Schwächung der Stamm-anbindung schreitet mit den Jahren voran.

Rechts im Bild:  
Zwangsläufig kommt es zum Abriss oder zum Absterben der Nebenkronen. Die Bruch- bzw. die Faulstelle entwickelt sich zur Großhöhle weiter. Der Überwallungsrahmen stabilisiert das Gesamtgefüge, sodass die Struktur am lebenden Baum Jahrzehnte lang überdauern kann



Die voranstehenden Abbildungen zeigen den Verlauf der von Schwachastproblemen ausgehende Großhöhlenbildung.







Hinter relativ unscheinbaren, eher schwachen Totaststümpfen und Totästen verbergen sich regelmäßig umfangreiche Höhleninitialen. Hier ein Aststumpf einer Alteiche als Ausgangspunkt einer tief ins Kernholz reichenden Verpilzung, hier eine Weißfäule. Der kegelförmige, seit Jahren vergebliche Überwallungsversuch weist auf den Pilzbesatz hin.



Voranstehende Abbildung:

Altbuche mit dickem Totast, der nach Jahren durch Verpilzung des Stammholzes fast gesetzmäßig zur Entwicklung einer großen Baumhöhle führen wird.

## Risse und Spalten



Zwei lebende Altbuchen mit die gesamte Stammlänge durchziehenden Rissen. Beide Bäume haben Großhöhlen mit umfangreicheren Mulmkörpern und verpilzten Stammarealen entwickelt. Starkwindereignisse haben hier zwar nicht zum Bruch geführt. Die hohen Schub- und Torsionskräfte haben jedoch nicht mehr verschließbare Eintrittspforten für Pilze und Insekten geschaffen. Lebensraum auch für Urwaldeliktarten wie den Eremiten *Osmoderma eremita* und den Veilchenblauen Wurzelhalsschnellkäfer *Limoniscus violaceus*..

## Blitzrinnen



Blitzrinnen zählen zu den Extremfällen natürlicher Borkenverletzungen, weil sie den Stamm oft auf ganzer Länge durchziehen und damit Pilzen ein offenes Tor zum Kern-, Reif- und Splintholz bieten. Bei Eichen bildet sich rasch eine hart weißfaule, trockene Splintholzplatte als schützende Abdeckung heraus, die von einigen Urwaldreliktarten bewohnt wird. Dahinter entwickelt sich häufig ein Myzel des Schwefelporlings mit in der Folge artenreicher Insektenfauna. Buntspechte legen an Blitzrinnen oft Bruthöhlen an. Mit der Zeit entwickelt sich ein komplex verschachteltes System aus verpilztem Holz, Nagegängen, Kleinhöhlen und Mulmtaschen. Als Endpunkte der Zersetzungssukzession entstehen regelmäßig Großhöhlen.

## Spezielle Borken- und Rindenstrukturen



Unterständige Bäume und physiologisch geschwächte Bäume am Beginn des Absterbeprozesses entwickeln regelmäßig für die Ansiedlung von Moosen und Flechten sehr geeignete Borken- bzw. Rindenstrukturen. An der abgebildeten Rotbuche haben sich deshalb schon 14 Moosarten etabliert (Quelle: CASPARI 2017).

## Stehendes und liegendes Totholz

Hierzu bzw. zum Fließgleichgewicht des Werdens und Vergehens ausführlich z.B.

<https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-22795.pdf>

Der Zunderschwamm ist der dominante Lebendbaumbesiedler an Rotbuche. Seine Anwesenheit kann mit genanalytischen Methoden in den meisten älteren, äußerlich „normal“ erscheinenden Rotbuchen festgestellt werden. Myzelbildung, Holzabbau und Fruchtkörperbildung setzen offenbar erst ein, wenn der lebende Baum durch die Wirkung z.B. von Trockenstress, Immissionsschäden und mechanische Verletzungen anfällig ist.

Der durch den Zunderschwamm erzeugte Holzersetzungstyp ist eine simultane Weißfäule (gleichzeitiger Abbau von Zellulose und Lignin). Sie schreitet rasch voran und verursacht Schrumpfrisse. Die Risse wirken als Ausbreitungshilfen für das Pilzmyzel, das die Spalten mit dicken Matten flächig füllt.

Der rasche Abbau der die Biegefestigkeit des Stammes gewährleistenden Zellulosefasern führt fast gesetzmäßig zu einem recht glatten Spröbruch unter Bildung mehrerer Meter hoher Reststubben (= Baumstümpfe). Dieses Ensemble aus Hochstubben und liegendem Kronensegment prägen das Erscheinungsbild naturnaher, alter Rotbuchenwälder. Daher eignen sie sich in Wirtschaftswäldern als aussagekräftige Naturnähezeiger. Die Hochstubben natürlichen Ursprungs stellen auch das Vorbild für eine Kompromisslösung bei bruchgefährdeten Bäumen dar: Für den Artenschutz belässt man stehende Reststämme in situationsangepasster Länge, von denen nur eine geringe Unfallgefahr ausgeht.

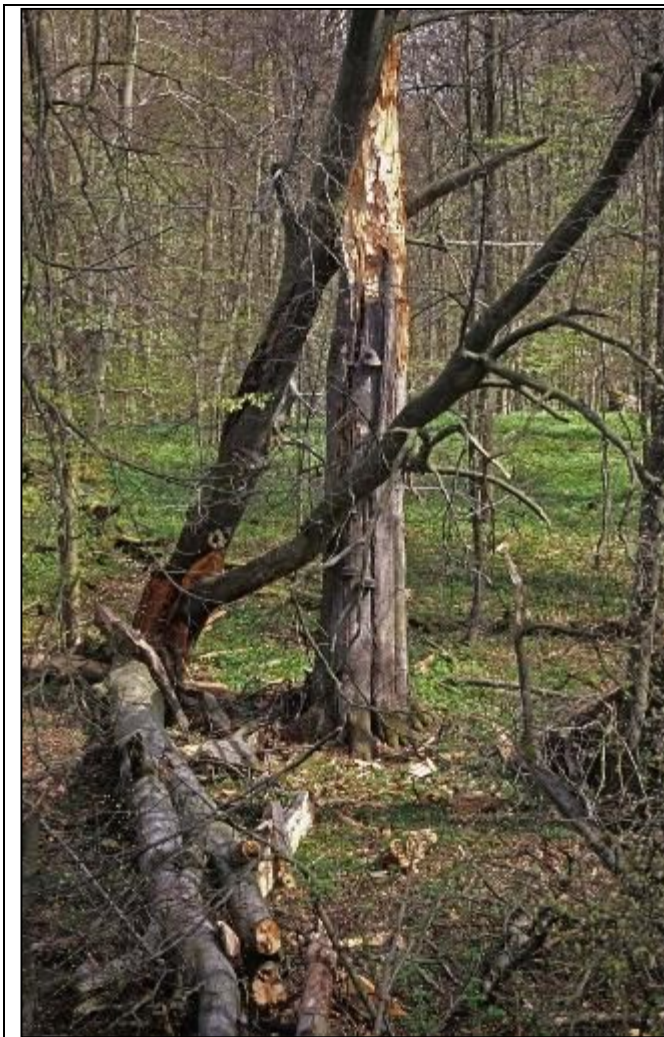


Der Zunderschwamm *Fomes fomentarius* ist der prägende Holzpilz der Rotbuche. Der Zunderschwamm baut durch eine simultane, rasch voranschreitende Weißfäule Lignin- und Zellulosebestandteile des Holzes ab. Der Stamm verliert seine Biegefestigkeit, sodass es fast gesetzmäßig zu einem Bruch in meist 2 bis 10 Metern Höhe kommt. Es entstehen die für naturnahe Buchenwälder so charakteristischen Hochstubben oder Hochstümpfe mit liegendem Kronenabschnitt. Der Fruchtkörper rechts zeigt eine mehrere Millimeter dicke Schicht aus nährstoffreichen Sporen, die von diversen Holzinsekten als Nahrung benötigt werden.

Die Schlüsselstellung des Zunderschwamms für die walddtypische Biodiversität hat mehrere Gründe. Die Substanz der großen, mehrjährigen Fruchtkörper ist eine ergiebige Nahrungsquelle. Eine große Vielfalt von Schwarzkäfern (Tenebrionidae), Schwammkäfern (Anobiidae), Schwammkäfern (Cisidae), Echten Motten (Tineidae), Faulholzmotten (Oecophoridae) und Rindenwanzen (Aradoidea) nutzen die Fruchtkörper direkt als Nahrungsquelle.

Die zweite Schlüsselfunktion der Zunderschwammfruchtkörper für die Alt- und Totholzbiozöosen ist die Bereitstellung großer Mengen an Sporen. In den witterungsabhängig zum Teil mehrmals im Jahr auftretenden Sporulationsphasen bilden sich auf manchen windgeschützt exponierten Fruchtkörpern Millimeter dicke Schichten aus weißlichem Sporenstaub. Besonders im Frühjahr ab Ende März ist das Sporenangebot des Zunderschwamms von zentraler Bedeutung für eine Vielzahl von Insekten, die nach der Winterruhe aufgebrauchte Reservestoffe auffüllen müssen. Daher ist der durch die Holznutzung bedingte Mangel an Zunderschwämmen einer der wesentlichen Gründe für die Artenverarmung in vielen Wirtschaftsförsten.

Als dritter, die Artendiversität entscheidend fördernde Eigenschaft des Zunderschwamms ist die kontinuierliche Erzeugung von dickem Totholz in Jahr für Jahr neuen Zersetzungsstufen und zahlreichen Varianten der sekundären Pilzbesiedlung. Viele Anzeichen sprechen dafür, dass das Myzel des Zunderschwamms die entscheidende Grundlage für die Etablierung einer Reihe von Holzpilzen mit hoher Aussagekraft als Naturnähezeiger darstellt. Als Nachfolger des Zunderschwamms treten an Buchenstämmen z.B. regelmäßig der Laubholz-Harzporling *Ischnoderma benzoinum* auf. Ähnliche Zusammenhänge wie z.B. Parasitismus und Abhängigkeit von umgeformtem Holzsubstrat sind bei anderen für Buchenholz typischen Pilzgruppen sehr wahrscheinlich wie z.B. den Trameten, den Lackporlingen (*Ganoderma*), den Seitlingen (*Pleurotus*) und den Schüpplingen (*Pholiota*).



Mittelspecht © Thomas Reich  
Die hohe Kunst: Simulation des natürlichen Bruchs zum Hochstubben: Die Zunderschwammbuche wurde von Pionieren der Bundeswehr abgesprengt. Ohne Kenntnis des Zusammenhangs ist eine Unterscheidung von einem natürlichen Bruch unmöglich.



Dickes stehend vermorschtes Totholz mit Zunderschwamm in besonnter Exposition als Lebensgrundlage für die Urwaldreliktart Körnerbock *Megopis scabricornis* (5 cm).

Voranstehende Abbildung:

Der Körnerbock *Megopis scabricornis* gehört mit bis zu 5,5 cm Körperlänge zu den größten europäischen Käferarten. Die Larven entwickeln sich in wärmebegünstigt exponierten bzw. besonntem, stehendem Totholz. Das Holz soll weißfaul verpilzt, aber noch relativ hart bzw. noch nährstoffreicher sein.

Der Körnerbock ist polyphag. D.h., er kann sich in einer Vielzahl von Laubgehölzen entwickeln. Beispiele sind Rotbuche, Schwarzpappel, Weiden, Apfelbäume und Rosskastanien.

Trotz seiner Flexibilität in Bezug auf das Brutsubstrat ist der Käfer aus der deutschen Kulturlandschaft weitgehend verschwunden. Grund ist der Mangel an dickem, nachhaltig vorhandenem Totholz. Anders ausgedrückt: Flaschenhalseffekte bzw. Unterbrechungen der Habitattradition.



Links: Stehender Trockenstamm einer abgestorbenen Rotbuche. Die waschbrettartige Rippenstruktur auf der Oberfläche geht auf die Nahrungssuche von Spechten zurück. Die Vögel haben die Larven des Kammfühler-Pochkäfers gesucht. Obwohl die Käferlarven klein sind, macht sich sogar der große Schwarzspecht die Mühe der systematischen Nachsuche. Die Larven besiedeln den weißfaulen, noch recht harten Holzkörper in einer so großen Anzahl, dass sich die Mühe lohnt.

Rechts: die gesuchte Beute, der Kammfühler-Pochkäfer *Ptilinus pectinicornis* (7 mm, © G. MÖLLER), an einem Rotbuchen-Trockenstamm



### Sukzession der Holzinsekten und Pilze im Laufe der Zersetzung



Das obenstehende Bild zeigt eine frisch entwurzelte Rotbuche. „Der Tisch ist gedeckt“ – als erstes siedeln sich Käferarten an, die frisches Holz mit leicht verwertbaren Photosyntheseprodukten benötigen: Im Bildausschnitt ist der Bohrmehlauswurf holzbrütender Borkenkäfer und des Buchen-



Werftkäfers zu erkennen. Die Borkenkäferweibchen bzw. die Werftkäferlarven nagen ein zum Teil dreidimensionales Gangsystem, in dem sie spezielle Pilze als eigentliche Nahrung für die Brut züchten.



An stehendem und liegendem Totholz erfolgt eine regelrechte Abfolge verschiedenster Holzpilzarten. Oft bestimmt der Zufall, welche Arten zuerst als Sporen ankommen und die künftige Artenzusammensetzung bestimmen. Viele der Totholz zersetzenden Pilze benötigen die Vorarbeit bzw. die Myzelien anderer Arten, um sich z.B. als Parasiten ansiedeln zu können. Die Pilze unterscheiden sich stark in Bezug auf die biochemische und strukturelle Art der Holzzersetzung. Deshalb hängt die Zusammensetzung der Holzinsektenfauna auch sehr von den jeweils ansässigen Pilzarten ab.

Die leicht verfügbaren Zucker und Eiweiße des Frischholzes sind binnen kurzer Zeit (meist in ein bis zwei Jahren) verbraucht. Die Myzelien der neu etablierten Pilze sammeln im Zuge des Holzabbaus Nährstoffe und bilden Fruchtkörper. An einer unzersägten und dadurch unterschiedlich durchfeuchteten Rotbuchen-Krone können in der Optimalphase der Holzzersetzung verschiedenste Arten gefunden werden: Links unten die Rötende Tramete *Daedaleopsis confragosa*, links darüber die Schmetterlingstramete *Trametes versicolor*, rechts daneben der seltene Rötende Saftwirrling *Abortiporus biennis* und auf der Borke der liegenden Krone selbst wachsen Fruchtkörpergruppen der Striegeligen Tramete *Trametes hirsuta*.



Entwurzelte, unzersägte Eiche mit sehr guter Ausdifferenzierung kleinklimatischer Gradienten von direktem, dauerhaftem Kontakt mit der Bodenfeuchte bis zu frei von der Luftbewegung umströmten, nach Niederschlagsereignissen schnell abtrocknenden Bereichen.

Zusätzlich besteht Besatz mit Fruchtkörpern des Striegeligen Schichtpilzes *Stereum hirsutum*, einem Schlüsselpilz der Biodiversität holzbewohnender Insekten (Foto © ANDREAS KUNZE).

Das folgende Bild zeigt einen dicken, liegenden Rotbuchenstamm am Beginn der Spätphase der Holzersetzung. In diesem Fall dominieren die bis über 30 cm großen Fruchtkörper des Flachen Lackporlings *Ganoderma applanatum*. Je stärker das Holz vermorscht und Feuchtigkeit aufnimmt, desto häufiger werden die verschiedensten Schleimpilze. In der frühen Reifungsphase ihrer Sporenlager sind kurzzeitig oft prachtvolle Farben zu sehen wie das satte Gelb der Lohblüte *Fuligo septica*.



Das Artenspektrum einzelner Totholzstrukturen wird stark von den jeweils zuerst ankommenden Pilzarten bestimmt. Konkurrenzstarke Arten wie z.B. der Flache Lackporling oder der Zunderschwamm lassen die Etablierung vieler anderer Arten nicht mehr zu. Wegen der ausgeprägten Individualität der Pilzbesiedlung müssen recht hohe Totholz mengen bereitgestellt werden, wenn die typische Artenvielfalt naturnaher Wälder repräsentativ erhalten werden soll. Eine untere Schwelle liegt bei 40 Festmetern stehendem und liegendem, dickem Totholz pro Hektar. Erst ab dieser Schwelle kann sich eine größere Anzahl von Urwaldreliktarten der Holzkäferfauna dauerhaft halten. Zudem muss darauf geachtet werden, dass im Rahmen des Werdens und Vergehens durch die Holzersetzung ein biokybernetisches Fließgleichgewicht bzw. Kontinuum zwischen neu in die Abbaukaskade eintretendem Frischholz und älteren Zersetzungsstufen eingehalten wird. Das kann z.B. erreicht werden, indem spontan z.B. durch Stürme entstehendes Bruchholz und ein Teil der bei der Holzernte anfallenden Kronen im Wald belassen wird.

Das nachstehende Bild zeigt eine weitere Variante der Holzpilzbesiedlung liegender Buchenstämme. Durch die individuelle Besiedlungsgeschichte ergaben sich günstige Bedingungen für die Etablierung des Buchen-Stachelbartes *Hericium clathroides*. Die Fruchtkörper erinnern durch ihre oft filigrane Verästelung an Korallen. Der für naturnahe Altbuchenbestände sehr charakteristische Buchen-Stachelbart ist in Wirtschaftswäldern sehr selten. Er eignet sich hervorragend als Naturnähezeiger bzw. zur Erfolgskontrolle von Biodiversitätskonzepten und Biotopholzprogrammen. Das Ausschnittbild oben rechts zeigt den Laubholz-Harzporling *Ischnoderma resinosum*. Der Pilz parasitiert regelmäßig z.B. auf den Myzelien des Zunderschwamms. Dank einiger Programme zur Biotopholz-anreicherung breitet sich dieser Pilz zurzeit in einigen Wirtschaftswäldern Deutschlands wieder aus.





Dicker Rotbuchen-Totholzstamm nach Fällung aus Gründen der Verkehrssicherung. Blickfang und Bereicherung des Erlebniswertes für die Erholungssuchenden.

Der Stamm ragt schräg vom Untergrund auf. Dadurch werden große Teile frei von der Luftbewegung umströmt, sodass Niederschlag schneller abtrocknet. Das Bild ist bei Regen aufgenommen – man erkennt deutlich den hellen trockenen Bereich am Boden unter dem hochragenden Stammabschnitt. Mit den direkt dem Waldboden aufliegenden, andauernd dem Einfluss der Bodenfeuchte ausgesetzten Bereichen ergibt sich eine sehr breite Palette mikroklimatisch differenzierter, fließend ineinander übergehender Kompartimente, die im Vergleich zu Restholzstücken oder vollständig dem Boden aufliegenden Stämmen viel höheres Artenpotenzial aufweisen.



Für Pilzexperten ist stark zersetztes, feucht exponiertes, dickes Totholz besonders interessant: Oft verborgen auf der Unterseite wachsen regelmäßig urwaldtypische Pilzarten. Die Abbildung links zeigt den seltenen Fleckenden Wachsporenschwamm *Ceriporiopsis gilvescens* an der Flanke eines stark vermorschten Buchenstammes.

## Frischholz der Eiche



Allmählich absterbende Eiche, ein Brutbaum des streng geschützten Großen Eichenbockes *Cerambyx cerdo* (bis 5,4 cm)

Die folgende Abbildung zeigt eine gerade austrocknende Alteiche auf der Berliner Pfaueninsel im klassischen Frischholzaspekt erkennbar an den rötlichen Borkenbereichen: Buntspechte haben die Rinde auf der Suche nach Käferlarven oberflächlich geöffnet, sodass die Grundfarbe noch unverwittert zu Tage tritt. Der noch saftführende Baum ist reich an leicht verwertbaren Assimilaten. An allen heimischen Gehölzarten gibt es Frischholzbesiedler, ihre Zahl ist an Stiel- und Traubeneiche jedoch besonders hoch mit hohen Anteilen besonders und streng geschützter Arten. Im gezeigten Beispielbaum hat sich sogar über kurze Zeit eine kleine Population des streng geschützten Großen Eichenbockes *Cerambyx cerdo* entwickeln können.

Die auch in Anhang II der FFH-Richtlinie geführte Art ist mit bis zu 5,4 cm Körperlänge eine der größten Käferarten Europas. Der letzte bekannte Nachweis aus dem Saarland bei Saarböschung liegt Jahrzehnte zurück.

## Auswahl weiterführender Publikationen und Links:

- BRECHTEL, F. (1992): Alt- und Totholz - Voller Leben. Hrsg.: Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz. Naturschutz bei uns 2: 1-49. 1. Auflage Oppenheim.
- Bühler, U. (2009): Totholz – existenziell für den Weißrückenspecht in Nordbünden. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 160, 210-217.
- Bütler, R., Angelstam, P., Ekelund, P. & Schlaepfer, R. (2004). Dead wood threshold values for the three-toed woodpecker presence in boreal and sub-alpine forest. *Biological Conservation* 119 (3): 305-318. (PDF, 324 KB)
- Ettwein, A. (2016): Habitatwahl des Weißrückenspechts *Dendrocopos leucotos* in Vorarlberg der Ostschweiz und in Liechtenstein. Masterarbeit. Wien.
- GÜRLICH, ST. (2009): Naturwaldreservat Conower Werder im Feldberger Seengebiet. Bestandsaufnahme und Bewertung der Holzkäferfauna 2008 / 2009 » Xylobionte Käfer «. 60 S. I.A. Landesforstanstalt Mecklenburg-Vorpommern Zeppelinstraße 3 19061 Schwerin.
- BURGHARD HERZIG, HANNS-CHRISTIAN WAGNER (2016): Biotopholzstrategie "Xylobius" im Staatswald NRW. AFZ-DerWald 18/2016, S. 41-44.
- KAPPES, H., JABIN, M., KULFAN, J., ZACH, P. & TOPP, W. (2009). Spatial patterns of litter-dwelling taxa in relation to the amount of coarse woody debris in European temperate deciduous forests. *Forest Ecology and Management* 257, 1255-1260.
- KIRBY, K.J., WEBSTER, S.D. & ANTCZACK, A. (1991). Effects of forest management on stand structure and quality of fallen dead wood: some British and Polish examples. *Forest ecology and management*, 43: 167-174.
- LACHAT, T. & R. BÜTLER (2007): Gestion des vieux arbres et du bois mort; îlots de sénescence, arbres-habitat et métapopulations saproxyliques. Report WSL and EPFL, Lausanne for OFEV.
- JÖRG MÜLLER, HEINZ BUSSLER, ULRICH BENSE, HERVÉ BRUSTEL, GÜNTER FLECHTNER ADRIAN FOWLES, MANFRED KAHLEN, GEORG MÖLLER, HANS MÜHLE, JÜRGEN SCHMIDL, PETR ZABRANSKY (2005): Urwald relict species – Saproxylic beetles indicating structural qualities and habitat tradition. *Waldoekologie online*, 2, S. 106 – 113, Freising.
- MÜLLER, J. & R. BÜTLER (2010). A review of habitat thresholds for dead wood: a baseline for management recommendations in European forests. *Eur. J. Forest Res.* 129, S. 981-992
- A. FICHTNER, K. STURM, C. RICKERT, W. HAERDTLE AND J. SCHRAUTZER (2012): Competition response of European beech *Fagus sylvatica* L. varies with tree size and abiotic stress: Minimizing anthropogenic disturbances in forests. *Journal of Applied Ecology* 2012, 49, 1306–1315.
- A. FICHTNER, K. STURM, C. RICKERT, G. VON OHEIMB AND W. HAERDTLE (2013): Crown size-growth relationships of European beech (*Fagus sylvatica* L.) are driven by the interplay of disturbance intensity and interspecific competition. *Forest Ecology and Management* 302 (2013), 178-184.
- LUYSSAERT ET AL. (2008 ): Old-growth forests as global carbon sinks. *Natur* 455, S. 213-215. doi:10.1038/nature07276
- CAROLIN MAIER, GEORG WINKEL (2017): Umsetzung von integrativem Naturschutz auf operativer Ebene. AFZ-DerWald 11/2017, S. 35-37.
- MONING, C. (2009). Naturschutzstandards für Bergmischwälder. Forschungsberichte aus dem Nationalpark.
- MÖLLER, G. (2009): „Struktur- und Substratbindung holzbewohnender Insekten, Schwerpunkt Coleoptera – Käfer“. Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades des Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.). Am Fachbereich Biologie, Chemie, Pharmazie der Freien Universität Berlin. 285 S.

- MÖLLER, G. (2005): Habitatstrukturen holzbewohnender Insekten und Pilze. LÖBF-Mitteilungen 3/2005, Monitoring: Biologische Vielfalt im Wald, S. 30-35. Kleve.
- MÜLLER, J., ENGEL, H. AND BLASCHKE, M. (2007). Assemblages of wood-inhabiting fungi related to silvicultural management intensity in beech forests in southern Germany. *European Journal of Forest Research* 126, 513-527.
- MÜLLER, J. AND BUSSLER, H. (2008): Key factors and critical thresholds at stand scale for saproxylic beetles in a beech dominated forest, southern Germany. *Rev. Écol. (Terre Vie)* 63, 73-82.
- NORBERT PANEK, MARKUS SCHÖNMÜLLER (2016): Der deutsche Wald im Spiegel der Bundeswaldinventur (BWI<sup>3</sup>). Ergebnisse und Entwicklungstrends aus Sicht des Naturschutzes. 41 S. Im Auftrag von Greenpeace e.V. Hamburg.
- SCHERZINGER, W. (1996): Naturschutz im Wald. Qualitätsmerkmale einer dynamischen Waldentwicklung. Ulmer Verlag, Stuttgart, 448 Seiten.
- N. L. STEPHENSON & AL. (2014): Rate of tree carbon accumulation increases continuously with tree size. *Nature Research Letter*, doi: 10.1038/nature12914.
- SUSANNE WINTER, HEIKE BEGEHOLD, MATTHIAS HERRMANN, MATTHIAS LÜDERITZ, GEORG MÖLLER, MICHAEL RZANNY, MARTIN FLADE (2016): Praxishandbuch – Naturschutz im Buchenwald. Naturschutzziele und Bewirtschaftungsempfehlungen für reife Buchenwälder Nordostdeutschlands. Hrsg.: Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg. Redaktion: Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin im Landesamt für Umwelt. Bezug: Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg
- Biotopholzumsetzung und Fließgleichgewicht: <https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-22795.pdf>
- <http://naturschutz-und-denkmalspflege.projekte.tu-berlin.de/pages/leitfaden-biotopholz.php>
- <http://www.integrateplus.org/media-center/project-documents.html> , Catalogue of tree microhabitats
- [http://www.forumue.de/wp-content/uploads/2016/03/2\\_Moeller\\_W1.pdf](http://www.forumue.de/wp-content/uploads/2016/03/2_Moeller_W1.pdf)

**Anschrift des Autors: Dr. Georg Möller, Marktplatz 4a, 66687 Wadern**

---

**Verantwortlich für den Inhalt:**

Karl-Friedrich Weber, Ackerwinkel 5, 38154 Königslutter am Elm

kweberbund@aol.com - 0171 893 8311 - 05353-3409

Alle Rechte liegen beim Autor Karl-Friedrich Weber

Der Waldbrief darf in unveränderter Form verbreitet werden.

Die Waldbriefe können Sie unter „Wald-Waldbriefe“ in [www.bund-helmstedt.de](http://www.bund-helmstedt.de) als pdf-Datei herunterladen.

---

Das aktuelle Buch zur Situation des Waldes:

**Der Holzweg – Wald im Widerstreit der Interessen** ISBN 978-3-96238-266-7

<https://www.oekom.de/buch/der-holzweg-9783962382667>