

# Großhöhlen als Zentren der Biodiversität

Von Georg Möller

## Inhaltsverzeichnis

1.	Auslöser der Großhöhlenbildung .....	2
•	Bruthöhlenbau des Schwarzspechtes.....	2
•	Bruthöhlenbau des Grünspechtes.....	3
•	Totastlöcher bzw. Stümpfe.....	3
•	Starkastaurisse und Teilkronenbrüche.....	4
•	Kronenbruch – Ersatzkronenbäume.....	4
•	Zwieselabriß.....	5
•	Schürfstellen und Schürfstreifen, Rückeschäden.....	6
•	Blitzrinnen.....	7
•	Risse und Spalten.....	7
•	Blitzrinnen.....	7
2.	Eigenschaften von Großhöhlen.....	8
2.1	Substrateigenschaften nach Gehölzarten.....	8
2.2	Substrateigenschaften und Dauerhaftigkeit der Höhlen in Abhängigkeit von der Vitalität des Wirtsbaumes.....	8
•	Stoffströme im lebenden Baum.....	8
•	Regenerationsfähigkeit des lebenden Höhlenbaumes.....	9
2.3	Substrateigenschaften nach der Art der Pilzbesiedlung.....	9
2.3.1	Beispiel heimische <i>Quercus</i> -Arten.....	9
•	Schwefelporling <i>Laetiporus sulphureus</i> .....	10
•	Eichen-Feuerschwamm <i>Phellinus robustus</i> .....	11
2.3.2	Beispiel Rotbuche <i>Fagus sylvatica</i> .....	11
•	Goldfell-Schüppling <i>Pholiota aurivella</i> .....	11
•	Zunderschwamm <i>Fomes fomentarius</i> .....	13
•	Rotrandiger Baumschwamm <i>Fomitopsis pinicola</i> .....	13
	Liste potentiell höhlenbildender Holzpilze.....	13
2.4	Substrateigenschaften nach Art und Ausmaß der Sekundärbesiedlung.....	14
2.5	Substrateigenschaften nach Feuchtigkeitsgehalt.....	16
•	Niederschlagswasser.....	16
•	Abschirmung von Feuchtigkeit.....	17
2.6	Exposition.....	18
	Literatur.....	19

# Großhöhlen als Zentren der Biodiversität

Von Georg Möller

Baumhöhlen gibt es in zahlreichen Varianten. Das Spektrum reicht von selbstgezimmernten, kurzlebigen Kleinhöhlen z.B. der Sumpfmeisen im stehenden Totholz hin zum mehrere Kubikmeter umfassenden Hohlraum einer im Laufe der Jahrzehnte gealterten Schwarzspechthöhle in der lebenden Altbuche. In der idealen Ausprägung gliedert sich eine Großhöhle in Wandbereiche und einen Mulmkörper, die durch Feuchtigkeits- und Temperaturgradienten weiter in Teil Lebensräume differenziert sind. Das Volumen der Baumhöhle wird von der Zeitdauer ihres Bestehens sowie von der Vitalität und vom Durchmesser ihres Wirtsbaumes bestimmt. Großhöhlen sind eigenständige Habitate mit einer von anderen Holzlebensräumen klar abgrenzbaren Insektenfauna.



Abb 1: Großes Männchen des Eremiten *Osmoderma eremita* mit über 3 cm Länge. Prioritäre Art der FFH-Richtlinie, die in ausgedehnten Mulmkörpern alter Baumhöhlen die besten Lebensbedingungen vorfindet.



Abb. 2: Der Große Goldkäfer *Protaetia aeruginosa* als sehr wärmeabhängige Art, die zumeist Höhlen im besonnten Kronenraum besiedelt. Größte Rosenkäferart Mitteleuropas mit bis zu 28 mm Länge.

## 1. Auslöser der Großhöhlenbildung

- Bruthöhlenbau des Schwarzspechtes

Der Bruthöhlenbau des Schwarzspechtes hat in Deutschland besonders in Rotbuchen- und Kiefernbeständen einen hohen Anteil an der gesamten Großhöhlenentstehung. Bei anderen Gehölzarten wie z.B. den Eichen spielt er demgegenüber höchstens eine untergeordnete Rolle. Durch die bevorzugte Anlage der Brutstätten in lebenden Buchenstämmen fördert der Schwarzspecht die Ansiedlung parasitischer Pilze. Deren Myzel bewirkt im Zusammenspiel mit der Nagetätigkeit von Holzinsekten eine oft Jahrzehnte lang andauernde Hohlraumentwicklung im lebenden Baum. An deren Ende ergibt sich nicht selten ein bis in den Wurzelraum kaminartig hohler, noch immer Laub tragender Stamm. Im Fuß des Baumes bildet sich ein spezieller Mulmkörper mit Bodenkontakt, der aus höhergelegenen Stammteilen oft über Jahrzehnte lang beständig mit Nachschub aus Mulm, Holzbruch und sonstiger organischer Substanz wie z.B. Insektenresten unterhalten wird.

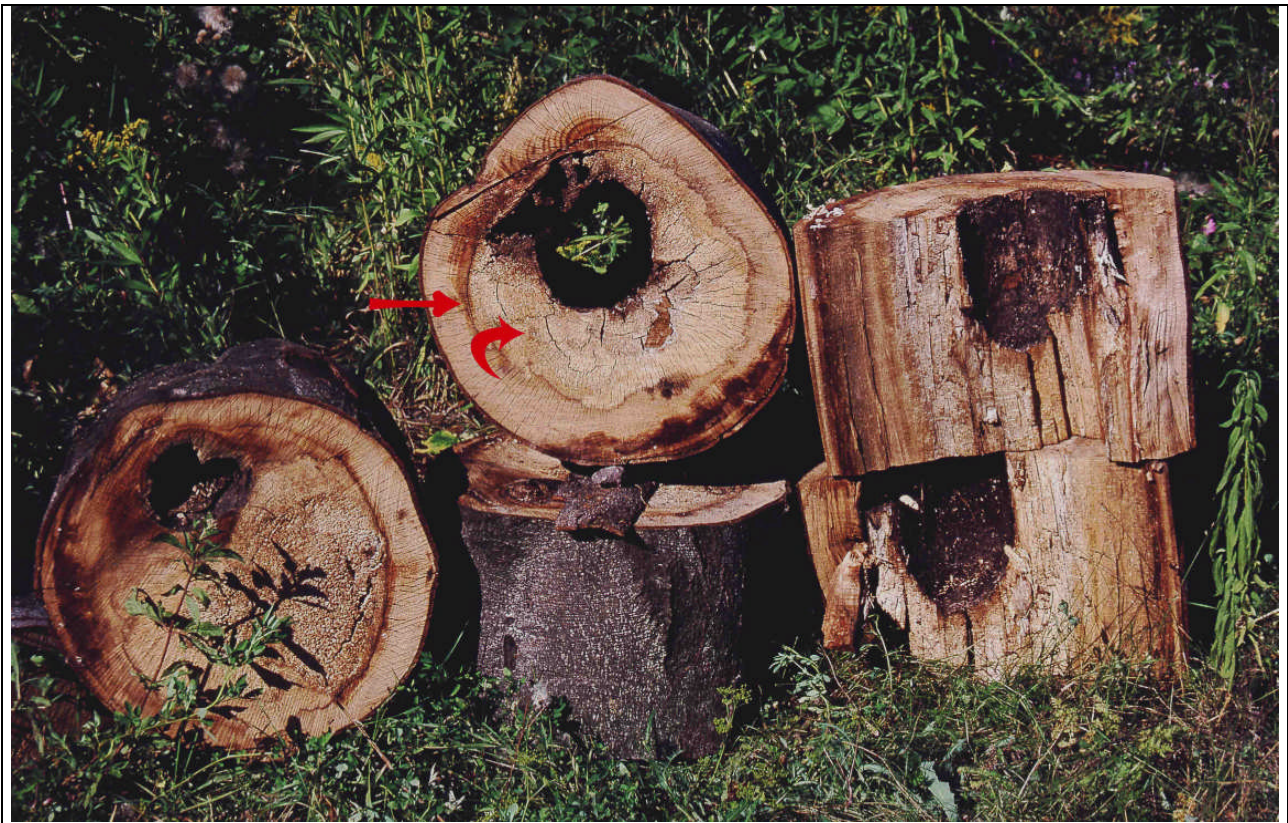


Abb. 3: Gefällte und zu Brennholz zerleinerte Schwarzspecht-Höhlenbuche aus dem Jahr 1998 (Mulm und Nistmaterial der Nachnutzer sind herausgefallen). Obwohl die herausragende Bedeutung solcher Bäume für den Naturschutz bzw. für die Bewertung des Erhaltungszustandes von FFH-Flächen allgemein bekannt ist, kommen solche unnötigen Verluste sogar in nationalparkwürdigen Altwäldern wie z.B. im NSG Stechlin ganz aktuell regelmäßig vor.

Der obere, horizontale Pfeil kennzeichnet die Grenze zwischen vitalem Holz mit intakten Wachstums- und Leitungsfunktionen und dem fast vollständig verpilzten Reifholz (unterer gekrümmter Pfeil). Die Pilzarten sind weniger aggressiv, da sie größere Teile von Kambium und Splint unbesiedelt lassen.

Im verpilzten Reifholz sind dünne, schwarze Demarkationslinien erkennbar, die aus undurchdringlichen bzw. schwer abbaubaren Polymeren bestehen. Sie zeigen u.a. konkurrierende Pilzmyzelien an und lassen auf die Nutzung durch mehr als eine Pilzart schließen.

- Bruthöhlenbau des Grünspechtes

Der Grünspecht bevorzugt zur Brut zwar schon bestehende Hohlräume. Dennoch spielt er eine nennenswerte Rolle als Großhöhleninitiator, weil er regelmäßig vorhandene Schwachstellen in lebenden Bäumen wie verpilzte Bereiche und größere Astlöcher zu größeren Kavitäten erweitert.

- Totastlöcher bzw. Stümpfe

Abgestorbene Starkäste hinterlassen oft nicht überwallbare bzw. auf Dauer vom Baum nicht abschottbare Schwachstellen im Stamm wie dicke Aststümpfe oder größere Astlöcher. Pilzmyzelien und Insekten bewirken in einem oft lange andauernden Initialisierungsprozeß die Entstehung strukturreich gegliederter Großhöhlen im lebenden Baum.

- Starkastaurisse und Teilkronenbrüche

Der Ausriß von Starkästen und der Bruch von Teilkronen bewirken eine oft großflächige Freilegung von Splint-, Reif- und Kernholz. Da der biochemisch-mechanische Schutz der Borke nun fehlt, ist eine Abwehr gegen Pilze und Insekten nur noch sehr eingeschränkt möglich. Solche Bruchverletzungen sind sehr häufige Ursachen der Bildung großer Baumhöhlen bzw. Mulmtaschen.



Abb. 4: Ausgehend von den Bruchstellen von Starkästen und Teilkronen entwickeln sich häufig Großhöhlen.

Abb. 5: Ein typischer Bewohner des weißfaul verpilzten Holzes ist der bis 4,5 mm lange Schwammfresser *Mycetophagus populi* (R.L.-D: 2).

- Kronenbruch – Ersatzkronenbäume

Ein vollständiger Kronenbruch führt in der Regel zur Bildung eines austrocknenden Hochstubbens von oft vielen Metern Länge. Zwar können z.B. Buntspechte dieses stehend abgestorbene Totholz gut zur Anlage von Bruthöhlen nutzen. Die Bildung einer ausgeprägten Großhöhle ist jedoch selten, weil der Großteil der typischen Höhlenbildner unter den Pilzen und Insekten wegen fehlender biologischer Aktivität bzw. wegen der Austrocknung des Holzes keine geeigneten Lebensbedingungen (mehr) vorfinden.

Wenn unter der Bruchstelle ansitzende Äste bzw. schlafende Knospen jedoch die Photosynthesetätigkeit fortsetzen oder gar regelrechte Ersatzkronen ausbilden, können sich von der Bruchstelle ausgehend Großhöhlen bilden bzw. bestehende Höhlen können sich weiterentwickeln.



Abb. 6: Nach dem Bruch der Hauptkrone können sich aus tiefer ansitzenden Ästen bzw. aus schlafenden Knospen funktionsfähige Ersatzkronen entwickeln. Die nebenstehende Buche bildete ausgehend von der Bruchstufe und dem aufgesplitterten Reststamm einen Großhöhlen- und Mulmtaschenkomplex.

Der sich allmählich zersetzende Mulmkörper im noch lebenden Hauptstamm wird durch das aus den darüberliegenden Tothholzbereichen nachrieselnde Substrat kontinuierlich aufgefüllt. Die Stoffströme in den noch lebenden Holzbereichen steigern das Ansiedlungspotential für spezialisierte Arten und gewährleisten eine gewisse Stabilisierung der aus statischer Sicht labilen Baumruine.

Ersatzkronenbäume sind in den heutigen Wirtschaftswäldern wegen der Ausrichtung der Durchforstung auf technisch geringwertigere Stämme sehr selten.

- Zwieselabriß

Der Zwieselabriß ist eine häufige Ursache der Großhöhlenentwicklung. Die Lebenserwartung bzw. Fortentwicklung des Reststammes hängt zwar stark von den Gesamtumständen ab. Langschäftige bzw. windexponierte Restbäume brechen früher als kurzschäftigere mit geringeren Hebeleffekten oder solche, die an windgeschützten Standorten stehen. Je niedriger der Zwiesel am Stamm ansetzte, desto kürzer ist in der Regel die Überlebenswahrscheinlichkeit des Reststammes. Zudem haben die sich jeweils ansiedelnden Pilzarten in Abhängigkeit von ihrer Aggressivität großen Einfluß auf die Entwicklungsprognose des künftigen Höhlenbaumes (siehe unten). Schließlich ist die Struktur der Abrißfläche mit entscheidend für die potentielle Höhlenentwicklung. Stufenbildung ist z.B. günstig, weil sich dann leichter Mulmansammlungen und „Trittbretter“ für Pilze und Insektenlarven bilden.

Großhöhlen an Zwiesel-Abrißstämmen können sehr ausgedehnt und komplex strukturiert sein mit zusätzlichen Kleinhöhlen, Mulmtaschen verschiedener Größen und ausgeprägten Feuchtigkeitsgradienten von Staunässe bis Trockenheit.



Abb. 7: Ein besonders markantes Beispiel der Bruchfläche eines hoch am Stamm ansetzenden Zwiesels. Die stabilisierenden Überwallungen an den Seitenrändern sind deutlich zu erkennen. Über die gesamte Länge der Abrißfläche bildete sich ein zusammenfließender Höhlen- und Mulmtaschenkomplex.

Abb. 8: Im Fuß des Baumes entstand eine Mulmhöhle mit Bodenkontakt als geeigneter Lebensraum zum Beispiel des Blauen Wurzelhals-Schnellkäfers *Limoniscus violaceus*.

- Schürfstellen und Schürfstreifen – Rückeschäden

Durch herabstürzende Kronenteile, Äste oder ganze Bäume entstehen sehr häufig recht großflächige Verletzungen von Borke und Splint als Eintrittspforten diverser auf die Besiedlung lebender Bäume spezialisierter Pilz- und Holzinsektenarten. Daher sind solche Strukturen auch mit die verbreitetsten Ursachen der Großhöhlenbildung.

Die klassischen, durch die Holznutzung regelmäßig entstehenden Rückeschäden am Stammfuß fördern sogar die Entstehung von Großhöhlen mit Bodenkontakt als Speziallebensraum zum Beispiel des europaweit besonders geschützten Veilchenblauen Wurzelhals-Schnellkäfers *Limoniscus violaceus* (Rote Liste Deutschland: 1, vom Aussterben bedroht).



Abb. 9: Schürfstreifen als großflächig-langgestreckte Borkenverletzungen entstehen durch herabstürzende Kronenteile bzw. umstürzende Nachbarbäume. Eine Initialstruktur der Großhöhlenbildung, die auch im normalen Forstbetrieb durch Fällmaßnahmen häufig vorkommt. Die zu erwartenden Großhöhlenbäume entwickeln sich im Wirtschaftswald jedoch selten, weil die betroffenen Stämme in der Regel vor ihrer technischen Entwertung durch die Abbautätigkeit der Pilzmyzelien entnommen werden. Der Baum kann die Verletzung nicht schließen, sodaß sich Pilzmyzelien und Insekten dauerhaft etablieren können. Man erkennt deutlich die rahmenartige Überwallungsstruktur um die Öffnung der sich bildenden Höhle, die der Baum zur statischen Stabilisierung anlegt. Die Anflugfalle dient der Erfassung holzwohnender Insekten.

- Blitzrinnen

Blitzrinnen entsprechen in ihrer Wirkung den Schürfstreifen, sind häufig jedoch viel ausgedehnter. Besonders bei den Eichen entsteht durch den Blitzschlag ein charakteristisch differenzierter Lebensraumkomplex, der neben den sich häufig bildenden Großhöhlen und Mulmtaschen braunfaule Kernholzbereiche sowie eine hart weißfaule, sehr dauerhafte Splintplatte umfaßt.



Abb. 10: Gefällte Blitzrinneneiche. Die hartweißfaule, sehr dauerhafte, die dahinterliegenden Bereiche schützende Splintplatte entwickelt sich fast obligatorisch: Lebensraum z.B. des fadenförmigen Rindenkäfers *Colydium filiforme* (R.L.-D: 2). Über die Blitzrinne wurde das Kernholz vom Schwefelporling besiedelt: Lebensraum z.B. des gelbschuppigen Schnellkäfers *Lacon quercus* (R.L.-D: 1).

Am stehenden Baum bilden sich ausgehend von den Rändern der Splintplatte oft sehr komplexe Mulmtaschen- und Höhlensysteme, die u.a. der Eremit *Osmoderma eremita* als Larvallebensraum nutzen kann.

Der aus naturschutzfachlicher Sicht sehr wertvolle Baum hätte durch weiteres Absetzen der ohnehin schon teilweise herabgebrochenen Krone gefahrlos als stehendes Biotopholz erhalten werden können.

- Risse und Spalten

Risse und Spalten entstehen im lebenden Baum zum Beispiel durch starke Torsionskräfte bei Windeinwirkung. Wie bei anderen tiefreichenden Stammverletzungen siedeln sich verschiedene Lebendbaumspezialisten unter den Pilzen an und leiten die Sukzession zur Großhöhle bzw. zum Mulmtaschenkomplex ein. Die Spalten werden von diversen Wirbeltierarten wie z.B. Baumläufern, Meisen und Kleinsäugern als Brutraum, Versteck und Vorratslager genutzt. Nahrungsreste und Nistmaterial schaffen neue Kleinhabitate und unterstützen die Bildung eines nährstoffreichen Mulmkörpers bzw. von Mulmtschen.

Risse und Spalten können am stehenden Totholz wie z.B. den Hochstubben der Zunderschwamm-Buchen zur Bildung mulmhaltiger Hohlstrukturen führen. Diese Hohlstrukturen weisen oft Habitatateigenschaften auf, die den Großhöhlen ähneln. Besonders wenn durch einsickerndes Niederschlagswasser gleichmäßiger durchfeuchtete Bereiche entstehen, siedeln sich sogar klassische Großhöhlenbewohner wie der Eremit *Osmoderma eremita* an (Rote Liste Deutschland: 2, stark gefährdet und prioritäre Art der FFH-Richtlinie).

Evolutionsgeschichtlich haben sich Hunderte von Insektenarten auf Hohlräume in Bäumen spezialisiert. Allein bei den Käfern zählen in Deutschland mindestens 280 Arten zu den regelmäßigen Bewohnern des Lebensraumkomplexes Großhöhle. Die differenzierte Einnischung wurde durch folgende Parameter ermöglicht:

## 2. Eigenschaften von Großhöhlen

### 2.1 Substrateigenschaften nach Gehölzarten

Die Inhaltsstoffe des Holzes, Lignin und Zellulosebestandteile, bilden das Grundsubstrat sowohl der Wände, als auch des Mulmkörpers. Die biochemischen Eigenschaften unterscheiden sich in Abhängigkeit von der Gehölzartengruppe bzw. von der Gehölzart. Nadelbäume sind sowohl wegen ihres vergleichsweise einfachen Holzaufbaus, als auch wegen ihres Harzgehaltes deutlich von den Laubgehölzen abgegrenzt. Innerhalb der Gruppe der Laubgehölze gibt es andere Differenzierungskriterien wie z.B. die Kernholzbildung durch Einlagerung von Gerbstoffen.

### 2.2 Substrateigenschaften und Dauerhaftigkeit der Höhlen in Abhängigkeit von der Vitalität des Wirtsbaumes

- Stoffströme im lebenden Baum

Von ganz entscheidendem Einfluß auf die Eignung eines Höhlenbaumes als Lebensraum spezialisierter (Insekten-) Arten sind intakte Transpirations- bzw. Stoffströme. Der Transport einer wässrigen Nährsalzlösung in die Krone und der gegenläufige Assimilatstrom sorgen für eine recht gleichmäßige Feuchtigkeitsversorgung in Höhlenwänden und Mulmkörper, wobei aktive Pilzmyzelien eventuell eine zusätzliche Rolle spielen. Zudem bewirken die Stoffströme eine Nahrungssubstitution im anbrüchigen, in der Abbausukzession befindlichen Baum. Die Mehrzahl der parasitischen Holzpilzarten ist unmittelbar von den Nährstoffen abhängig, die von biologisch aktiven Baumkronen und Wurzelwerk unterhalten werden. Die Biosyntheseleistungen der Pilzmyzelien sind ihrerseits wichtige Grundlagen für die erfolgreiche Ansiedlung spezialisierter Holzinsekten wie z.B. bestimmter Holzrüsselkäfer (Cossoninae) als Beutetiere des Mattschwarzen Schnellkäfers *Megapenthes lugens* (Rote Liste Deutschland: 1, vom Aussterben bedroht).



Abb. 11: Der bis 1 cm große Scheinbockkäfer *Ischnomera caerulea* (R.L.-D: 3) verbringt sein Larvenstadium im recht feuchten, verpilzten Holz im Inneren lebender Bäume.

Der Stammdurchmesser muß nicht hoch sein. Selbst Jungbäume von Stangenholzdimension werden besiedelt, wenn eine geeignete Verpilzung z.B. ausgehend von einer Schürfrinne vorliegt.





Abb. 12: Der bis 2,3 cm große Beulenkopfbock *Rhamnusium bicolor* (R.L.-D: 2) ist eine Charakterart weißfaul verpilzender Bereiche in lebenden Bäumen. Die wärmeliebende Art besiedelt gerne Straßenbäume, die über verpilzende Sägeflächen und Anfahrtschäden in die Großhöhlenbildung eingetreten sind. *Rhamnusium bicolor* ist im Gegensatz zu anderen Holzbewohnern eine sehr ausbreitungsfähige Art, die in nächtlichen Suchflügen per Geruchssinn neu entstehende Lebensräume selbst in Großstädten erstaunlich schnell erschließt.

- Regenerationsfähigkeit des lebenden Höhlenbaumes

Die Dauerhaftigkeit lebender Höhlenbäume ist oftmals erstaunlich. Die Fähigkeit, viele Jahrzehnte lang trotz weitreichenden Stammholzabbaus Standfestigkeit zu bewahren, wird zum einen wesentlich durch die Art der Pilzbesiedlung bestimmt (siehe unten). Zum zweiten gelingt dem Baum regelmäßig eine statische Regeneration durch die Bildung stabilisierender Holzstrukturen. Die Überwallungen an Höhleneingängen (wie z.B. ehemaligen Schürfrinnen) fangen Lasten auf bzw. verteilen sie. In Abhängigkeit von der Pilzart können lebende Bäume Schwachpunkte am Stamm über biologische Signalstoffe wahrnehmen und mit entsprechendem Kompensationszuwachs gegensteuern.

### 2.3 Substrateigenschaften nach der Art der Pilzbesiedlung

Die verschiedenen Gehölzarten werden in Abhängigkeit von ihrer Holzstruktur und Biochemie durch zum Teil völlig verschiedene, ja sogar spezifische Spektren holzabbauender Pilze besiedelt. Darüber hinaus gestalten Konkurrenz, Parasitismus, Regional- und Lokalklima die Zusammensetzung der Holzpilzflora. Da die einzelnen Pilzarten auf biochemisch z.T. sehr individuelle Weise an den Holzabbau herangehen, ergeben sich oft fundamental verschiedene Substrateigenschaften (vgl. z.B. SCHWARZE 1999). Diese von der Pilzart abhängige Habitatsituation bestimmt die Artenspektren entsprechend angepaßter Insektenarten. Der gleiche Baum kann durchaus von verschiedenen Pilzarten besiedelt sein mit der Folge einer Steigerung des Ansiedlungspotentials spezialisierter Insektenarten.

#### 2.3.1 Beispiel heimische *Quercus*-Arten.

Die heimischen Eichenarten zeichnen sich durch eine identische Holzpilzflora aus. Höhlenstruktur und Mulm unterscheiden sich in Abhängigkeit von der dominierenden Pilzart. So bewirken die zwei Haupt-Abbauwege Braun- und Weißfäule deutliche Abstufungen des Ressourcenangebotes und der Ressourcenqualität:

- Schwefelporling *Laetiporus sulphureus*



Abb. 13: Junge Fruchtkörper des Schwefelporlings *Laetiporus sulphureus*. Fruchtkörper und Myzel erreichen die größte Artenvielfalt an Insekten, wenn der Pilz an Alteichen wächst. Ansonsten besitzt der Schwefelporling ein breites Wirtsbaumspektrum: Z.B. Eichen, Weiden, Robinien, seltener Rotbuchen und sogar Koniferen.



Abb. 14: Blick in das zerklüftete Innere einer Alteichen-Großhöhle. Im trockenen Milieu bleiben die ansonsten leicht vergänglichen Fruchtkörper des Schwefelporlings länger erhalten.

Der häufigste Großhöhlenbildner in Eichen ist der Schwefelporling *Laetiporus sulphureus*. Das Pilzmyzel schont in der Regel Teile des Kambiums und des Splints als lebenswichtige Organe des Baumes. Daher kann er weiter Photosynthese betreiben und nach Bruchereignissen Ersatzkronen ausbilden. Eine statische Stabilisierung ist trotz der allmählich zu einer kaminartigen Struktur fortschreitenden Aushöhlung regelmäßig erfolgreich, sodaß die Stämme als Bruträume unter anderem des Eremiten *Osmoderma eremita* bis zu einem Jahrhundert lang zur Verfügung stehen (vgl. z.B. BUTIN S. 155 f). Der Schwefelporling bewirkt eine intensive Braunfäule. Dabei werden die Zellulosebestandteile des Holzes bevorzugt abgebaut unter Zurücklassung eines rötlichen Ligninstaubes. Die endosymbiontischen Bakterien vieler Holzinsektenarten wie des Eremiten bauen hauptsächlich Zellulosebestandteile ab, sodaß der ligninreiche Mulm eine relativ schlechtere Verwertbarkeit aufweist. Eine weitere negative Eigenschaft des Ligninstaubes ist sein eher wasserabweisendes Verhalten. Lignin enthält aromatische Verbindungen mit im Vergleich zu Zellulose geringerem Anteil an für die Bildung von Wasserstoffbrücken geeigneten Hydroxylgruppen. Daher ist die Fähigkeit zur Wasseraufnahme bzw. zur Wasserspeicherung des aus Braunfäule hervorgegangenen Mulmes bzw. Holzes im Vergleich zu Weißfäulen deutlich herabgesetzt. Trockenheit und Nährstoffarmut erhöhen das Absterberisiko vieler Larven und Puppen bzw. bewirken eine Tendenz zum Kannibalismus.

Braunfaules Holz beherbergt eigens spezialisierte Insektenarten. Beispiele sind der Kardinalrote Schnellkäfer *Ampedus cardinalis* (Rote Liste Deutschland: 1, vom Aussterben bedroht), der

Gelbschuppige Schnellkäfer *Lacon quercus* (R.L.-D: 1), der Großzahnkäfer *Prostomis mandibularis* (R.L.-D: 1) und der Zwerghirschkäfer *Aesalus scarabaeoides* (R.L.-D: 1).

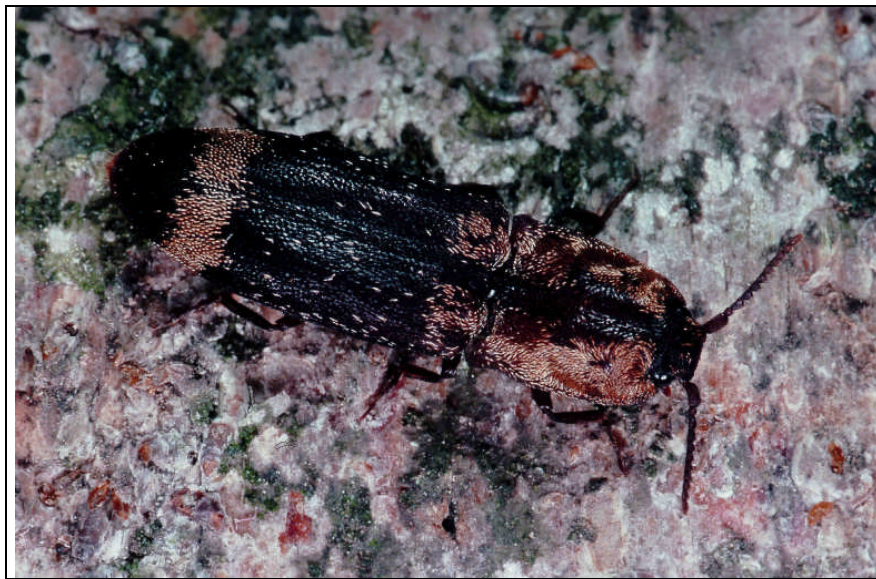


Abb. 15: Der Gelbschuppige Schnellkäfer *Lacon quercus* (R.L.-D: 1) als Beispiel eines Spezialisten, der sich so gut wie ausschließlich im braunfaulen, vom Myzel des Schwefelporlings durchzogenen Holz stehender Eichen entwickelt. Größe bis 12 mm.

- Eichen-Feuerschwamm *Phellinus robustus*

An manchen Eichen spielt der konkurrenzstarke Schwefelporling höchstens eine nachrangige Rolle. Stattdessen bestimmt das Myzel des Eichen-Feuerschwamms *Phellinus robustus* die biochemisch/physikalische Situation. Der Pilz ist ein Weißfäule-Erreger, der in charakteristischer Weise auch Teile von Splint und Kambium zum Absterben bringt. Da *Phellinus robustus* auch Lignin abbaut, werden die Hydroxylgruppen der Zellulosebestandteile sogar freigelegt. Wie bei anderen Weißfäulen ist eine höhere Wasseraufnahmefähigkeit des Restholzes bzw. des Mulmes die Folge. Die Menge an z.B. durch Larven des Eremiten verwertbarer Zellulose ist im Vergleich zur Braunfäule höher. *Phellinus robustus* tritt als Großhöhlenbildner allerdings deutlich seltener auf, als *Laetiporus sulphureus*.

### 2.3.2 Beispiel Rotbuche *Fagus sylvatica*

*Fagus sylvatica* bildet im Stamminneren ein sogenanntes Reifholz, das im Gegensatz zum Kernholz der Eichen keine eingelagerten Schutzstoffe aufweist. Die Holzpilzflora der Rotbuche unterscheidet sich fast grundlegend von der der Eichen. Typische Braunfäule-Erreger sind eher selten, es dominieren Weiß- und Moderfäulen. Die Artenzahl der parasitisch lebenden Holzpilzarten mit Potential zur andauernden Großhöhlenbildung ist größer, als bei den heimischen Eichenarten. Als Verursacher der Großhöhlenbildung sind in erster Linie der Goldfell-Schüppling *Pholiota aurivella*, der Gewöhnliche Austernseitling *Pleurotus ostreatus*, der Behangene Seitling *Pleurotus dryinus*, der Schuppenporling *Polyporus squamosus* und Schillerporlinge der Gattung *Inonotus* (z.B. der Flache Schillerporling *Inonotus cuticularis*) zu erwähnen. Seltener Arten mit einer Spezialisierung auf eine lang andauernde parasitische Phase im lebenden Baum sind z.B. Schwammporlinge aus der Gattung *Spongipellis*, der Igel-Stachelbart *Hericium erinaceum* und der Nördliche Stachelseitling *Climacodon septentrionalis*.

- Goldfell-Schüppling *Pholiota aurivella*

Der Goldfell-Schüppling *Pholiota aurivella* ist einer der bedeutendsten Höhlenbildner an Laubgehölzen und an Rotbuche sozusagen das Pendant des Schwefelporlings an Eichen. Die

Gattung *Quercus* wird gemieden wohl aus biochemischen Gründen. Das Pilzmyzel schont das Kambium und Teile des Splints, sodaß sich die allmählich und oft bis zu einer kaminartigen Struktur ausgehöhlten Bäume statisch stabilisieren können und als Bruträume unter anderem des Eremiten als prioritärer Art der FFH-Richtlinie nicht selten Jahrzehnte lang zur Verfügung stehen.



Abb. 16: Ältere Mulmhöhle links im Teilstumpf. Bildung eines Mulmtaschenkomplexes und einer Großhöhle an einem frischen, jedoch schon länger pilzbesiedelten Zwieselabriss mit Bruchstufe. Zu erkennen sind gelbliche Jungfruchtkörper des Goldfellschüpplings und eine Fruchtkörperleiste des Flachen Schillerporlings.

Abb. 17: Bild oben rechts: Großaufnahme von Fruchtkörpern des Flachen Schillerporlings *Inonotus cuticularis*.



Abb. 18: Fruchtkörpergruppen des Goldfellschüpplings *Pholiota aurivella*. Wie andere Lebendbaumbesiedler unter den Holzpilzen fruktifiziert die Art nach dem Bruch des Stammes noch eine Zeit lang bis zur Erschöpfung des Substrates oder bis zur Verdrängung durch andere Pilzarten.

*Pholiota aurivella* galt lange als Braunfäulepilz. Eine genauere histologische und biochemische Betrachtung ergab jedoch eine spezielle Form der Weißfäule (WEBER mündlich). Da die betroffenen Bäume noch lange Zeit weiter assimilieren und Massenzuwachs leisten, wird der sich kontinuierlich zersetzende Mulmkörper ständig durch von den Innenwänden der Höhlung nachrieselndes Material aufgefüllt. Wenn der Wirtsbaum abstirbt, erlischt diese Erhaltungsfunktion und die Eignung als Lebensraum z.B. des Beulenkopfböckers *Rhamnusium bicolor* (R.L.-D: 2) oder des Veilchenblauen Wurzelhals-Schnellkäfers *Limoniscus violaceus* (R.L.-D: 1) als Art des Anhangs II der FFH-Richtlinie geht recht schnell verloren.

- Zunderschwamm *Fomes fomentarius*

Der in naturnahen Buchenbeständen oft aspektbestimmende Zunderschwamm *Fomes fomentarius* hingegen hat eine erheblich kürzere parasitische Phase. Obwohl er zur Etablierung seines Myzels wie der Goldfell-Schüppling auf lebendes Holz angewiesen ist, destabilisiert er seine Wirtsbäume durch rasches Vordringen im Holzkörper und durch das Abtöten des Kambiums mit ungleich höherer Geschwindigkeit. *Fomes fomentarius* erzeugt daher in erster Linie die für die Alterungs- und Zerfallsphase der Rotbuchenbestände typischen, mehrere Meter langen Hochstubben als „Wahrzeichen“ eines eigenständigen Weges der Abbausukzession.

- Rotrandiger Baumschwamm *Fomitopsis pinicola*

Der Rotrandige Baumschwamm *Fomitopsis pinicola* tritt als Schwächeparasit der Rotbuche regional häufiger auf. Er ist im Gegensatz zum Zunderschwamm ein Braunfäule-Erreger. Auch *Fomitopsis pinicola* bewirkt einen relativ raschen Bruch des Hauptstammes, sodaß in der Regel keine kontinuierliche Großhöhlenentwicklung möglich ist.

Liste potentiell höhlenbildender Holzpilze (ohne Anspruch auf Vollständigkeit)	
<i>Aurantioropus fissilis</i>	Apfelbaum-Weichporling
<i>Climacodon septentrionalis</i>	Riesen-Stachelporling
<i>Hericium erinaceum</i>	Igel-Stachelbart
<i>Hypsizygos (Lyophyllum) ulmarius</i>	Ulmen-Rasling
<i>Inonotus hispidus</i>	Zottiger Schillerporling
<i>Inonotus cuticularis</i>	Flacher Schillerporling
<i>Laetiporus sulphureus</i>	Schwefelporling
<i>Phellinus robustus</i>	Eichen-Feuerschwamm
<i>Pholiota aurivella</i>	Goldfell-Schüppling
<i>Pholiota populinea</i>	Pappel-Schüppling
<i>Pholiota squarrosa</i>	Sparriger Schüppling
<i>Pleurotus cornucopiae</i>	Rillstieliger Seitling
<i>Pleurotus dryinus</i>	Behangener Seitling
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Gemeiner Austerseitling
<i>Polyporus squamosus</i>	Schuppenporling
<i>Spongipellis spumeus</i>	Laubholz-Schwammporling
<i>Spongipellis pachydon</i>	Dickstacheliger Schwammporling



Abb. 19: Fruchtkörpergruppen des Igel-Stachelbartes *Hericium erinaceum*. Wie andere Lebendbaumbesiedler unter den Holzpilzen fruktifiziert die Art nach dem Bruch des Stammes noch eine Zeit lang bis zur Erschöpfung des Substrates oder bis zur Verdrängung durch andere Pilzarten

## 2.4 Substrateigenschaften nach Art und Ausmaß der Sekundärbesiedlung

Die Erweiterung einer Stammhöhle geht in erster Linie auf die Abbautätigkeit der Pilzmyzelien im umgebenden Holzkörper zurück. Die Biosyntheseleistungen der Pilze bewirken schon eine Anreicherung mit für viele Holzinsekten essentiellen Stoffen wie Proteinen und komplizierteren Verbindungen wie z.B. Vitaminen der B-Gruppe. Im Inneren der Stammhöhlen wachsende Pilzfruchtkörper bewirken eine weitere Auffächerung des allmählich entstehenden, verschachtelten Nischenangebots. Im Gefolge siedeln sich in den Höhlenwänden zahlreiche Arten an, die von den Pilzen abhängig sind. Zum Teil sehr individuenstarke Populationen bilden z.B. Holzrüsselkäfer wie *Phloeophagus lignarius*, *Stereocorynes truncorum*, *Cossonus parallelipedus*, *Rhyncolus reflexus* (R.L.-D: 2), Schwamm-Pochkäfer wie *Dorcatoma flavicornis* (R.L.-D: 3) und *D. chrysolina* (R.L.-D: 3) sowie Bockkäfer wie der Beulenkopfbock *Rhamnusium bicolor* (R.L.-D: 2). Durch ihre Nagetätigkeit werden sowohl die Erweiterung bestehender Hohlräume, als auch die Bildung eines Mulmkörpers beschleunigt bzw. unterstützt. Dieser Mulmkörper enthält neben Nagemehl und Holzbruch Reste der Pilze und Überbleibsel der wandbewohnenden Arthropoden.

Eine Steigerung des Gehaltes an wichtigen Grundstoffen der Biosynthese erfährt der Mulmkörper durch Holzameisen, die im verpilzten Holz oft sehr individuenstarke und dauerhafte Kolonien aufbauen. In erster Linie sind die Kleine braune Holzameise *Lasius brunneus* und die Glänzenschwarze Holzameise *Lasius fuliginosus* zu nennen, an Nadelholz über *Lasius brunneus* hinaus die beiden Roßameisenarten *Camponotus herculeanus* und *C. ligniperda*. *Lasius brunneus* nagt ein umfangreiches Gang- und Kammersystem ins weichere, verpilzte Holz.

*Lasius fuliginosus* zernagt das verpilzte Holz, versetzt es mit großen Mengen an Honigtau und baut ein Kartonnest mit einfachen Kammern. Im Wandsubstrat des Nestes wächst der Pilz *Cladosporium myrmecophilum*, dessen Geflecht für die notwendige Festigkeit sorgt (SEIFERT 1996, S. 28).

Hornissen (Abfallhaufen unter dem Nest, tote Tiere besonders am Saisonende), Honigbienen (Abfälle, tote Imagines und Larven, Wachs der Waben), Wespen, ja sogar Hummeln erhöhen als regelmäßige Bewohner hohler Bäume ebenfalls den Nährstoffgehalt des Mulmes und dessen Eignung als tragfähige Ressource in der heutigen Kulturlandschaft seltener bis ausgestorbener Insektenarten.

Nachnutzer unter den Wirbeltieren bewirken in vielen Fällen eine qualitativ und quantitativ bedeutende, oft über längere Zeiträume unterhaltene Anreicherung der Baumhöhle mit externen Nähr- und Mineralstoffen. Nistmaterial, Beutereste, Kot, Gewölle, Federkiele, Knochen, taube Eier, Schalen, tote Jung- und Alttiere enthalten hohe Anteile an Grundstoffen der Biosynthese: Zellulose, Phosphat, Stickstoff, Spurenelemente und Vitamine bzw. deren Komponenten. Sie werten die Qualität und die Reserven des Mulmkörpers in entscheidender Weise auf bzw. unterhalten sein Volumen. In geeignete Höhlen wird z.B. viel Nistmaterial von Staren und Dohlen eingetragen. Käuze, Fledermäuse und Siebenschläfer sind weitere Beispiele für Wirbeltiere mit bedeutendem Einfluß auf die Substrateigenschaften des Höhlenlebensraumes.

Schließlich gestalten die Mulmbewohner selbst das Artenpotential ihres Lebensraumes. In Abhängigkeit von Feuchtigkeitsgehalt, Feuchtigkeitsgradienten, Temperaturgang, Ausgangssubstrat und Volumen des Mulmkörpers stellen sich mehr oder weniger arten- und individuenreiche Tiergesellschaften ein. Die ökologischen Beziehungen sind oft komplex. So gibt es z.B. Ameisengäste, Detritusfresser, Räuber und Parasitoide. Die Kleine braune Holzameise beherbergt besonders viele Gastarten wie z.B. den Rippen-Kurzflügler *Thoracophorus corticinus* (R.L.-D: 1) und den Stutzkäfer *Abraeus parvulus* (R.L.-D: 2). Im Gefolge der Hornissenbauten stellen sich

der Hornissenkäfer *Velleius dilatatus* (R.L.-D: 3) und der Hornissen-Schimmelkäfer *Cryptophagus micaceus* (R.L.-D: 2) ein. Detritusfresser mit zum Teil fakultativ carnivorer Lebensweise sind der Schnellkäfer *Brachygonus dubius* (R.L.-D: 1) sowie der Feuerschmied *Elater ferrugineus* (R.L.-D: 2), Mulmpflanzenkäfer wie *Prionychus ater* (R.L.-D: 3) und Schwarzkäfer wie der Pechbeinige Mehlkäfer *Neatus picipes* (R.L.-D: 1). Eine räuberische Art ist z.B. Rosenhauers Schnellkäfer *Crepidophorus mutilatus* (R.L.-D: 2).



Abb. 20: Der deutschlandweit stark gefährdete Feuerschmied *Elater ferrugineus* ist mit bis 2,4 cm Länge einer der größten Schnellkäfer Europas. Die Larve lebt zum Teil räuberisch. Sie überfällt z.B. Larven des Eremiten und verschiedener Rosenkäferarten wie die des Großen Goldkäfers

Abb. 21: Die bis 5 cm lange Larve von *Elater ferrugineus* lebt zum Teil räuberisch. Die Entwicklungsdauer beträgt etwa drei Jahre..

Zu den Sekundärnutzern natürlicher Stammhöhlen zählen nicht nur Tiere. Der Schillerporling *Inonotus nidus-pici* ist auf die Besiedlung von Spechthöhlen in lebenden Laubbäumen spezialisiert, die im kontinental getönten Klimaregionen des östlichen Mitteleuropas wachsen. Die Eignung der Baumhöhlen für Sekundärbesiedlung ist jedoch höchst individuell verschieden. Die Spannweite des Ressourcenangebots bzw. des Stoffnachschiebs schwankt stark in Abhängigkeit von der Höhlenstruktur und ihrem Feuchtigkeitsregime.



Abb. 22: Der Spechthöhlen-Schillerporling *Inonotus nidus-pici* als spezialisierter Bewohner von Spechthöhlen in lebenden und absterbenden Laubholzstämmen. Die wärmeliebende Art ist selten und bevorzugt Regionen mit subkontinental geprägtem, wärmerem Klima.

## 2.5 Substrateigenschaften nach Feuchtigkeitsgehalt

- Art der Pilzbesiedlung

Wie schon erwähnt, hängt das Feuchteregime stark von der Art der Pilzbesiedlung ab. Die Holzabbauwege Braun-, Weiß- und Moderfäule bewirken zum Teil ein antagonistisches Verhalten, indem sie wasserabweisende und wasseraufnehmende Substrate erzeugen.

- Niederschlagswasser

Der Zutritt von Niederschlagswasser ist besonders im Falle abgestorbener Bäume bzw. von Hochstubben ein über den Fortbestand vieler Insektenpopulationen entscheidender Faktor. Man kann sich leicht vorstellen, daß der Wasserhaushalt eines Altbaumes bzw. Hochstubbens höchst individuell durch eine ganze Reihe von Strukturmerkmalen geprägt wird. So kann nur ein Teil der äußerlich als geeignet erscheinenden Stämme z.B. vom Eremit *Osmoderma eremita* wirklich als Bruthabitat genutzt werden. Staunässe wird ebenso wenig vertragen wie konstante Trockenheit. Die Larven können Feuchtigkeit zwar sehr ökonomisch verwerten; Austrocknung führt dennoch nicht selten zum Erlöschen einer Teilpopulation. Im Stechlinseegebiet konnte z.B. eine mit mehreren Litern Kotkrümel gefüllte Höhle im Kronenraum einer abgestorbenen, hartweißfaulen Trockenbuche gefunden werden, die in den Kokons abgestorbene, nicht vollständig ausgehärtete Imagines enthielt: Mit dem Versiegen des Transpirationsstromes und mit dem Ausbleiben des Zustroms von Niederschlagswasser war den Tieren ein wesentlicher Teil ihrer Lebensgrundlage entzogen.

Höhlungen in lebenden Bäumen führen nicht selten ständig Wasser unter Bildung sogenannter Phytotelmen, die einen eigenen Kleinlebensraum darstellen mit Arten wie dem Käfer *Prionocyphon serricornis* (Koleoptera - *Scirtidae*). Stauwasser in Baumhöhlen führt zur Ausbildung



sauerstoffarmer Totholzlebensräume, auf die die Larven z.B. einer Reihe von Schwebfliegenarten (wie z.B. der Hummelschwebfliegen aus der Gattung *Mallota*) spezialisiert sind. Mit Hilfe ihres langen, teleskopartig ausfahrbaren Atemrohres („Rattenschwanz-Larven“) können sie diesen an sich lebensfeindlichen Sonderbiotop fast konkurrenzlos besiedeln; Ihre Nahrung dürfte vorwiegend aus Bakterien bestehen.

Mulmkörper nasser Baumhöhlen im Stammfuß sind die Domäne des Bluthals-Schnellkäfers *Ischnodes sanguinicollis* (R.L.-D: 1, vom Aussterben bedroht), dessen Larven und Puppen erstaunlich widerstandsfähig gegen Feuchtigkeit und Sauerstoffmangel sind.



Abb. 23: Die bis 1,7 cm lange Hummelschwebfliege *Mallota fuciformis*. Die Larven wurden nach der Fällung in der staunassen Höhle einer Roßkastanie gefunden. Sie lebten tief im flüssigkeitsgesättigten Holz des Höhlenbodens. Das Holz war stark aufgeweicht und ließ sich an den Jahrringflächen von Hand zerteilen.



Abb. 24: Der bis 11 mm große Bluthals-Schnellkäfer *Ischnodes sanguinicollis* ist ein Spezialist nasser Mulmhöhlen im Fuß vorwiegend lebender Laubbäume (R.L.-D: 1). Sauerstoffarmut wird in Anpassung an die extremen Bedingungen des Lebensraumes von den Larven und Puppen in einem erstaunlichen Ausmaß ertragen. (Photo: E.Wachmann).

- Abschirmung von Feuchtigkeit

Eine der Besonderheiten der Großhöhlen ist die Ausbildung ausgeprägter, von Niederschlag und Bodenwasser abgeschirmter Trockenbereiche. Selbst in feuchten Waldgesellschaften werden auf diesem Wege Sonderbiotope bereitgestellt, in denen auch xerophile Arten Populationen aufbauen können.



Abb. 25: Trockene Bereiche in Baumhöhlen und an den wetterabgewandten Seiten stark dimensionierter, stehender Totholzstrukturen besiedelt die in Mitteleuropa nur aus historisch alten Waldbeständen bekannte Faulholzmotte *Schiffermuelleria stroemella*.



Abb. 26: Eine Charakterart mulmiger Trockenbereiche alter Baumruinen ist der Mattschwarze Mehlkäfer *Tenebrio opacus* (R.L.-D: 2).

Ein typisches Beispiel einer solchen trockenheitsliebenden Art der "Häuser der Natur" ist der "Mattglänzende Mehlkäfer" *Tenebrio opacus* (R.L.-D: 2). Er ist mit dem bekannten Mehlkäfer *Tenebrio molitor* zwar nahe verwandt, kommt aber nicht in Gebäuden, sondern ausschließlich im entsprechenden Naturbiotop vor. Seine Larven findet man im trockenen Holz-„Mehl“, einer nähr- und mineralstoffreichen Mischung aus Holzbruch, Insektenresten, Federkielen, Knochen, Nistmaterial sowie den Resten der Pilzmyzelien und Fruchtkörper.

## 2.6 Exposition



Abb. 27: Einige wärmeliebende Insektenarten besiedeln vorzugsweise Höhlen im Kronenraum.

Abb. 28: Als Beispiel die Kammschnake *Flabellifera ornata*.

Die Lokalisation der Höhle im Stamm hat einen erheblichen Einfluß auf ihre Fauna und Pilzflora. So gibt es sehr wärmeabhängige Arten, die vorwiegend in sonnenexponierten Bereichen hoch am Stamm bzw. im Kronenraum zu finden sind. Beispiele sind der Große Goldkäfer *Protaetia aeruginosa* und die Kammschnake *Flabellifera ornata*.

Höhlen im Stammbfuß mit Bodenkontakt zeichnen sich durch eigene mikroklimatische und strukturelle Merkmale aus. Manche dieser Höhlen entwickeln Mulmareale von lehmartiger Konsistenz. Solche charakteristischen Mulmschichten und Mulmlinsen bilden sich durch Jahrzehnte andauernde biochemische Abbau- und Polymerisationsprozesse aus einer feuchten Mischung, die aus Holzbruch, Bohrmehl, Laub, Nistmaterial höhlenbewohnender Wirbeltiere, Nahrungsresten wie Bucheckern und Eicheln, Tierkot aller Art, Pilzmyzelien, Pilzfruchtkörpern sowie diversen Überresten von Tieren wie z.B. Chitinteilen, Gewöllen, Horn- und Knochensubstanz. Nur lebende Laubbäume stärkerer Dimensionen stellen die ökologischen Rahmenbedingungen für die langwierige Ausprägung dieses Speziallebensraumes bereit. Eine Charakterart dieses Habitats ist der Veilchenblaue Wurzelhals-Schnellkäfer *Limoniscus violaceus* (Art der FFH-Richtlinie und in Deutschland vom Aussterben bedroht).



Abb. 29: Bodenhöhle mit Mulmkörper in einer lebenden Altbuche.



Abb. 30: Der bis 11 mm lange Veilchenblaue Wurzelhals-Schnellkäfer *Limoniscus violaceus* als Spezialist der Mulmhöhlen mit Bodenkontakt (Photo: E. Wachmann).

#### Literatur:

- BUTIN, H. (1989): Krankheiten der Wald- und Parkbäume. Diagnose - Biologie - Bekämpfung. 2. Auflage. 216 S. Stuttgart/New York: Thieme.
- SEIFERT, B. (1996): Ameisen beobachten, bestimmen. 351 S. Naturbuch-Verlag, Augsburg.
- SCHWARZE, F.W.M.R, ENGELS, J. & C. MATTHECK (1999): Holzzersetzende Pilze in Bäumen - Strategien der Holzzersetzung. 245 S. Steinlein, H. (Ed.): Rombach Wissenschaften - Reihe Ökologie, Bd. 5. Freiburg.

Weiterführende Literatur (Auswahl):

- DONISTHORPE, H. (1927): The Guests of British Ants. 244 S. London.
- GERHARDT, E. (1997): Der große BLV-Pilzfürer für unterwegs. 718 S. BLV München.
- HEDIN, JONAS (2003): Metapopulation ecology of *Osmoderma eremita* – dispersal, habitat quality and habitat history. Dissertation. Lund 2003. ISBN 91-7105-189-9.
- HELSDINGEN, van P.J., SPEIGHT, M.C.D. & L. WILLEMSE (ED.) (1996): Background information on invertebrates of the Habitats Directive and the Bern Convention. Part I - Crustacea, Coleoptera and Lepidoptera, 22-26. Nature and environment, No. 79, Council of Europe, Strasbourg
- HUSLER, F. & J. HUSLER. (1940): Studien über die Biologie der Elateriden (Schnellkäfer). Mitteilungen der Münchner Entomologischen Gesellschaft e.V., 30/1, S. 343-409.
- IABLOKOFF, A. KH. (1943): Éthologie de quelques Élatérides du massif de Fontainebleau. Mémoires du museum national d'histoire naturelle XVIII, 3.
- MÖLLER, G. (2003): Der Veilchenblaue Wurzelhals-Schnellkäfer *Limoniscus violaceus* im Norden des Landes Brandenburg und im Saarland. Abh. Delattinia 29: 29-27, Saarbrücken.
- RYMAN, S. & I. HOLMASEN (1992): Pilze. 718 S. Bernhard Thalacker, Braunschweig.
- SCHAFFRATH, ULRICH (2003): Zur Lebensweise, Verbreitung und Gefährdung von *Osmoderma eremita* (Scopoli, 1763) (Coleoptera; Scarabaeoidea, Cetoniidae, Trichiinae). Teil 1. PHILIPPICA 10/3, 157-248.
- SCHAFFRATH, ULRICH (2003): Zur Lebensweise, Verbreitung und Gefährdung von *Osmoderma eremita* (Scopoli, 1763) (Coleoptera; Scarabaeoidea, Cetoniidae, Trichiinae). Teil 2. PHILIPPICA 10/4, 249-336.
- SPEIGHT, M.C.D. (1989): Saproxyllic invertebrates and their conservation. Nature and Environment series No. 42 / Council of Europe. Strasbourg.

Georg Möller  
Kolberger Str. 6  
13357 Berlin