



Rindenwanzen der weltweit verbreiteten Heteropterenfamilie *Aradidae* besitzen spezifische Habitatansprüche, und können als stenöke Indikatorarten fungieren.

Rückseite: *Aradus betulae* (oben) und *Aradus depressus* (unten).

Vorderseite: Adulttiere und Larven von *Aradus betulae* (hier mit Zunderschwamm), für die Totholztradition eine entscheidende Rolle zu spielen scheint.



ISSN 1614-7103

URN urn:nbn:de:0041-afsv00015

Karrer/Walentowski / Berichte der Arbeitsgemeinschaft Forstliche Standort- und Vegetationskunde Heft 4 September 2007

A F S V

W a l d ö k o l o g i e O n l i n e

B e r i c h t e

der Arbeitsgemeinschaft Forstliche Standort- und Vegetationskunde

Herausgeber dieses Bandes:

Gerhard K a r r e r

Helge W a l e n t o w s k i

Heft 4 September 2007



Nr. 4, September 2007	info@afsv.de	Freising-Weihenstephan
-----------------------	--------------	------------------------

Prof. Dr. G. Karrer, Wien, Dr. H. Walentowski, Freising

Berichte der Arbeitsgemeinschaft Forstliche Standorts- und Vegetationskunde



Herausgeber dieses Bandes: Gerhard K a r r e r und Helge W a l e n t o w s k i.
Für den Inhalt der Arbeiten sind die Verfasser allein verantwortlich.

Die Deutsche Bibliothek has archived the electronic publication "Waldökologie-online", which is now permanently available at <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0041-afsv00015>

Hinweise für Autoren

Hier werden ausschließlich Original-Arbeiten publiziert. Es werden Manuskripte zu allen klassischen und innovativen Themen der AFSV (www.afsv.de) angenommen. Die Veröffentlichung in Waldökologie-Online erfolgt als pdf-Datei. Über die Annahme der Beiträge wird aufgrund externer Gutachten entschieden (peer review-System). Wichtige Details:

- Manuskripte werden per E-Mail als Attachment eingereicht.
- Folgende Text-Formate werden akzeptiert: *.doc, *.rtf
- Beiträge werden überschrieben mit
 - Titel des Beitrags
 - Vorname und Name des/der Autors/en
- Abbildungen sind möglich in den Formaten JPG, GIF, TIF oder als Excel-Grafiken (XLS) Bitte immer die Original-Dateien mitsenden!
- Beiträge können in Deutsch oder Englisch verfasst sein.
- Ein Abstract in Englisch und eine Zusammenfassung in Deutsch sind voranzutellen.
- Bitte beachten Sie bitte die unter www.afsv.de in "Waldökologie online" hinterlegten [Formatvorgaben](#).

Redaktion / editors in chief:

Die Manuskripte senden Sie bitte per E-Mail an einen der Herausgeber:

- Prof. Dr. Gerhard **Karrer**, Universität für Bodenkultur Wien, Department für Integrative Biologie (H830), Gregor Mendelstr. 33, A-1180 Wien, e-mail: gerhard.karrer@boku.ac.at
- Dr. Helge **Walentowski**, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Am Hochanger 11, D-85354 Freising, e-mail: wai@lwf.uni-muenchen.de

Redaktions-Beirat / Co-ordinating editors:

- Prof. Dr. Jörg **Ewald**, Fachhochschule Weihenstephan, Fakultät Wald und Forstwirtschaft
- Prof. Dr. Anton **Fischer**, Technische Universität München, Fachgebiet für Geobotanik
- Prof. Dr. Georg **Grabherr**, Universität Wien, Institut für Ökologie und Naturschutz
- Prof. Dr. Birgit **Kleinschmit**, Technische Universität Berlin, Fachgebiet für Geoinformationsverarbeitung in der Landschafts- und Umweltplanung
- Dr. Christian **Kölling**, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
- Dr. Hans-Gerhard **Michiels**, Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg
- Prof. Dr. Albert **Reif**, Universität Freiburg, Waldbau-Institut
- Dr. Rainer **Schulz**, Universität Göttingen, Institut für Forstliche Biometrie und Informatik
- Rudolf **Seitz**, Aichach

- Prof. Dr. Peter A. **Schmidt**, Technische Universität Dresden, Institut für Allgemeine Ökologie und Umweltschutz
- Prof. Dr. Wolfgang **Schmidt**, Universität Göttingen, Institut für Waldbau
- Dr. Peer Hajo **Schnitter**, Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Fachbereich Naturschutz
- Prof. Dr. Winfried **Türk**, Fachhochschule Lippe und Höxter / Abt. Höxter, Fachgebiet Vegetationskunde
- Prof. Dr. Stefan **Zerbe**, Technische Universität Berlin, Institut für Ökologie

Copyright

Das Copyright für alle Web-Dokumente und Bilder liegt beim Journal Waldökologie-Online. Eine Folgerverwertung von Web-Dokumenten ist nur möglich, wenn die Redaktion ihr Einverständnis erklärt. Externe Links auf das Waldökologie-Online Journal sind ausdrücklich erwünscht. Eine unautorisierte Übernahme ganzer Seiten oder ganzer Beiträge oder auch Beitragsteile ist dagegen nicht zulässig.

Zitierweise

Bei Artikeln in Zeitschriften: Verfasser (in Kapitälchen, Vorname gekürzt), Erscheinungsjahr in Klammern: Titel der Arbeit. Abgekürzter Titel der Zeitschrift mit Bandzahl fettgedruckt, Heftnummer in Klammern und unterstrichen: Seitenzahlen.

Beispiel:

Aßmann, T. (1994): Epigäische Coleopteren als Indikatoren für historisch alte Wälder der Nordwestdeutschen Tiefebene. NNA-Ber. 7 (3): 142-151.

Bei Büchern: Verfasser (in Kapitälchen, Vorname gekürzt), Erscheinungsjahr in Klammern: Titel der Arbeit. Auflage (nur von der 2. Auflage ab). Verlag, Erscheinungsort: Seitenzahl.

Beispiel:

Ellenberg, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Aufl., Ulmer, Stuttgart: 1095 S.

Zusätzlich können anschließend sowohl bei Artikeln als auch bei Büchern Internetadressen angegeben werden.

Beispiel:

Engelhard, J., Reif, A. (2004): Veränderungen der Bodenvegetation und des Oberbodenzustandes durch Fichtenanbau auf Standorten des Kalkbuchenwaldes. Waldoekologie online 1: 29-56. http://www997.wb09.de/download/literatur/waldoekologie-online/waldoekologie-online_heft1-5.pdf

Bestellung von waldökologie online als print on demand:

Waldökologie online kann auch in gedruckter Form im Format 17 x 24 cm bestellt werden („print on demand“). Ihre Bestellung richten Sie bitte an den Verlag Kessel, Eifelweg 37, 53424 Remagen-Oberwinter, Fax: 01212-512 382 426

e-mail: webmaster@forstbuch.de, homepage: www.verlagkessel.de

Für den Schriftentausch bitten wir, folgende Anschrift zu verwenden.

Schriftentausch für die Arbeitsgemeinschaft Forstliche Standorts- und Vegetationskunde, c/o Geschäftsführung, Am Hochanger 11, D-85354 Freising.

Liebe Leserinnen und Leser,

diesmal konnten Sie auf unserer Homepage (www.afsv.de) mitverfolgen, wie Heft 4 langsam bis zu seiner Endversion gewachsen ist.

Im Jahr 2007 gab es wieder eine Reihe von erfreulichen Neuerungen. Neue Formatvorgaben zielen auf eine optimale Lesbarkeit der Druckversion im Format 17 x 22,5 cm. Das neue Layout verdanken wir Dr. N. Kessel und Frau Kersten Renneberg. Die sprachliche Korrektur der *abstracts* hat unser neuer britischer Sprachlektor Andrew Liston übernommen.

Im Jahr 2008 findet die 9. Vertragssaatkonferenz zur Biologischen Vielfalt (*Convention on Biological Diversity - CBD*) in Deutschland statt. Dabei spielt u.a. das Thema "Wald und Biodiversität" eine vorrangige Rolle. Waldökologie online beschäftigt sich in Heft 4 mit Fallbeispielen aus den Themenbereichen "Naturnähe-Indikatoren" und "Forstliche Vegetationskunde".

Wir möchten Sie außerdem gerne darauf aufmerksam machen, dass neben unserer reviewten Fachzeitschrift „Waldökologie online“ auf der AFSV-Homepage unter „**AFSV-Jahrestagungen**“ auch zahlreiche Exkursionsführer der letzten Jahre in Volltextversion zum Download zur Verfügung stehen. Ebenso finden Sie dort auch weitere Informationen zur AFSV-Tagung 2008, die wir in der Türkei abhalten werden.

Eine anregende und gewinnbringende Lektüre wünschen

Gerhard Karrer & Helge Walentowski



Unsere Partner:



Deutscher Verband Forstlicher
Forschungsanstalten
<http://www.dvffa.de>



<http://www.tuexenia.de/>



<http://www.afz-derwald.de/>



<http://www.schaper-verlag.de/>

Archiv für
Naturschutz und
Landschaftsforschung

Archives of Nature Conservation and Landscape Research

<http://www.archivnatur.de/>

Naturnähe-Indikatoren

- BUSSLER, H., BLASCHKE, M., DORKA, V., LOY, H., STRÄTZ, C.:
Auswirkungen des Rothenbucher Totholz- und
Biotopbaumkonzepts auf die Struktur- und Artenvielfalt in
Rotbuchenwäldern..... 5
- GOSSNER, M., ENGEL, H., BLASCHKE, M.: Factors determining the
occurrence of Flat Bugs (Aradidae) in beech dominated
forests..... 59

Forstliche Vegetationskunde

- FEULNER, M., KONNERT, M. Autochthone Weißtannenvorkommen in den
Schluchten Fränkischer Keupergebiete. Diskussionsbeitrag zu
deren genetischer Struktur, Artenausstattung, waldbaulicher
Behandlung und Kartierung in Natura 2000..... 91

Nachrichten aus der Arbeitsgemeinschaft (AFSV-News)

- BERGMEIER, E., WALENTOWSKI, H.: The annual Meeting of the AFSV in
Turkey 2008..... 111

Infobox:

**Links zu diversen online-Bibliotheken und online-Journalen aus dem
Themenbereich Forst / Waldökologie / Geobotanik finden Sie unter:**

<http://www.metla.fi/info/vlib/Forestry/Category/Publications/Journals>

<http://agricola.nal.usda.gov/>

<http://www.gov.ns.ca/natr/publications/forpubs.htm>

<http://www.ou.edu/cas/botany-micro/ben326.html>

<http://www.forum-geobotanicum.net/index.html>

<http://www.stz-rottenburg.de/biblio/onlinemagazine.htm>

<http://www.hindawi.com/journals/rleco/>

<http://www.afsv.de>

Auswirkungen des Rothenbucher Totholz- und Biotopbaumkonzepts* auf die Struktur- und Artenvielfalt in Rot-Buchenwäldern

The „Rothenbuch concept of dead wood and habitat trees“ and its effects on the diversity of structures and biodiversity of beech-forests

Heinz BUßLER, Markus BLASCHKE, Volker DORKA, Harald LOY & Christian STRÄTZ

Abstract

*Investigations were performed in the New Red Sandstone region of the 'High Spessart' in north-west Bavaria (Lower Franconia District), which is famous for extensive beech (*Fagus sylvatica*) forests on historical woodland sites with continuous tradition of broadleaved tree-cover. Under cool-humid and mild-winter upland conditions ('submontane/oceanic') the beech achieves its maximum competitive power and tends to form pure stands of acidic beech forest (*Luzulo luzuloidis*-*Fagetum*, upland-form). The main goal was to evaluate the effects of the 'Rothenbuch concept', only 15 years after its implementation, on the diversity of structures and biodiversity. For this purpose mature stands of Beech (located in Rothenbuch) managed according to the guidelines of the concept were compared with conventionally managed stands (located in Altenbuch). Targets of the concept are protection of trees occupied by eyries of tree-breeding birds, retention of at least 10 ecologically valuable trees per hectare, conservation and accumulation of an average 10 m³ dead wood of over 20 centimeters dbh per hectare (excluding stumps and canopy dead wood). Implementation of the concept in forest management follows the principle "before an old tree is removed, a balance must be made between the estimated yield of timber, silvicultural necessity and the tree's ecological*

* Der deutsche Begriff „Biotopbaum“ ist wissenschaftlich nicht korrekt aber inzwischen im Naturschutz und im forstlichen Sprachgebrauch etabliert. Ein Baum kann kein Biotop sein, höchstens ein Choriotope, ein mehr oder weniger vergängliches Aktions- und Konzentrationszentrum des Organismenbestandes innerhalb eines Ökosystems (TISCHLER 1979, MÜLLER 1984).

value". In Rothenbuch and Altenbuch 30 grids of 1ha (bird study; rare forest structures with a clustered distribution) and 25 circular plots of 0.1ha (other groups and more frequent structures) were installed. Birds were surveyed at the time of incubation by quantitative grid mapping. Saproxyllic beetles were sampled by flight-interception traps and time-based manual capture. Snails and wood-inhabiting fungi were surveyed by standardized collections on 15 of the 25 circular sample plots.

Three null hypotheses were tested:

- (i) Rothenbuch concept has as yet had no effect on quality and quantity of lying and standing deadwood structures and habitat trees
- (ii) Rothenbuch concept has as yet had no effects on abundances and species richness of floral and faunal species indicator groups
- (iii) Rothenbuch concept has as yet had no effects on abundances and species richness of endangered species dependent on temporal continuity of tradition in habitats and structures

The follow up study revealed no significant differences between the two sites in terms of the quantity of habitat trees (i.e. living trees with mulm- and rot-holes, rotten crown sections and dead knots, crevices etc.). However, we recorded increased deadwood resources at the Rothenbuch site: lying stems, standing snags and larger diameters. Consequently, more bird species and individuals were present there. We found a particularly pronounced difference in hole-nesters, whereas for birds linked to particular wood structures only a trend was observed. According to a species indicator analysis the following sensitive bird species were found to be significantly more frequent and constantly present at Rothenbuch: middle-spotted woodpecker, great tit, redbreast, grey woodpecker, pied and collared flycatcher, marsh tit and blackcap. On the other hand only common chaffinch proved to be a faithful species in Altenbuch. Species numbers and abundances of terrestrial molluscs and saproxyllic beetles were also significantly increased at Rothenbuch, including endangered species listed in red-data books. Moreover, higher numbers of species and abundance of wood-inhabiting fungi were recorded. The results correlated with the increased deadwood resources in Rothenbuch. However, the unchanged low numbers of habitat trees and the lack of important indicator species prove that the period of 15 years was not sufficient for the appearance of habitat trees with suitable microstructures. The frequency of deadwood is furthermore still inadequate for a broader re-colonization by the scattered relict species of virgin forest which are considered to be closely associated with primeval structures and features. In the meantime the concept of the Bavarian state forestry organisation (NEFT 2006) has gone one step further in setting a target dead wood volume of at least 40 m³ per hectare for beech

stands older than 140 years, and complete removal of stands older than 180 years from utilization.

Keywords: Beech forests, dead wood structures, habitat trees, species richness, birds, snails, saproxylic beetles, wood-inhabiting fungi

Zusammenfassung

In einem ausgedehnten Laubwaldgebiet im Hochspessart (Nordwestbayern, Bezirk Unterfranken) wurde 2006 untersucht, ob sich alte Rot-Buchenbestände, die seit mehr als 15 Jahren nach dem „Rothenbucher Totholz- und Biotopbaumkonzept“ bewirtschaftet werden, hinsichtlich Struktur-, und Artenvielfalt, von vergleichbaren Beständen ohne ein derartiges Konzept unterscheiden. Qualitätsziele des Konzeptes sind: Schutz von Horstbäumen, Belassen von 10 ökologisch besonders wertvollen Bäumen pro Hektar, Erhalt und Akkumulation von durchschnittlich 10 m³ Totholz (ohne Stockholz und Kronentotholz) ab 20 Zentimeter pro Hektar auf der gesamten Fläche. Die Umsetzung erfolgt nach dem Grundsatz, dass bei der Auswahl jedes zu entnehmenden Altbaums stets zwischen dem zu erwartenden Holzertrag, der waldbaulichen Notwendigkeit und dem ökologischen Wert abzuwägen ist. Der Vergleich erfolgte in Rothenbuch, und in einem unmittelbar angrenzenden Gebiet ohne entsprechendes Konzept bei Altenbuch, in jeweils 30 ein Hektar großen Gitterfeldern sowie in je 25 Probekreisen (0,1 Hektar). Vögel wurden zur Brutzeit im Rahmen einer quantitativen Gitterfeldkartierung erhoben. Xylobionte Käfer wurden mit Hilfe von Kreuzfensterfallen und zeitstandardisierten Handfängen auf je 25 Probekreisen gefangen. Die Mollusken und Holz bewohnenden Pilze wurden auf je 15 Probekreisen durch standardisierte Aufsammlungen erfasst. In Wirtschaftswäldern seltene Strukturen, die zudem meist geklumpt auftreten (stehendes Totholz, Mulmhöhlen- und sonstige Biotopbäume), wurden auf den 60 Hektarrastern, häufigere und regelmäßiger verteilte Strukturen wie Stockholz oder liegendes Totholz wurden in den Probekreisen aufgenommen. Folgende Hypothesen wurden getestet:

1. Das Rothenbucher Totholz- und Biotopbaumkonzept hat bisher keine Auswirkungen auf Quantität und Qualität von liegendem und stehendem Totholz und Biotopbäumen.
2. Das Rothenbucher Totholz- und Biotopbaumkonzept hat bisher keine Auswirkungen auf Abundanzen und Artenreichtum von Indikatorgruppen.
3. Das Rothenbucher Totholz- und Biotopbaumkonzept hat bisher keine Auswirkungen auf Abundanzen und Artenreichtum an Habitat- und Strukturtradition gebundener und gefährdeter Arten.

Es konnte kein Unterschied bei der Anzahl von Biotopbäumen in beiden Gebieten festgestellt werden. Signifikante Unterschiede zugunsten von Rothenbuch ergaben sich bei den Mengen an liegendem und stehendem Totholz und dem Angebot an Totholz stärkerer Dimensionen. Es wurden in Rothenbuch signifikant mehr Vogelarten und Individuen als in Altenbuch registriert. Besonders deutlich im Vergleich der Avizönosen war der Unterschied bei Höhlenbrütern, während die Werte für Vogelarten mit Bindung an Holzstrukturen nur einen Trend ergaben. Die Artenindikatoranalyse ergab folgende Arten als signifikant häufiger und stetiger im totholzreicheren Rothenbuch: Mittelspecht, Kohlmeise, Rotkehlchen, Grauspecht, Halsband- und Trauerschnäpper, Sumpfmehse und Mönchsgrasmücke. Nur der Buchfink (der im bayerischen Wirtschaftswald häufigste Vogel) erwies sich als Charakterart für Altenbuch. Die Artenzahl und Abundanzen der Mollusken lag in Rothenbuch signifikant über den Werten von Altenbuch. Auch die Anzahl gefährdeter Weichtierarten und die entsprechenden Individuenzahlen waren in Rothenbuch höher. Bei xylobionten Käferarten wurden in Rothenbuch signifikant höhere Artenzahlen aller Arten und der gefährdeten Arten festgestellt. Auch die Registrierungen und Artenzahlen von Holz bewohnenden Pilzen pro Probekreis lagen in Rothenbuch signifikant höher. Damit konnte gezeigt werden, dass bezüglich der Totholz mengen bereits nach etwa 15 Jahren deutliche Erfolge erzielt werden können. Das Fehlen von Unterschieden bei Biotopbäumen und wichtiger Indikatorarten der übergeordneten Großlandschaft Spessart in den untersuchten Beständen zeigt aber auch, dass ein Zeitraum von 15 Jahren für die Entstehung hochwertiger Biotopbäume nicht ausreicht. Die Dichte der Totholzstrukturen ist noch unzureichend, um den im Spessart relikitär vorhandenen, an Urwaldstrukturen gebundenen xylobionten Arten eine Wiederbesiedlung auf größerer Fläche zu ermöglichen. Inzwischen geht das Schutzkonzept der Bayerischen Staatsforsten (NEFT 2006) konsequent einen Schritt weiter, nämlich das Erreichen einer Gesamtotholzmenge von mindestens 40 m³ Totholz pro Hektar für über 140jährige Buchenbestände und Bestände älter als 180 gänzlich aus der Nutzung zu nehmen.

Stichwörter: Buchenwälder, Totholz-Strukturen, Biotopbäume, Artenvielfalt, Vögel, Landmollusken, xylobionte Käfer, Holzpilze

Einleitung

Konzepte für eine biologisch-ökologische Bewirtschaftung der nur in Europa verbreiteten Rot-Buche (*Fagus sylvatica*) wurden in den letzten Jahren sowohl wissenschaftlich (WINTER et al. 2002, MÜLLER 2005a, JEDICKE 2006)

aber auch in der Praxis (SPERBER pers. Mitt. 2005, FORSTAMT ROTHENBUCH 2003 & 2006) entwickelt. Bereits zwei Jahre vor der Biodiversitätskonferenz in Rio 1992 wurde im Bereich des ehemaligen Forstamts Rothenbuch sukzessive ein dem praktischen Forstbetrieb angepasstes Totholz- und Biotopbaumkonzept konzipiert, das 1995 erstmals schriftlich formuliert und seither ständig aktualisiert wurde.

Mit der Neuausrichtung der Waldgesetze wurden ökologische Funktionen besonders betont. So ist in Art. 1 des Bayrischen Waldgesetzes vom 22.7.2005 der Gesetzesauftrag der „Erhaltung und ggf. Erhöhung der biologischen Vielfalt“ (Art. 1 BayWaldG) verankert. Dass dieser Auftrag eng damit verknüpft ist, „Biotopbäume und Totholz zu schützen, zu erhalten und fördern“, wurde jüngst im Naturschutzkonzept der Bayrischen Staatsforsten (NEFT 2006) dargestellt. Vom 1. bis 30. Mai 2008 findet in Deutschland die 9. Vertragsstaatenkonferenz des Übereinkommens über die Biologische Vielfalt CBD (Nachfolgekonzferenz von Rio 1992) statt. Ein Schwerpunktthema ist die biologische Vielfalt von Wäldern und Urwäldern. Das Rothenbacher Totholz- und Biotopbaumkonzept ist damit eingebettet in einen gesellschaftlichen und forstpolitischen Umlenkungsprozess. Die Qualitätsziele sind: Schutz von Horstbäumen, Erhaltung von 10 ökologisch besonders wertvollen Bäumen (Biotopbäumen) pro Hektar, Erhaltung und Akkumulation von durchschnittlich 10 m³ Totholz (ohne Stockholz und Kronentotholz) ab 20 Zentimeter pro Hektar auf der gesamten Fläche. Die Umsetzung erfolgt nach dem Grundsatz, dass bei der Auswahl jedes zu entnehmenden Altbaums stets zwischen dem zu erwartenden Holzerntrag, der waldbaulichen Notwendigkeit und dem ökologischen Wert abzuwägen ist. Das integrative Konzept berücksichtigt hierbei im Sinne des Leitprinzips Nachhaltigkeit Ökologie, Ökonomie, Arbeits- und Verkehrssicherheit und gibt Umsetzungsanweisungen. Unter die Kategorie „Biotopbäume“ fallen neben Höhlen- und Horstbäumen auch seltene Misch- und Pionierbaumarten und besonders starke Bäume („Methusalems“). Für die Rot-Buche wird vorgegeben, dass alle Bäume stärker 80 Zentimeter Brusthöhendurchmesser nicht mehr genutzt werden. Dies ist auch aus ökonomischen Gründen vertretbar, da erfahrungsgemäß ab dieser Dimension eine starke Holzentwertung durch Rot- und Spritzkern eintritt. Die Vorratsermittlung und -entwicklung des Starkbuchenanteils wurde durch eine Auswertung der Inventurergebnisse der Forsteinrichtungen 2000 und 2002 vorgenommen.

Eine wissenschaftlich abgesicherte Überprüfung („Erfolgskontrolle“) des seit über einem Jahrzehnt angewandten Konzepts ist bisher nicht erfolgt. In dem vom Bayerischen Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten geförderten Projekt (ST 177) galt es 2006 zu klären, ob sich die seit mehr als 15 Jahren nach dem Rothenbacher Totholz- und Biotopbaumkonzept bewirtschafteten Flächen hinsichtlich ihrer Strukturen und der Artenvielfalt zoologischer Indikatorgruppen von vergleichbaren Beständen ohne ein

entsprechendes Konzept unterscheiden. Getestet werden sollte, ob nur durch ein klares Konzept die für die Artenvielfalt notwendigen Strukturen in ausreichendem Umfang entstehen, oder ob sich diese auch ohne Konzept im Zuge der „normalen“ Bewirtschaftung herausbilden. Mit den Ergebnissen konnte die Notwendigkeit eines integrativen Totholz- und Biotopbaumkonzepts für bewirtschaftete Laubwälder getestet und die Übertragbarkeit auf andere Laubwaldgebiete überprüft werden. Bei positiven Ergebnissen soll das Rothenbucher Konzept als allgemeines Konzept den Bayrischen Staatsforsten und anderen Forstbetrieben empfohlen werden. Um die Ziele der Arbeit klar und nachvollziehbar zu definieren, wurden drei Nullhypothesen (H1-3) aufgestellt, deren Überprüfung im Projekt erfolgte.

- | | |
|----|--|
| H1 | Das Rothenbucher Totholz- und Biotopbaumkonzept hat bisher keine Auswirkungen auf Quantität und Qualität von liegendem und stehendem Totholz und Biotopbäumen. |
| H2 | Das Rothenbucher Totholz- und Biotopbaumkonzept hat bisher keine Auswirkungen auf Abundanzen und Artenreichtum von Indikatorgruppen. |
| H3 | Das Rothenbucher Totholz- und Biotopbaumkonzept hat bisher keine Auswirkungen auf Abundanzen und Artenreichtum anspruchsvoller und gefährdeter Arten. |

Untersuchungsgebiet und Flächendesign

Das Projektgebiet liegt im Nordwesten Bayerns (N 49° 54', E 9°23'), in einem geschlossenen von der Buche (*Fagus sylvatica* L.) dominierten Landschaftsraum im submontanen Bereich (Abb. 1).



Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes und der Probeflächen

Die Großlandschaft (sensu GRANKE et al. 2004) besitzt eine ungebrochene Laubwaldtradition und ist ein national bedeutsamer Altwaldstandort (GLASER & HAUKE 2004). Das Mittelgebirge gehört geologisch zum „Fränkischen Schichtstufenland“. Die Untersuchungsflächen liegen in der naturräumlichen Einheit „Sandstein-Spessart“ und dem forstlichen Wuchsbezirk „Buntsandsteinspessart“, dort im Teilwuchsbezirk „Hochspessart“. Das Klima gilt als ozeanisch (WALENTOWSKI et al. 2006). Die Jahresmitteltemperatur liegt zwischen 7 °C und 8 °C, die Jahresniederschlagssumme schwankt in den Untersuchungsflächen zwischen 900 und 1.000 mm. Die Anzahl der Tage mit Temperaturen über 10°C liegt zwischen 140 und 150 (BayFORKLIM 1996). Die weithin landschaftsprägende natürliche Leitgesellschaft im Hochspessart ist der Hainsimsen-Buchenwald (WALENTOWSKI et al. 2001, WALENTOWSKI et al. 2006). Der Flächenvergleich erfolgte in Rot-Buchenbeständen der ehemaligen Forstämter Rothenbuch und Altenbuch, die inzwischen in den Forstbetrieb Rothenbuch der

Bayerischen Staatforsten integriert sind. Verglichen wurden je 30 Hektar Verjüngungsnutzungsbestände (Tab. 1). Die Probeflächen liegen auf 338 bis 443 m ü.NN in einer maximalen Entfernung von 5,7 Kilometern. Die Flächen in Altenbuch liegen im Durchschnitt etwas niedriger als in Rothenbuch, zum Teil in steil exponierten Südhanglagen und auch näher zum Maintal. Teile der Altenbucher Flächen sind deshalb gegenüber den Probeflächen in Rothenbuch leicht wärmebegünstigt und sommertrockener. Eine Übersicht über das Flächenset gibt Tabelle 1.

Tab. 1: Bestände und Probeflächen

Gebiet	Abteilung	Alter	Gesamtfläche (ha)	Raster 1,0 ha	Probekreise 0,1 ha
Rothenbuch	Harfe	190	20,8	15	10
	Bühl	190	12,7	4	5
	Müllern	180	6,6	4	4
	Schleife	170	13,4	7	6
Altenbuch	Sporn	190	5,4	3	3
	Ebersberg	210	10,5	5	4
	Roselbrunn	200	12,1	6	6
	Krippe	190	12,9	7	5
	Fahne	185	1,8	1	1
	Pfaffenstutz	200	12,2	8	6
Summe			108,4	60	50

Die Probebestände stocken ausschließlich auf sauren Böden des Unteren Buntsandsteins und sind auf über 100 Hektar fast ausschließlich mit Buchenreinbeständen bestockt. Trauben-Eiche (*Quercus petraea*), Hainbuche (*Carpinus betulus*) und Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) sind nur in sehr wenigen Flächen und nur in wenigen Einzelindividuen vorhanden. Nur in der Abteilung „Schleife“ ist ein Anteil von circa fünf Prozent Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*) und Fichte (*Picea abies*) beigemischt. Das Durchschnittsalter der Probebestände liegt in Altenbuch bei 198 Jahren, in Rothenbuch bei 184 Jahren.



Abb. 2: Struktur- und totholzreicher Buchenbestand in der Abteilung „Harfe“ im Forstbetrieb Rothenbuch

Die Erfassung von Strukturparametern und die Kartierung der verschiedenen Tiergruppen und Holz bewohnender Pilze bedarf unterschiedlich großer Flächeneinheiten. Deshalb wurden 60 quadratische Gitterfelder für die Vogelartenkartierung und die Erfassung von stehendem Totholz und Biotopbäumen ausgewiesen. Die 60 Hektarraster wurden nach Zufallsprinzip kartographisch gebildet und repräsentieren 55 Prozent der Gesamtbestandsflächen. Der Rastermittelpunkt war gleichzeitig der Mittelpunkt der Probekreise. Die Erfassung des liegenden Totholzes, der xylobionten Pilze, der Weichtiere und der xylobionten Käfer erfolgte auf der Unterauswahl von 30 bzw. 50 Probekreisen à 0,1 Hektar. Die 50 Probekreise wurden ebenfalls zufallsbestimmt und entsprechen 8,3 Prozent der Hektarrasterflächen.

Totholz-, Biotopbaum- und Strukturinventur

Nachdem die Aufnahmen der Forsteinrichtung bereits mehrere Jahre alt waren und für die einzelnen Probeflächen nicht flächenscharf vorlagen, mussten für die geplante Untersuchung aktuelle Aufnahmen angefertigt

werden. Liegendes Totholz (>12cm) wurde in den Probekreisen mit einem Radius von 17,84 Metern (0,1 Hektar) gemessen. Totholz unter 12 cm wurde über Laufmeter und Mitteldurchmesser geschätzt. Totholzabschnitte, die über den Kreisradius hinausragten, wurden nur mit ihrem Volumen innerhalb des Probekreises erfasst. Stockholz wurde über den Durchmesser an der Schnittfläche und die Höhe berechnet. Stehendes Totholz und Biotopbäume wurden wegen ihres oftmals geklumpten Auftretens auf den 1 ha Rastern erfasst. Die Volumenberechnung von ganzen Bäumen erfolgte über den Brusthöhendurchmesser und die Formzahlkurve, bei Stümpfen über den Mitteldurchmesser und die Höhe. An sonstigen Bestandsdaten wurden der Bestockungsgrad, die Deckung der Baumverjüngung und der geschätzte Median der Verjüngungshöhe sowohl in den Rasterflächen, wie auch in den Probekreisen, erhoben.

Biotopbäume, definiert als noch lebende Bäume mit Mulm-, Faul- und Spechthöhlen, starkem Ast- und Kronentotholz, Spalten, Rissen, Verpilzungen und Phytotelmen u.a. sind Habitat-Elemente mit Schlüsselfunktion für die Artenvielfalt in den Wäldern (READ 2000, BUßLER & LOY 2004, GRANKE et al. 2004, BUßLER 2006, MÜLLER 2005a, JARZABEK 2005 & 2006, ZABRANSKY 2004). Sie wurden in drei Kategorien auf den Hektarrastern kartiert (Tab. 2).

Tab. 2: Kategorien von Biotopbäumen

Kategorie	Merkmale
Bio 1	Hohle Bäume mit großen Mulm- und Faulhöhlen
Bio 2	Bäume mit Faulhöhlen, starkem Kronentotholz, Starkastabbrüchen, großen Spalten, großen rindenfreien Spiegeln, großen Blitzzinnen oder offenen Frostleisten, einer großen Anzahl an Pilzfruchtkörpern, Spechthöhlen im Stammbereich, Ersatzkronenbäume
Bio 3	Bäume mit Faulholz, Spechthöhlen im Astbereich, kleinen Spalten oder Rissen, kleineren Stammverletzungen, einigen Pilzfruchtkörpern, Phytotelmen

Auswahl der Indikatorgruppen

Die Vielfalt an Lebensformen in Wäldern macht eine Gesamterfassung aller Zönosen unmöglich. Daher empfiehlt es sich, geeignete Indikatorgruppen auszuwählen. Die Auswahlmöglichkeiten sind begrenzt, da von circa 5.000 Arten, die in einem Buchenwald zu erwarten sind (DOROW 1999, FLECHTNER 2000), sich nur wenige als Indikatoren für landschaftsökologische oder waldkundliche Bewertungen eignen. Sie müssen verschiedene Kriterien erfüllen, unter anderem ausreichende Artenzahl, guter ökologischer

Kenntnisstand, Bestimmbarkeit auf Artniveau und Quantifizierbarkeit (WINTER et al. 1999). Für vergleichende Untersuchungen im Wirtschaftswald sind vor allem Gruppen geeignet, die an in bewirtschafteten Wäldern seltene Strukturen gebunden sind. Ein Abprüfen der Kriterien ergab die beste Einwertung für xylobionte Käfer und Vögel. Auf einer Punkteskala von 16 bis 32 für die Eignung faunistischer Gruppen als Waldindikatoren (WINTER et al. 1999) nehmen Käfer die erste Stelle (32 Punkte), gefolgt von den Vögeln (31 Punkte) ein. Als weitere Gruppen wurden holzbesiedelnde Pilze (25 Punkte) und die Landmollusken mit 22 Punkten ausgewählt. Nach Untersuchungen von STRÄTZ (2005) und STRÄTZ & MÜLLER (2006) haben Landschnecken in bodensauren Buchenwäldern einen weit über die Durchschnittsbewertung der Gruppe hinausgehenden Zeigerwert für Quantität und Qualität der Totholzstrukturen.

Methoden zur Erfassung der Indikatorgruppen

Zur Erfassung der Avifauna wurde die Methode der quantitativen Gitterfeldkartierung gewählt (STILES 1980, SCHERZINGER 1985, LANDMANN et al. 1990, MÜLLER 2004, UTSCHICK 2004). Die Kartierung erfolgte in vier Durchgängen von Ende März bis Mitte Juni auf jeweils 30 Hektarrastern in Rothenbuch und Altenbuch. Je Raster und Durchgang wurde die Avifauna mittels standardisierten „7 Minuten Begehungen“ von Sonnenaufgang bis etwa eine Stunde vor Tagesmitte durchgeführt. Registriert wurde die Rasterfrequenz je Art (Anwesenheit einer Art im Gitterfeld) und die Nutzungsdichte je Art im Gitterfeld (Anzahl der Notierungen je Art im Gitterfeld). Innerhalb der Vögel lassen sich die holzbewohnenden Arten abgrenzen (FLADE & SCHWARZ 2004). Sie suchen ihre Nahrung am Holz und brüten in Holzstrukturen. Zu ihnen gehören die Spechte, Baumläufer (*Certhia brachydactyla*, *C. familiaris*) und der Kleiber (*Sitta europaea*).

Für die halbquantitative Erfassung der Landschnecken wurden in Altenbuch und Rothenbuch in jeweils 15 Probekreisen vorhandene Totholzstrukturen in drei Durchgängen im Juni und August zeitstandardisiert (15min.) besammelt (JOKIC et al. 2004). Die Bestimmung erfolgte auf Artniveau. Zusätzlich wurden je Probekreis eine Streuprobe unter Totholz entnommen, um die nur 1,5 bis 3 mm großen Kleinmollusken zu erfassen. Die Bestimmung der Arten erfolgte nach REISCHÜTZ (1999), KERNEY et al. (1983) und FALKNER (1990). Die Nomenklatur richtet sich nach FALKNER (1991).

Zur Erfassung xylobionter Käferarten wurde eine Kombination aus Kreuzfensterfalle (60x40 cm) und Handfang gewählt (BUßLER et al. 2004). Die Flugfensterfallen erlauben eine kontinuierliche Erfassung während der gesamten Installationsperiode (Mai-August) und ermöglichen eine Abbildung der Waldstrukturen in ihrem nächsten Umfeld über die gefangene Lebensgemeinschaft (GROVE 2000, BUßLER & LOY 2004). Die Fallen wurden

auf dem Probkreismittelpunkt in 1,5 Meter Höhe installiert. Beim Handfang wurden je Durchgang (Mai, Juli, Oktober) 45min. verschiedene Sammelmethoden angewendet, soweit entsprechende Strukturen vorhanden waren: Okulares Absuchen von Gehölz- und Blütenstrukturen oder Holzpilzfruchtkörpern, Abklopfen abgestorbener oder lebender Gehölzteile oder Blütenpflanzen, Sieben von Mulm und stark zersetzten Holzpartien. Die Bestimmung erfolgte nach FREUDE et al. (1964-1992), LOHSE & LUCHT (1989, 1994) und LUCHT & KLAUSNITZER (1998). Die Nomenklatur richtet sich nach KÖHLER & KLAUSNITZER (1998). Die Substratgildeneinteilung erfolgt nach SCHMIDL & BUßLER (2004). Der Gefährdungsstatus der Arten wurde der Roten Liste gefährdeter Tiere Bayerns 2003 entnommen (BUßLER 2003 a /b, BUßLER & BENSE 2003, BUßLER & HOFMANN 2003, JUNGWIRTH 2003, SCHMIDL & BUßLER 2003, SCHMIDL & ESSER 2003, SPRICK et al. 2003).

Auf je 15 Probeflächen in Altenbuch und Rothenbuch wurden mykologische Aufnahmen durchgeführt mit dem Ziel, die Holzpilzflora der beiden Gebiete miteinander zu vergleichen. Diese erfolgten in zeitnormierten Begängen (30 min) je Probefläche in den Monaten April, Juli, September und November an jeweils drei aufeinander folgenden Tagen. Dabei wurde versucht, auf den Probeflächen alle gut sichtbaren Großpilze, die in Verbindung mit Totholz stehen, anhand ihrer Fruchtkörper zu erfassen. Arten, die vor Ort bereits angesprochen werden konnten, wurden mit ihren ökologischen Begleitfaktoren: Wirtsubstrat (Baumart und Substrattyp) mit Durchmesser (in cm bzw. über 10 cm in 10 cm Stufen) und Zersetzungsgrad (in den Stufen initial, optimal und final) sowie einem Lichtfaktor (Schatten, Halbschatten und Licht) des jeweils ersten beobachteten Objektes erfasst. Von allen anderen Arten wurden Fruchtkörper bzw. Fruchtkörperteile gewonnen, einzeln verpackt und ebenfalls mit den notierten Begleitfaktoren zur Auswertung ins Labor mitgenommen. Die Bestimmung im Labor erfolgte mit gattungsspezifischer Spezialliteratur (HJORTSTAM et al. 1987-1988, KRIEGLSTEINER 2000-2003, BREITENBACH & KRÄNZLIN 1984-2005). Als Namensreferenzliste wurde die Liste der DGFM-KARTIERUNG 2000, VERSION 4.0 STD herangezogen. Da viele Insekten keine primären Holzersetzer sind, sondern auf die Vorleistungen der Pilze angewiesen sind oder in enger Symbiose mit den Pilzfruchtkörpern als Strukturelement leben (WINTER et al. 2003, MÜLLER 2005a), wurden auf allen Flächen die Fruchtkörper einzelner, dauerhaft auftretender Porlinge quantitativ erhoben. Dabei wurde beim Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*) und beim Flachen Lackporling (*Ganoderma lipsiense*) nach jungen, lebenden und älteren, bereits in Zersetzung befindlichen Fruchtkörpern unterschieden.

Statistische Methoden

Faunistische Daten und seltene Waldstrukturen genügen nur selten der Anforderung an die Normalverteilung. Daher wurde als Testverfahren der nicht parametrische Man-Whitney U-Test angewendet. Die Graphische Darstellung erfolgte in Form von Boxplots. Die Indikatorarten-Analyse (DUFRÉNE & LEGENDRE 1997) wurde angewendet, um charakteristische Arten für eines der beiden Untersuchungsgebiete herauszufinden. Dabei wird ein p-Wert für ein signifikantes Auftreten einer Art in einer vorher definierten Gruppe auf Basis der Monte-Carlo Technik ermittelt. Für einen einfachen Vergleich von Artengemeinschaften wurde der SOERENSEN-Quotient verwendet (MÜHLENBERG 1993).

Ergebnisse

Bestands-, Totholz- und Biotopbauminventur

Der Bestockungsgrad der Untersuchungsflächen war identisch. In Rothenbuch waren fast drei Viertel der Fläche mit Naturverjüngung bedeckt, in Altenbuch nur weniger als 20 Prozent (Tab. 3). Die in Wirtschaftswäldern seltenste Struktur „Bio 1“, hohle Bäume mit großen Mulm- oder Faulhöhlen, war in Altenbuch überhaupt nicht vertreten, in Rothenbuch fanden sich auf 30 Hektar Waldfläche zwei Bäume dieser Kategorie. Die Anzahl der Biotopbäume der Kategorien 2 und 3 pro Hektar war annähernd gleich und unterschied sich nicht signifikant.

Tab. 3: Kenndaten, Signifikanzniveau und p-Werte für Bestands- und Totholzstrukturen

Struktur	n	Rothenbuch	Altenbuch	Signifikanz	p-Wert
Bestand					
Bestockungsgrad	60	0,51	0,57	n.s.	0,348
Verjüngungsdeckung (%)	60	74,5	18,7	***	<0,001
Biotopbäume					
Bio 1 (n/ha)	60	0,07	0,00	-	-
Bio 2 (n/ha)	60	0,82	0,85	n.s.	0,969
Bio 3 (n/ha)	60	2,76	2,34	n.s.	0,150
Totholz s.str.					
LTH \geq 12 cm (m ³ /ha)	50	15,93	6,51	*	0,026
STH (m ³ /ha)	60	1,43	0,69	*	0,032

STH (n/ha)	60	1,25	0,37	**	0,006
Stockholz (m ³ /ha)	50	4,69	4,25	n.s.	0,715
TH ≥ 20 cm (m ³ /ha)	50	12,73	3,80	*	0,025
TH ≥ 30 cm (m ³ /ha)	50	8,42	2,19	n.s.	0,076
∑ TH (m ³ /ha)	50	27,20	14,46	**	0,007

Abk.: LTH = liegendes Totholz, **STH** = stehendes Totholz, **TH** = Totholz, **Bio 1-3** = Biotopbaumkategorie

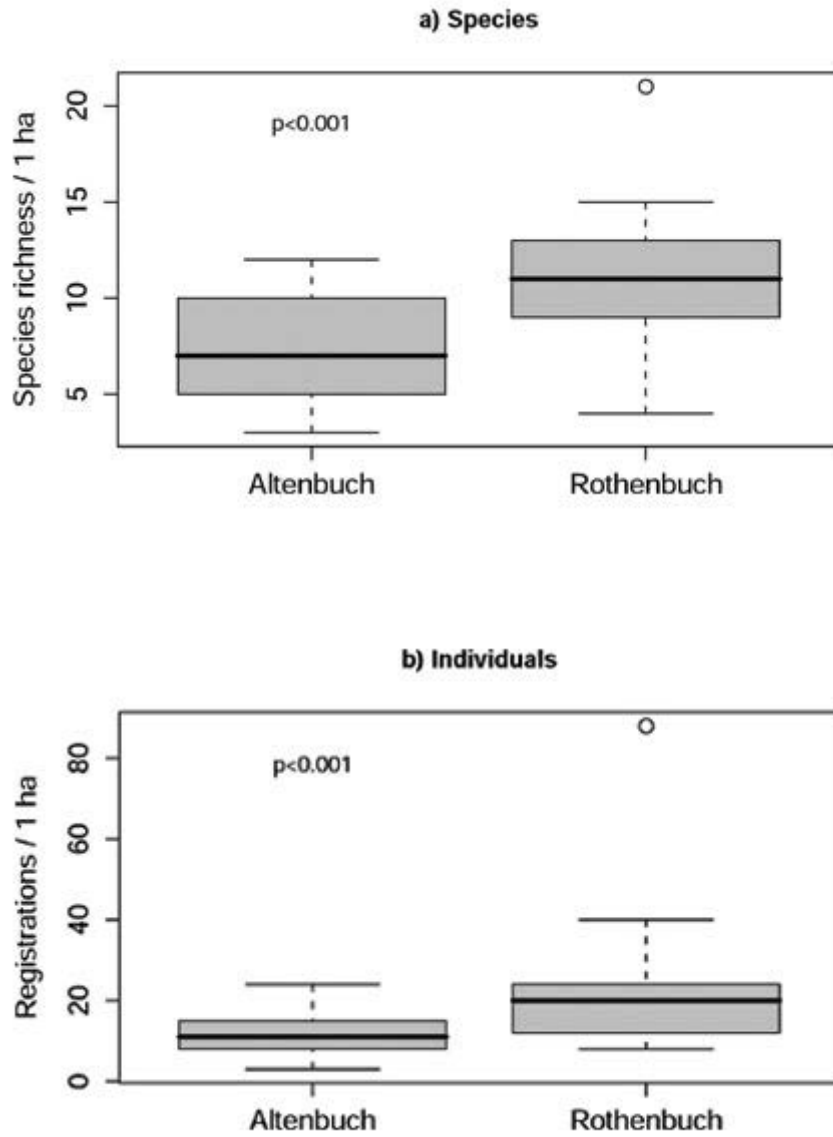
Signifikanzniveau: n.s. = nicht signifikant, * = schwach signifikant, ** = signifikant, *** = hoch signifikant

Die Totholzgesamtmenge liegt in Rothenbuch mit 27,20 m³/ha fast doppelt so hoch wie in Altenbuch. Geringen Anteil hat hierbei das stehende Totholz (STH), das in Rothenbuch ebenfalls fast den doppelten Wert von Altenbuch erreicht, aber mit 1,43 m³/ha nur einen geringen Anteil am gesamten Totholzvorrat hat. Die durchschnittliche Stückzahl von stehendem Totholz pro Hektar war in Rothenbuch aber signifikant höher als in Altenbuch. Keine Unterschiede bestanden beim Stockholz, einer typischen Wirtschaftswaldstruktur. Große Unterschiede bestehen beim Angebot an liegendem Totholz ≥ 12 cm, das in Rothenbuch 2,5fach über dem Wert in Altenbuch lag. Bei einem Vergleich der Totholzanteile der stärkeren Dimensionen zeigt sich, dass in Rothenbuch der Totholzanteil ≥ 20 cm und ≥ 30 cm den 3,4 bis 3,8fachen Wert von Altenbuch erreicht.

Auf Grund dieser Ergebnisse muss Hypothese 1: Das Rothenbacher Totholz- und Biotopbaumkonzept hat bisher keine Auswirkungen auf Quantität und Qualität von liegendem und stehendem Totholz verworfen werden. Bei Biotopbäumen konnten jedoch keine Unterschiede festgestellt werden.

Avifauna

In Rothenbuch wurden mit 41 Vogelarten signifikant mehr Arten und mehr Arten pro Gitterfeld als in Altenbuch registriert (Abb. 3a). Ähnlich verhalten sich die Abundanzen aller Arten (Abb. 3b). Deutlich wird der Unterschied auch bei den Höhlenbrütern (Abb. 3c), während die Werte der holzbewohnenden (xylobionten) Vogelarten nur einen Trend ergaben (Abb. 3d).



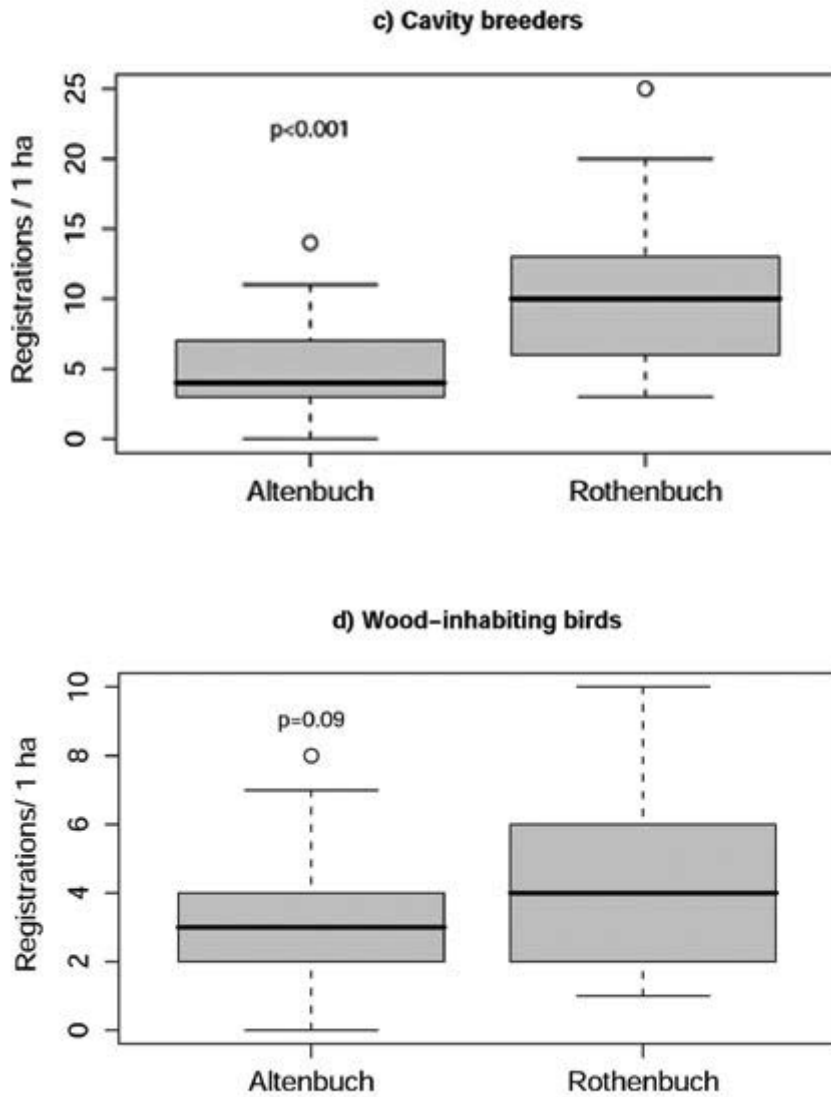
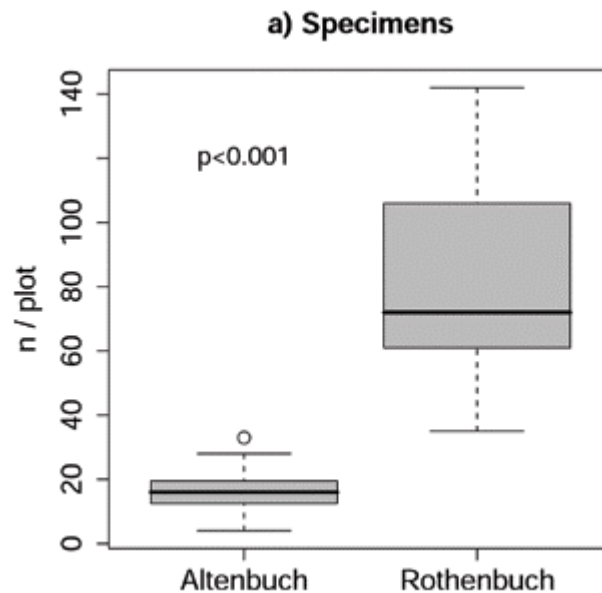


Abb. 3: Avifauna: Artenzahl (3a) und Registrierungen von Vogelarten (3b); Registrierungen von Höhlenbrütern (3c) und an Holzstrukturen gebundener (xylobionten) Vögel (3d) im Vergleich zwischen Alten- und Rothenbuch

Die Artenindikatoranalyse ergab folgende Arten als signifikant häufiger und stetiger im totholzreicheren Rothenbuch: Mittelspecht (*Dendrocopus medius*), Kohlmeise (*Parus major*), Rotkehlchen (*Erithacus rubecula*), Grauspecht (*Picus canus*), Halsband- und Trauerschnäpper (*Ficedula albicollis*, *F. hypoleuca*), Sumpfmeise (*Parus palustris*) und Mönchsgrasmücke (*Sylvia atricapilla*) ($p = 0,001$ bis $0,026$). Von diesen konnten ausschließlich in Rothenbuch die Arten Mittelspecht, Grauspecht und Halsbandschnäpper nachgewiesen werden. Nur der Buchfink (*Fringilla coelebs*) erwies sich als Charakterart für Altenbuch ($p = 0,005$).

Weichtiere

Insgesamt wurden 25 Arten nachgewiesen, davon das komplette Spektrum in Rothenbuch mit 1.194 Exemplaren und 15 Arten in 248 Exemplaren in Altenbuch. Die Artenzahl pro Probekreis liegt in Rothenbuch signifikant über den Werten von Altenbuch (Abb. 4b). Dies gilt noch ausgeprägter für die Individuenzahl (Abb. 4a). Auch Rote-Liste-Arten und Individuen sind in Rothenbuch mit höheren Werten vertreten (8 : 4 Arten, bzw. 171 : 35 Exemplare).



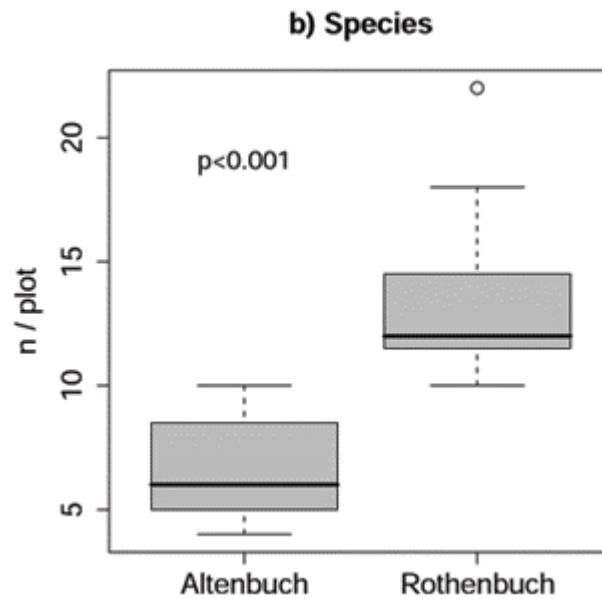


Abb. 4: Weichtiere: Individuen- (4a) und Artenzahl (4b) pro Probekreis im Vergleich zwischen Alten- und Rothenbuch

Xylobionte Käfer

In Rothenbuch wurden 177 Arten in 3.353 Exemplaren festgestellt, in Altenbuch 148 in 1.944 Exemplaren, darunter 40 Arten (361 Ex.) bzw. 26 Arten (149 Ex.) der Roten Liste gefährdeter Tiere Bayerns. Die Gesamtartenzahl und die Anzahl gefährdeter Arten pro Probekreis war in Rothenbuch signifikant höher, die Individuendichte für beide Gruppen zeigte nur einen Trend (Abb. 5).

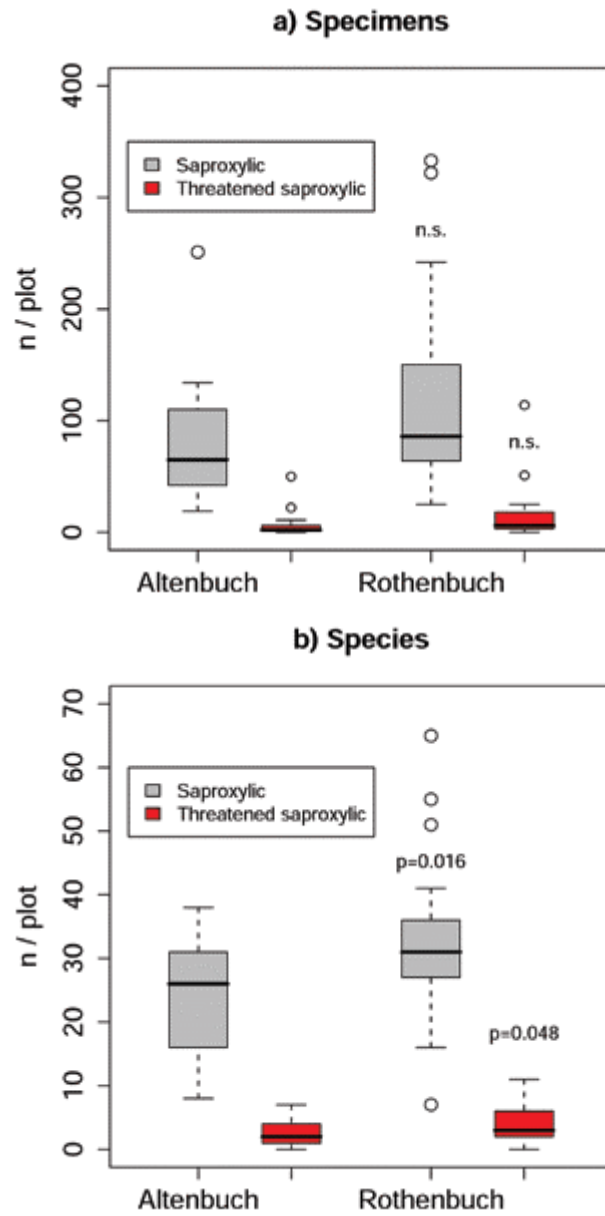
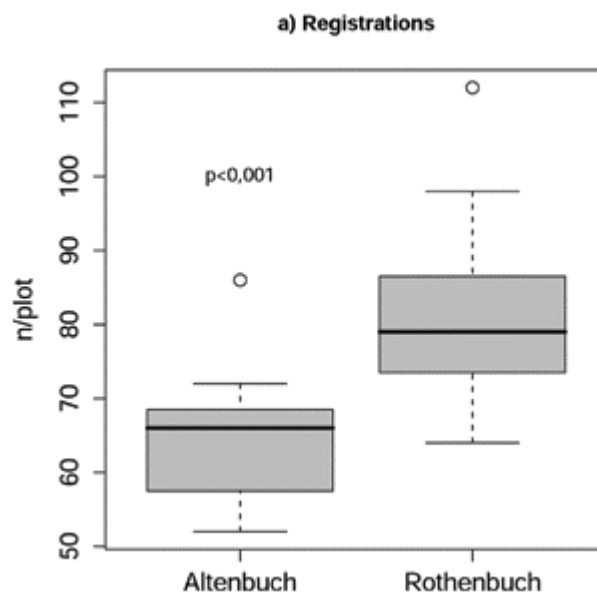


Abb. 5: Xylobionte Käferarten: Abundanzen der Gesamtarten und der Rote-Liste-Arten (5a) und Gesamtartenzahl und Rote-Liste-Arten (5b) pro Probekreis im Vergleich von Alten- zu Rothenbuch

Holz bewohnende Pilze

Insgesamt konnten 185 xylobionte Pilze aus 2.172 Funden bestimmt werden, von denen 183 Arten die Rot-Buche als Wirtsbaum besiedeln. Davon wurden 141 Arten in Altenbuch und 151 Arten in Rothenbuch nachgewiesen. Die Artenzahl auf den einzelnen Probeflächen lag in Altenbuch zwischen 29 und 47 Arten, in Rothenbuch zwischen 37 und 61 Arten. Artenzahl und Registrierungen pro Probekreis waren in Rothenbuch signifikant höher als in Altenbuch (Abb. 6). Auch die Registrierungen von Naturnähezeigern pro Probekreis (SCHMID & HELFER 1999) waren in Rothenbuch signifikant höher ($p = 0,038$). Keine Unterschiede ergaben sich bei der Gesamtartenzahl von Rote-Liste-Arten und von Naturnähezeigern. Die Anzahl der dauerhaften und für Buchenwälder charakteristischen Fruchtkörper von Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*) und Flachem Lackporling (*Ganoderma lipsiense*) lagen für alte, bereits in Zersetzung befindliche Fruchtkörper in Rothenbuch aber signifikant höher ($p = 0,049$ bzw. $0,002$).



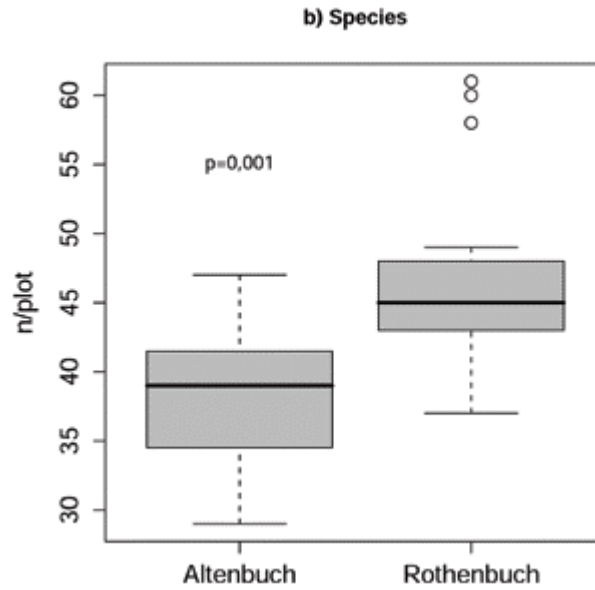


Abb. 6: Holz bewohnende Pilze: Registrierungen (6a) und Artenzahlen pro Probekreis (6b) im Vergleich zwischen Alten- und Rothenbuch

Auf Grund der Ergebnisse bei Vogelarten, xylobionten Käfern, Mollusken und Holz bewohnender Pilze mit allgemein höherem Artenreichtum und Abundanzen muss Hypothese 2: Das Rothenbacher Totholz- und Biotopbaumkonzept hat bisher keine Auswirkungen auf Abundanzen und Artenreichtum von Indikatorgruppen zurückgewiesen werden.

Auf Grund der höheren Zahlen bei höhlenbrütenden Vögeln, gefährdeten Weichtieren und xylobionten Käfern muss auch die Hypothese 3: Das Rothenbacher Totholz- und Biotopbaumkonzept hat bisher keine Auswirkungen auf Abundanzen und Artenreichtum anspruchsvoller und gefährdeter Arten zurückgewiesen werden

Damit konnte für alle drei Themenfelder, mit Ausnahme des Teilaspektes Quantität und Qualität von „Biotopbäumen“, ein positiver Einfluss des „Rothenbacher Totholz- und Biotopbaumkonzeptes“ auf Struktur- und Artenvielfalt nachgewiesen werden.

Diskussion der Ergebnisse

Bestands-, Totholz- und Biotopbauminventur

Gravierend waren die Unterschiede der Verjüngungssituation in beiden Untersuchungsgebieten. Ursache hierfür sind die auf Grund überhöhter Schalenwildbestände in den Vergleichsflächen bei Altenbuch fehlgeschlagenen Versuche, die Verjüngung einzuleiten. Dies führte auf Teilflächen auch zu einer starken Vergrasung der Bestände. Überhöhte Schalenwildbestände haben Einfluss auf die Waldverjüngung und Bodenvegetation, aber keinen Einfluss auf die Totholzstrukturen. Die Indikatorgruppen (bzw. ausgewählten Indikatorarten) sind jedoch ausschließlich an Totholzstrukturen gebunden. Die geringen Unterschiede bezüglich der Biotopbäume zeigen, welche lange Zeiträume (mehrere Jahrzehnte bis Jahrhunderte) für die Entstehung von lebenden Bäumen mit umfangreichen Totholzstrukturen notwendig sind (READ 2000, BUSLER & LOY 2004).



Abb. 7: Bäume mit großvolumigen Mulmhöhlen sind die seltensten Biotopbaumtypen in unseren Wirtschaftswäldern. Sie entstehen nicht kurzfristig, sondern nur im Laufe vieler Jahrzehnte und sind Lebensraum einer hochgradig gefährdeten Artengemeinschaft

Obwohl der gezielte Verzicht der Nutzung von starken Buchen (≥ 80 cm Brusthöhendurchmesser) bereits zu $2,16 \text{ m}^3$ pro Hektar in beiden Gebieten geführt hat (Quelle: FORSTEINRICHTUNG 2000) und der Buchenstarkholzvorrat über 21 Tsd. Festmeter erreicht, lassen sich unter ökologischer Sicht bisher nur wenige Biotopbäume feststellen. Anders stellt sich die Situation bei Totholzstrukturen dar, die aus Hiebsresten hervorgegangen sind. Hier zeigt sich, wie rasch gezieltes Belassen zu einer Erhöhung der Totholzmenge führt. Lediglich die fehlenden Unterschiede im Stockholzvorrat zeigen, dass die Nutzungen in beiden Flächen vergleichbar waren. Auch in anderen Laubwaldgebieten hat ein gezieltes Fördern von Totholz zu höheren Vorräten gegenüber konventionell genutzten Wäldern geführt (WINTER 2005, MÜLLER et. al. 2007b). Die Totholzgesamtmenge liegt in den untersuchten Flächen von Rothenbuch mit $27,20 \text{ m}^3/\text{ha}$ fast doppelt so hoch wie in Altenbuch. Dass dies nicht nur für die untersuchten Bestände zutrifft, zeigen die Inventurergebnisse der Forsteinrichtungen 2000 und 2002. Das ehemalige Forstamt Rothenbuch hatte auch auf ganzer Fläche und über alle Altersklassen mit $13,3 \text{ m}^3/\text{ha}$ einen fast doppelt so hohen Totholzvorrat wie das ehemalige Forstamt Altenbuch.

Avifauna

Im Spessart existiert eine Reihe von ungenutzten Naturwaldreservaten, die eine urwaldähnliche Komplettafauna aufweisen (MÜLLER 2004). Daher ist nicht überraschend, dass umliegende Wirtschaftswälder mit entsprechendem Totholzangebot rasch gefunden und auch in höherer Diversität besiedelt werden. Zu den Indikatorarten, die in Rothenbuch signifikant häufiger sind, ist anzumerken: Der Mittelspecht (*Dendrocopus medius*) ist eine Zeigerart alter, totholzreicher Buchenwälder, die auch in Tieflandsbuchenwäldern nachgewiesen wurde (SCHUMACHER 2005). Im Steigerwald besiedelt er Buchenbestände über 140 Jahre (MÜLLER 2005a). Auch im Vergleich von Totalreservaten erweist er sich als Zeiger für reife, naturnahe Laubwälder (MÜLLER 2004). Er besitzt eine Präferenz für Eichenwälder (PASINELLI 2000 & 2004). Buchenbestände werden auf Grund der glatten und damit für seine Nahrungssuche ungeeigneten Rindenstrukturen erst bei einem vermehrten Totholzangebot besiedelt. Auch für den Grauspecht (*Picus canus*) ist die Abhängigkeit von Totholz, besonders in der Baumkrone bekannt. Dort jagt er gerne nach baumbesiedelnden Ameisen (MATSUOKA & KOJIMA 1985). Kohlmeise (*Parus major*), Halsbandschnäpper (*Ficedula albicollis*), Trauerschnäpper (*Ficedula hypoleuca*) und Sumpfmeise (*Parus palustris*) sind Kleinhöhlenbrüter.



Abb. 8: Die Sumpfmeise ist eine der Indikatorarten, die in Rothenbuch signifikant häufiger registriert wurden

Die Höhlenszahl hängt in unseren Wirtschaftswäldern stark vom Alter der Bestände ab. Alle Höhlen werden an Faulstellen lebender oder toter Bäume angelegt. Besonders ausgeprägt ist die Abhängigkeit von der Höhlendichte bei den Weistreckenziehern, die erst spät ins Brutgebiet zurückkehren (MÜLLER 2005a). Auf Unterholz und eine gut entwickelte Strauchschicht angewiesene Arten wie das Rotkehlchen (*Erithacus rubecula*) und besonders die Mönchsgrasmücke (*Sylvia atricapilla*) dürften nur auf Grund der wesentlich höheren Verjüngungsdeckung in Rothenbuch häufiger sein. Diese Abhängigkeit wurde auch in weiteren Buchenwäldern (MÜLLER 2005a, SCHUMACHER 2005), sowie Eichenwäldern (MÜLLER 2004 & 2005b) beobachtet. Der Buchfink (*Fringilla coelebs*) ist zwar die häufigste Art in bayerischen Wäldern, trotzdem zeigt er eine Präferenz für Hallenbestände mit geringer Verjüngungsdeckung (MÜLLER 2005a). Daher war er in Altenbuch signifikant häufiger. Die einzigen Nachweise für den Baumpieper (*Anthus trivialis*) erfolgten in vergrasteten, lichten Altbeständen in Altenbuch. Diese Art besiedelt unterschiedlichste Waldlebensräume, solange diese licht sind und die Deckung durch Verjüngung nicht über 30% liegt (MÜLLER & HOTHORN 2004).

Weichtierfauna

Das ermittelte Gesamtspektrum von 25 Arten beider Projektgebiete entspricht in Stetigkeit und Dominanzstruktur einer Malakozönose, die als typisch für bodensauere Laubmischwälder angesehen werden kann. In Nordbayern wurden ähnliche Zönosen auf Sandsteinkeuper im Steigerwald (MÜLLER et al. 2005b), in bodensauren Buchenwäldern auf Rhät-Sandstein, quartären Sanden, aber auch auf basenarmen Schiefen im Nordwestlichen Frankenwald (STRÄTZ 2005) nachgewiesen. Den Kern der Malakozönose

bilden weit verbreitete Waldarten (Minimalgruppe sensu TAPPERT 2002). An etwas feuchteren und weniger stark basenverarmten Standorten treten Trennarten der *Punctum pygmaeum*-Gruppe sensu TAPPERT 2002 hinzu. Typisch ist im bodensauren Buchenwald auch das Auftreten bzw. Dominieren der als säuretolerant geltenden Arten *Arion subfuscus*, *Lehmanna marginata* und *Columella aspera*, wobei letztgenannte Art nur in Waldbeständen mit gleichzeitig reich entwickelter Zwergstrauchschicht (*Vaccinium myrtillus*) Bedeutung erlangt und in der „*nudum*“-Fazies des L u z u l o - F a g e t u m (bodenvegetationsfreie Fazies auf Grund standörtlicher Faktoren) normalerweise fehlt. Aus der stärker auf Durchfeuchtung und höheren Basengehalt des Oberbodens angewiesenen *Carychium-Cochlicopa*-Gruppe (sensu TAPPERT 2002) ist in den untersuchten Waldbeständen nur *Columella edentula* vertreten und das auch nur äußerst spärlich. Die übrigen festgestellten Arten können als Begleiter aufgefasst werden, die in bodensauren Wäldern nur selten und in geringer Individuendichte auftreten. Einige dieser Begleiter wie *Aegopinella pura* (eigentlich ein typischer Streubesiedler von Kalkbuchenwäldern), *Cepaea hortensis*, *Cepaea nemoralis*, *Oxychilus cellarius*, *Arianta arbustorum*, *Macrogaster plicatula*, *Deroceras reticulatum*, *Arion lusitanicus* und *Trichia hispida* stellen ebenfalls höhere Ansprüche an Basenverfügbarkeit und Feuchte. Diese Begleiter und auch die Vertreter der oben genannten *Punctum pygmaeum*- und *Carychium-Cochlicopa*-Gruppe waren in den bodensauren Buchenmischwäldern des Projektgebietes eigentlich nur unter zwei Vorbedingungen nachzuweisen: Vorkommen größerer Mengen an liegendem starkem Totholz und/oder räumliche Nähe der Probekreise zu basenreicheren und feuchteren Standorten (Rinnen, Wegränder).

Das in Rothenbuch in größerer Menge und stärkeren Dimensionen vorhandene liegende und stehende Totholz bietet für die Gruppe der Landgastropoden offenbar sowohl hinsichtlich der Individuen- als auch der Artenanzahl günstigere Bedingungen als die untersuchten Waldbestände in Altenbuch. Das Molluskenleben, sieht man von den säuretoleranten Nacktschneckenarten wie *Lehmanna marginata*, *Malacolimax tenellus* und *Arion subfuscus* ab, findet im bodensauren Buchenwald maßgeblich an und unter Totholz bzw. hinter abplatzender Rinde absterbender oder verletzter Altbäume statt. Der stark versauerte Waldboden selbst kann nur von den oben genannten säuretoleranten Nacktschnecken dauerhaft besiedelt werden. Gehäuseschnecken, selbst Kleinstschnecken wie *Punctum pygmaeum* und *Euconulus fulvus*, fehlen in der Streuschicht. Dass diese begünstigende Wirkung liegenden Totholzes für die Malakofauna in den in Bayern weit verbreiteten bodensauren Buchenwäldern (L u z u l o - I u z u - l o i d i s - F a g e t u m) der kollinen bis submontanen Höhenstufen regelmäßig auftritt, zeigen entsprechende Beobachtungen in vielen Wäldern

Nordbayerns (STRÄTZ 2005). Durch Untersuchungen, die von MÜLLER et al. (2005b) im nördlichen Steigerwald mit hoher Stichprobenanzahl gewonnen wurden, konnte das Phänomen erhöhter pH-Werte und Ca-Vorräte unter liegendem Totholz-Stämmen auch statistisch abgesichert werden. Zeitgleich wurden in Norddeutschland auch in kalkreichen Wäldern die Beziehung von Mollusken zu Totholz nachgewiesen (KAPPES 2005). Im Gegensatz zu anderen Artengruppen (Holzpilze, xylobionte Käfer) ist für Mollusken die Bindung an Totholz weniger baumartenspezifisch. Hier ist es eher der Prozess der Nährstoffnachlieferung und die Anreicherung von Basen, insbesondere Calcium, und der gegenüber Laubstreu und Oberboden erhöhte pH-Wert (MÜLLER et al. 2005b), der günstigere Voraussetzungen für arten- und individuenreiche Molluskenzönosen schafft. Die Bedeutung der Totholz besiedelnden Pilze ist hierbei besonders hervorzuheben. Sie schließen die im Holzkörper enthaltenen Basen und Nährstoffe auf und machen sie erst für die Malakofauna verfügbar. Auf Totholz oder hinter abgeplatzter Borke wachsendes Pilzmycel und die Fruchtkörper der Pilze dienen den meisten Gastropoden als Nahrung.

Allgemein bekannt sind die Schutzfunktion (Versteckplätze, Deckung, Eiablageplätze) sowie, in sommerlichen Trockenperioden, die Erhöhung der Bodenfeuchte unter Totholz gegenüber den offen liegenden oder nur durch eine Laubstreuenschicht geschützten Waldböden. Im Winter kommt möglicherweise der Schutz vor extremer Frosteinwirkung hinzu, da sich die meisten Schnecken tief in den Mulm der Stämme oder in die lockeren und gut durchwühlbaren Ton-Humusböden (Krümelgefüge) unter liegendem Totholz eingraben können. Vergleichbare Beobachtungen, die jedoch vorwiegend auf einen verbesserten Feuchtehaushalt zurückgeführt werden konnten, wurden mittlerweile auch in den kollinen Buchenmischwäldern basenreicher Standorte gemacht (STRÄTZ & MÜLLER 2006).

Die Schließmundschnecke *Macrogastrea plicatula plicatula* war aus dem Hafenlohrtal bisher nur von zwei Fundstellen bekannt (KITTEL 1996). Die Art gilt in gewissem Grad als Feuchte liebend und wird in Nordbayern als kennzeichnend für Au-, Kalktuff-, Hangschutt- und Schluchtwälder angesehen. Die Art, die bei Regenwetter gerne an glatten Baumstämmen aufsteigt, um Algen und Flechtenaufwuchs abzuweiden, war in den 1970er und 1980er Jahren dem sauren Regen ausgesetzt (Korrosion der Gehäuse; Absterben der Tiere). Wie andere baumsteigende Schließmundschnecken dürfte *Macrogastrea plicatula* s.str. die ohnehin bodensauren Laubwälder des Sandsteinspessarts in dieser Zeit flächendeckend geräumt haben. Dass diese Arten noch Ende des vorletzten Jahrhunderts häufig in den Laubwäldern des Spessarts vorkamen, wissen wir aus den ersten malakologischen Arbeiten, die über diesen Naturraum publiziert wurden. So bezeichnet FLACH (1886) die Zahnlose Windelschnecke (*Balea perversa*) als

„Charakterschnecke des Spessarts“ und auch noch EHRMANN (1933) nennt „besonders den Spessart“ als Verbreitungsgebiet dieser Art. Bei der Überprüfung der vielen angegebenen Fundstellen in Wäldern durch KITTEL (1991) konnte keine wiederbelegt werden. Die einzigen Fundstellen, an denen sich die Art im Spessart bis heute erhalten konnte, sind die Schlossmauer in Mespelbrunn (KITTEL 1991) und eine alte Bundsandsteinmauer im Weiler Einsiedel im Hafenlohrtal (KITTEL 1996). Nur in den gegen Säureeintrag abgepufferten Refugien wie Gesteinsablagerungen und Mauern mit Kalkmörtel konnten sich typische anspruchsvolle Waldschnecken wie *Balea perversa*, *B. biplicata*, *Clausilia cruciata*, *Macrogastera plicatula*, *Isognomostoma isognomostoma*, *Helicodonta obvoluta*, *Helicigona lapicida* und *Daudebardia rufa* erhalten. Für einige dieser Arten kann derzeit eine Wiederausbreitung in die Laubmischwälder beobachtet werden, was ursächlich mit dem aktuell geringeren Säureeintrag und dem deutlich verbesserten Angebot an liegendem und stehendem Totholz zusammenhängt.



Abb. 9: Die Besiedlung bodensaurer Buchenbestände ist der Schließmundschnecke *Macrogastera plicatula* nur bei entsprechendem Totholzangebot möglich

Als Beispiel für eine auf den meisten Probekreisen in Rothenbuch bereits weit fortgeschrittene Wiederbesiedlung kann *Macrogastra plicatula* herangezogen werden. Sie konnte im Jahr 2006 wieder in vielen gut ausgeprägten Totholzbereichen des Untersuchungsgebietes Rothenbuch unter starkem liegendem und zum Teil auch an stehendem Totholz in ansehnlicher Dichte nachgewiesen werden.

Xylobionte Käferarten

Die festgestellte Artenzahl von 201 Arten liegt im Rahmen der Erwartungswerte für einjährige Erhebungen in Hainsimsen-Buchenwäldern (MÜLLER 2005a) und die Methodenkombination Handfang und bodennahe Flugfensterfalle. Aufgrund der flächigen Verjüngung und ihrer größeren Durchschnittshöhe in Rothenbuch dürften die Fangergebnisse der bodennahen Flugfensterfallen hier negativ beeinflusst worden sein. 56 Prozent der Eklektoren befanden sich in Rothenbuch in und unter Verjüngung, die den Anflug von Insekten behindert. In Altenbuch war nur ein Viertel der Fallen unter Verjüngungsstrukturen positioniert. Der SOERENSEN-Index beträgt bei den Gesamtarten 76,3 Prozent, bei den gefährdeten Arten 60,6 Prozent. Die Artidentität bei den Gesamtarten ist sehr hoch, der Wert für die Rote-Liste-Arten zeigt jedoch, dass bei in Bezug auf die Naturnähe von Strukturen und Habitatkontinuität (WALENTOWSKI & WINTER 2007) anspruchsvolleren Strukturindikatoren ein deutlicher Unterschied zwischen den Untersuchungsgebieten besteht. Rothenbuch stellt 69 Prozent, Altenbuch 31 Prozent dieser Exklusivarten. Dieser deutliche Unterschied zwischen Beständen mit unterschiedlichen Totholzmengen bezüglich der anspruchsvollen Arten deckt sich mit Untersuchungen aus dem Steigerwald (MÜLLER et al. 2007a).

Tab. 4: Verteilung der in einem Gebiet exklusiv vorkommenden Arten auf Struktur- und Substratgilden

Gilde	Σ	Rothenbuch	Altenbuch
Altholzbesiedler	41	28	13
Frischholzbesiedler	13	7	6
Mulmhöhlenbesiedler	3	3	0
Holzpilzbesiedler	18	13	5
Xylobionte Sonderbiologien	2	2	0
Summe	77	53	24

Einen tieferen Einblick erlaubt die Analyse des Artenspektrums anhand der Struktur- und Substratgilden (SCHMIDL & BUßLER 2004). Während die Anzahl der jeweils nur in einem Gebiet nachgewiesenen Arten aus der Gilde der Frischholzbesiedler fast ausgeglichen ist (Tab. 4), finden sich nur in Rothenbuch Arten aus den Gilden der Mulmhöhlenbesiedler und mit xylobionten Sonderbiologien, die hohe Strukturreife und -qualität repräsentieren. Bemerkenswert ist hierbei der Nachweis des Kurzflüglers *Hesperus rufipennis*, der erst 2004 in Bayern, ebenfalls in Mulmhöhlenbuchen wiedergefunden wurde und bis dato als „ausgestorben oder verschollen“ galt (SCHMIDL et al. 2005). Auch bei den Altholzbesiedlern und den damit korrelierenden Holzpilzbesiedlern stellt Rothenbuch mit 41 gegenüber 18 Arten einen deutlich höheren Anteil von nur in einem Gebiet nachgewiesenen Arten. Eine gute Indikatorart für nischenreiche naturnahe Buchenwälder ist der Schwarzkäfer *Bolitophagus reticulatus*, der im Untersuchungsgebiet an Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*) gebunden ist. Er konnte in Rothenbuch in signifikant höherer Individuenzahl und Stetigkeit ($p = 0.015$) nachgewiesen werden. Der deutliche Unterschied ist durch Sanitärhiebe in Altenbuch verursacht, bei denen bis vor wenigen Jahren gezielt sogenannte „Schwammbuchen“ entnommen wurden (REICHERT mdl. Mitt. 2006). Dass diese Charakterart von Buchenwäldern durch gezielte Wertholzpflge ausgerottet werden kann, wurde im Steigerwald und verschiedenen isolierten Naturwaldreservaten nachgewiesen (MÜLLER 2005c). Bei einer Analyse der exklusiven Arten der Roten Liste Bayerns ergibt sich, dass sich von 26 Arten 80 Prozent auf Rothenbuch und nur 20 Prozent auf Altenbuch verteilen. Ausschließlich in Rothenbuch wurde der in Bayern stark gefährdete Schwarzkäfer *Uloma culinaria* festgestellt. Er ist an stehendes, starkes Buchentotholz gebunden. Neben der Population im Heisterblock des Spessarts ist nur noch ein weiteres rezentes Vorkommen in Bayern bekannt. Arten der Roten Liste, die ausschließlich in Altenbuch festgestellt wurden, sind der Hirschkäfer (*Lucanus cervus*) und der Pilzkäfer (*Triplax lepida*). Beide Arten scheinen von den in Altenbuch auf Teilflächen günstigeren Klimabedingungen (höhere Jahresmitteltemperatur, südexponierte Steilhänge) zu profitieren. Dass zwischen Altenbuch und Rothenbuch eine klimatisch bedingte Verbreitungsgrenze existiert, zeigen auch weitere Beispiele. Der Asiatische Nutzholzborkenkäfer (*Xyleborus germanus*) wurde in Altenbuch trotz der wesentlich geringeren Totholz mengen signifikant häufiger nachgewiesen ($p < 0,01$). Der Balkenschröter (*Dorcus parallelipedus*) konnte im Heisterblock bisher nur im Naturschutzgebiet „Rohrberg“ nachgewiesen werden, in den nur wenige Kilometer weiter nördlich gelegenen Flächen (Naturwaldreservat „Eichhall“, Naturschutzgebiet „Metzger“) ist der Balkenschröter nicht vorhanden und wird von der montanen Art *Ceruchus chrysomelinus* abgelöst. Eine innerhalb Bayerns nur im Spessart verbreitete Art ist der

Goldhaarbock (*Leptura aurulenta*) er wurde in beiden Untersuchungsgebieten nachgewiesen.



Abb. 10: Der Goldhaarbock (*Leptura aurulenta*) hat sein einziges Vorkommen in Bayern im Hochspessart, er entwickelt sich in altem Buchentotholz

Im Faunenspektrum der Wirtschaftswaldflächen fehlen aber etliche der in den Totalreservaten der Großlandlandschaft nachgewiesenen anspruchsvollen Strukturindikatoren und auch alle bisher festgestellten Urwaldreliktarten (BUßLER & LOY 2004, MÜLLER et al. 2005a), beispielsweise *Osmoderma eremita*, *Aeletes atomarius*, *Pycnomerus terebrans*, *Ptenidium gressneri*, *Allecula morio*, *Triplax aenea*, *Latridius brevicollis*, *Crepidophorus mutilatus* und *Procrærus tibialis*. Dies lässt vermuten, dass auch in den heute relativ struktur- und totholzreichen Beständen in Rothenbuch ein im Laufe des Bestandslebens aufgetretenes, zeitweiliges Strukturdefizit zu einer Artenreduktion geführt hat.

Holz bewohnende Pilze

Xylobionte Pilzarten sind aufgrund der Sporenausbreitung durch den Wind als sehr mobile Lebewesen anzusehen. Außerdem reichen bereits kleinere Mengen eines geeigneten Substrates aus, um eine Besiedlung zu

ermöglichen (KARLSSON 1993). Deshalb können bereits die wesentlich geringeren Totholz mengen in Altenbuch einer hohen Zahl von holzbesiedelnden Pilzen als Substrat dienen. Verglichen mit mehrjährigen Studien in Buchen-Naturwaldreservaten in Bayern, bei denen 52 bis 105 Holzpilzarten nachgewiesen wurden (BLASCHKE & HELFER 1999, BLASCHKE et al. 2004), zeigt die Gesamtartenzahl von 141 Arten für Altenbuch, bzw. 151 für Rothenbuch, eine beachtliche Artenvielfalt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei den früheren Studien in Buchen-Naturwaldreservaten in Bayern die Gruppe der Rindenpilze (*Corticaceae* s. l.) nicht mit der gleichen Intensität erfasst wurde wie im vorliegenden Projekt. Bei ebenfalls einjährigen Untersuchungen, aber doppelt so hoher Probekreisanzahl, in Buchenwäldern des Steigerwaldes, wurden mit 196 Arten noch höhere Artenzahlen erreicht (MÜLLER et al. 2007b). Zudem lagen dort etliche Flächen in totholzreicheren Totalschutzgebieten. Außerdem weisen die Buchenwälder des Steigerwaldes aus geologischen und klimatischen Gründen mehr Mischbaumarten und damit einen größeren Substratreichtum auf.

Aus der Roten Liste Deutschlands wurden in Rothenbuch und Altenbuch vier Arten und aus der Roten Liste Bayerns 10 Arten nachgewiesen. Aus der Roten Liste Deutschlands waren dies die Rindenpilze *Ceriporia purpurea*, *Mycoacia nothofagi*, *Phanerochaete septocystidia* und *Xylobolus frustulatus*. Letzterer war allerdings nur an Eichenholz zu finden. Es ist zu berücksichtigen, dass die Rindenpilze (*Corticaceae* s. l.) in den Roten Listen auf Grund fehlender ökologischer Daten nur unzureichend erfasst sind. Die jeweilige Artenausstattung der Probekreise zeigt bereits einen deutlichen Unterschied zwischen den Flächen in Rothenbuch und Altenbuch. Sowohl die Registrierungen, wie auch die Artenzahlen pro Probekreis, waren in Rothenbuch signifikant höher als in Altenbuch. Hier spiegelt sich wider, dass in Rothenbuch das Totholzangebot im Durchschnitt fast doppelt so hoch ist wie in Altenbuch.



Abb. 11: Der Löffelstielige Seitling (*Pleurotus pulmonarius*) ist Nahrungspilz vieler seltener Holzpilzkäfer der Gattung *Triplax*

Dass bereits ein mengenmäßig geringeres Substratangebot auch für anspruchsvollere Arten ausreichend sein kann, belegt die ähnliche Artenausstattung bei Rote-Liste-Arten und Naturnähezeigern. Aber auch hier zeigt die Verteilung über die Fläche, dass in Rothenbuch eine höhere Stetigkeit der Strukturen vorhanden ist. Die Anzahl der beiden dauerhaften und für Buchenwälder charakteristischer älteren Fruchtkörper von Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*) und Flachem Lackporling (*Ganoderma lipsiense*) liegen in Rothenbuch signifikant über den Werten von Altenbuch. Das vermehrte Auftreten des Zunderschwamms als Indikatorart für naturnahe Buchenwälder (WINTER et al. 2003, MÜLLER 2005a) in Rothenbuch bestätigt die positiven Auswirkungen des Totholz – und Biotopbaumkonzeptes.

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse zeigen eindrucksvoll, dass Waldbestände die nach dem integrativen „Rothenbacher Totholz- und Biotopbaumkonzept“ bewirtschaftet werden, gegenüber Flächen ohne dieses Konzept, signifikant struktur- und artenreicher sind. Auch wenn die in neueren Untersuchungen (MÜLLER 2005a, MÜLLER et. al 2007d) geforderten und inzwischen als Vorgabe für die

Bayerischen Staatsforsten definierte Gesamtotholzmenge von mindestens 40 m³ Totholz pro Hektar für über 140jährige Buchenbestände (NEFT 2006) noch nicht ganz erreicht werden, ist das Konzept das richtige Instrumentarium zum Umsetzen der Zielvorgaben. Wenn die kompletten Spektren der heute noch in der Großlandschaft Spessart nachgewiesenen Arten gesichert werden sollen, bedarf es weiterer konsequenter Totholzanreicherung im Zuge der Bewirtschaftung. Der lange Zeitraum für die Entstehung ökologisch wertvoller, anbrüchiger, noch lebender Bäume (Biotopbäume) macht eine langfristige Strategie notwendig. Überstarke vitale Bäume sind als Reserve wichtig, leisten ihren ökologischen Beitrag aber erst in der Zukunft. Daher ist nur eine kombinierte Strategie aus dem Belassen von Ernteresthölzern, zufälligen Anfällen (Windwurf- und Windbruchmaterial) und eine frühzeitige Sicherung von angehenden Biotopbäumen zielführend.

Danksagung

Für die umfangreiche Unterstützung des Projektes danken wir den Bayerischen Staatsforsten und dem Bayerischen Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten für die finanzielle Unterstützung im Rahmen des Projektes ST177.

Literatur

- BayFORKLIM (1996): Klimaatlas von Bayern. Bayerischer Klimaforschungsverbund, c/o Meteorologisches Institut der Universität München, München.
- BLASCHKE, M. & W. HELFER (1999): Artenvielfalt bei Pilzen in Naturwaldreservaten. – *Allgemeine Forstzeitung* **57**: 383 - 384.
- BLASCHKE, M., HAHN, C. & HELFER, W. (2004): Die Pilzflora der Bayerischen Naturwaldreservate, *LWF Wissen* **43**: 5-30.
- BREITENBACH, J. & KRÄNZLIN, F. (1984-2005): Pilze der Schweiz, Band 1-6, Verlag Mykologia, Luzern.
- BUßLER, H. (2003a): Rote Liste gefährdeter „Diversicornia“ (Coleoptera) Bayerns.- In: BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns, Schriftenreihe **166**: 129-134.
- BUßLER, H. (2003b): Rote Liste gefährdeter Heteromera (Coleoptera: Tenebrionidea) und Terebrilia (Coleoptera: Bostrichoidea) Bayerns.- In: BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns, Schriftenreihe **166**: 140-145.
- BUßLER, H. & LOY, H. (2004): Xylobionte Käferarten im Hochspessart als Weiser naturnaher Strukturen. *LWF Wissen* **46**: 36-42.
- BUßLER, H., MÜLLER, J. & SIMON, U. (2004): Erfassung xylobionter Käfer in Waldökosystemen. *Naturschutz und Landschaftsplanung* **36**: 197-201.
- BUßLER, H. & BENSE, U. (2003): Rote Liste gefährdeter Borkenkäfer (Coleoptera: Scolytidae), Breitrüssler (Antrhiidae) und Kernkäfer (Platypodidae) Bayerns.- In: BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns, Schriftenreihe **166**: 172-173.

- BUßLER, H. & HOFMANN, G. (2003): Rote Liste gefährdeter Kurzflüglerartiger (Coleoptera: Staphylinoidea) Bayerns.- In: BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns, Schriftenreihe **166**: 117-128.
- BUßLER, H. (2006): Uraltbäume mit jungem, vielfältigem Leben.-LWF aktuell **53**: 6-7.
- DGF (1992): Rote Liste der gefährdeten Großspilze in Deutschland, Naturschutz Spezial, IHW Verlag, Eching.
- DOROW, W. H. O. (1999): Heteroptera (Wanzen) In: FLECHTNER, G., W. H. O. DOROW & J.-P. KOPELKE (Hrsg.): Naturwaldreservate in Hessen: Niddahänge östlich Rudingshain. Zoologische Untersuchungen 1990-1992, S. 241-398.
- DUFRENE, M., LEGENDRE, P. (1997): Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* **67**:345-366.
- EHRMANN, P. (1933): Kreis Weichtiere, Mollusca. In: P. Brohmer, P. Ehrmann und G. Ulmer (Hrsg.): Die Tierwelt Mitteleuropas, Bd. II (1), I – II, Quelle & Meyer Leipzig, unveränd. Nachdruck 1956.
- FALKNER, G. (1990): Binnenmollusken. In: R. Fechter und G. Falkner (Hrsg.): Weichtiere – Europäische Meeres- und Binnenmollusken. Mosaik-Verlag, München.
- FALKNER, G. (1991): Vorschlag für eine Neufassung der Roten Liste der in Bayern vorkommenden Mollusken (Weichtiere). Mit einem revidierten systematischen Verzeichnis der in Bayern nachgewiesenen Molluskenarten. Schriftenr. Bayer. Landesamt für Umweltschutz **97**, Beiträge zum Artenschutz **10**: 61 – 112.
- FALKNER, G., COLLING, M., KITTEL, K., STRÄTZ, C. (2003): Rote Liste gefährdeter Schnecken und Muscheln (Mollusca) Bayerns.- In: BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns.- Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz **166**: 337 –347.
- FLACH, K. (1886): Die Molluskenfauna Aschaffenburgs nebst Beiträgen zur Fauna des Spessarts.- *Verh. phys.-med. Ges. Würzburg (N.F.)* **19**: 253-276 [1-24].
- FLADE, M. & SCHWARZ, J. (2004): Ergebnisse des DDA-Monitoringprogramms, Teil II: Bestandsentwicklung von Waldvögeln in Deutschland 1989-2003. *Vogelwelt* **125**: 177-213.
- FLECHTNER, G. (2000): Coleoptera (Käfer). In: FLECHTNER, G., W. H. O. DOROW & J.-P. KOPELKE (Hrsg.): Naturwaldreservate in Hessen: Niddahänge östlich Rudingshain. Zoologische Untersuchungen 1990-1992: 5-350.
- FORSTAMT ROTHENBUCH (2003 & 2006): Rothenbacher Totholz und „Biotopbaum“-Konzept. Unveröff. Behördeninformation.
- FREUDE, H., HARDE, K. & LOHSE, G. A. (1964-1992): Die Käfer Mitteleuropas. Bd. 2-11 u. 13. Goecke & Evers, Krefeld.
- GLASER, F.F., HAUKE, U. (2004): Historisch alte Waldstandorte und Hudewälder in Deutschland. *Angewandte Landschaftsökologie* **61**: 52-53.
- GRANKE, O., SCHMIEDINGER, A., WALENTOWSKI, H. (2004): Konzept und Schlüsselkriterien für die Bewertung der Biodiversität von Wald-Lebensräumen in Deutschland. *Waldökologie online* **1**: 25-28.
- GROVE, S. (2000): Trunk window trapping: an effective technique for sampling tropical saproxylic insects. *Memoirs Queensland Museum* **46**: 149-160.
- HJORTSTAM, K.; LARSON, K.-H. & RYVARDEN, L. (1987 – 1988): The Corticiaceae of North Europe, Volume 1-8, Fungiflora, Oslo.
- JARZABEK, A. (2005): Mulmhöhlen als Schlüsselstruktur in Buchenwäldern. Unveröff. Diplomarbeit an der FH Weihenstephan, Fachbereich Landschaftsarchitektur.
- JARZABEK, A. (2006): Mulmhöhlen – Schatztruhen im Buchenwald. LWF aktuell **53**: 4-5.
- JEDICKE, E. (2006): Altholzinseln in Hessen. Biodiversität in totem Holz – Grundlagen für einen Alt- und Totholz-Biotopverbund. Hessische Gesellschaft für Ornithologie und Naturschutz. Rodenbach.
- JOKIC, Z. (2003): Erfassung der Landschnecken im NWR Eichhall (Naturraum Sandsteinspessart).- Unveröff. Manuskript im Auftrag der Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Freising.
- JOKIC, Z., STRÄTZ, C., MÜLLER, J. (2004): Waldökologischer Vergleich von Mittelwäldern und Eichenmischwäldern anhand der Landschneckenfauna – Auswirkungen der

- Mittelwaldnutzung auf die Zusammensetzung der Schneckenzöosen in Eichenmischwäldern. Naturschutz und Landschaftsplanung **36** (8): 237-244.
- JUNGWIRTH, D. (2003): Rote Liste der Blatthornkäfer (Coleoptera: Lamellicornia) Bayerns.- In: BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns, Schriftenreihe **166**: 146-149.
- KAPPES, H. (2005): The influence of coarse woody debris on the gastropod community of a managed calcareous beech forest in western Europe. *Journal of Molluscan Studies* **71**:85-91.
- KARLSSON, J.-O. (1993): Genetic structure of populations of root rot fungi with special emphasis on *Heterobasidion annosum*, Dissertation der Universität Uppsala.
- KERNEY, M. P., CAMERON, R.A.D. & JUNGBLUTH, J. H. (1983): Die Landschnecken Nord- und Mitteleuropas, Verl. P. Parey, Hamburg und Berlin.
- KITTEL, K. (1991): Die Landschnecken im Landkreis Aschaffenburg. Schriftenreihe zu Fauna und Flora im Landkreis Aschaffenburg, Bd. 3.
- KITTEL, K. (1996): Beitr. zur Molluskenfauna Unterfrankens: 10. Molluskenbeobachtungen im Hafenlohrtal (Spessart) zwischen Rothenbuch und Hafenlohr, Lkr. Aschaffenburg und Main-Spessart (Moll. Gastropoda, Bilvalvia; Bayern). *Nachrichten des naturwissenschaftlichen Museums Aschaffenburg*, Bd. 103: 75-97.
- KÖHLER, F. & KLAUSNITZER, B. (1998): Verzeichnis der Käfer Deutschlands. *Entomologische Nachrichten und Berichte* **4**.
- KRIEGLSTEINER, G. J. (2000-2003): Die Großpilze Baden-Württembergs, Bd. 1-4, Ulmer Verlag Stuttgart.
- LANDMANN, A., GRÜLL, A., SACKL, P., RANNER, A. (1990): Bedeutung und Einsatz von Bestandserfassungen in der Feldornithologie: Ziele, Chancen, Probleme und Stand der Anwendung in Österreich. *Egretta* **33**: 11-50.
- LOHSE, G.A., LUCHT, W. (1989): Die Käfer Mitteleuropas, Bd.12, Goecke und Evers, Krefeld.
- LOHSE, G.A., LUCHT, W.H. (1994): Die Käfer Mitteleuropas, Bd. 14, Goecke und Evers, Krefeld.
- LOZEK, V. (1964): Quartärmollusken der Tschechoslowakei. *Rozpr. ústred. úst. geol.*, Bd. 31.
- LUCHT, W., Klausnitzer, B. (1998): Die Käfer Mitteleuropas, Bd. 15, Goecke und Evers, Krefeld.
- MATSUOKA, S., KOJIMA K. (1985): Studies on the Food Habits of Four Sympatric Species of Woodpeckers I. Grey-headed Green Woodpecker *Picus canus* in Winter. *Tori* **33**:103-111.
- MÜHLENBERG, M. (1993): Freilandökologie. Quelle & Meyer, Heidelberg, Wiesbaden: 345-346.
- MÜLLER, H.J. (1984): Ökologie. UTB – Gustav Fischer Verlag Stuttgart: 265.
- MÜLLER, J. (2004): Welchen Beitrag leisten Naturwaldreservate zum Schutz von Waldvogelarten. *Ornithol. Anz.* **43**: 3-18.
- MÜLLER, J. (2005a): Waldstrukturen als Steuerungsgröße für Artengemeinschaften in kollinen bis submontanen Buchenwäldern. Dissertation an der Technischen Universität München, <http://mediatum.ub.tum.de>
- MÜLLER, J. (2005b): Vögel als Indikatoren in Eichenwäldern. *Ornithol. Beob.* **102**:12-32.
- MÜLLER, J. (2005c): Wie beeinflusst Forstwirtschaft die Biodiversität in Wäldern? Eine Analyse anhand der xylobionten Käfer (Insecta: Coleoptera). *Beiträge zur bayerischen Entomofaunistik* **7**:1-8.
- MÜLLER, J., BUßLER, H., BENSE, U., BRUSTEL, H., FLECHTNER, G., FOWLES, A., KAHLEN, M., MÖLLER, G., MÜHLE, H., SCHMIDL, J. & ZABRANSKY, P. (2005a): Urwald relict species- Saproxylic beetles indicating structural qualities and habitat tradition – Urwaldrelikt-Arten - Xylobionte Käfer als Indikatoren für Strukturqualität und Habitattradition.-*Waldökologie online* **2**: 106-113.
- MÜLLER, J., STRÄTZ, C. & HOTHORN, T. (2005b): Habitat factors for land snails in European beech forests with special focus on coarse wood debris.- *Eur. J. Forest Res.* **124**: 233-242.
- MÜLLER, J., BUßLER, H. & KNEIB, T. (2007a in press): Saproxylic beetle assemblages related to silvicultural management intensity and stand structures in a beech forest in Southern Germany. *European Journal of Insect Conservation*.
- MÜLLER, J., HOTHORN, T., PRETZSCH, H. (2007b in press): Long-term effects of logging intensity on structures, birds, saproxylic beetles and wood-inhabiting fungi in stands of European beech *Fagus sylvatica* L. *Forest Ecology Management*.

- MÜLLER, J.; ENGEL, H. & BLASCHKE, M. (2007c in press): Changes in assemblages of wood-inhabiting fungi related to silvicultural intensity for beech forests in southern Germany, Eur. J. Forest Res.
- NEFT, R. (2006): Biotopbäume und Totholz im bayerischen Staatswald schützen, erhalten und fördern. LWF aktuell **55**: 28-30.
- MÜLLER, J., BUßLER, H. & UTSCHICK (2007d): Wie viel Totholz braucht der Wald? Ein wissenschaftsbasiertes Konzept gegen den Artenschwund der Totholzzönosen.- Naturschutz und Landschaftsplanung **39** (6): 165-170.
- PASINELLI, G. (2000): Oaks (*Quercus* sp.) and only oaks? Relations between habitat structure and home range size of the middle spotted woodpecker (*Dendrocopos medius*). Biological Conservation **93**:227-235.
- PASINELLI, G. (2003): *Dendrocopos medius* Middle Spotted Woodpecker. BWP Update **5** (1): 49-99.
- READ, H. (2000): Veteran Trees – A guide to good management. English Nature, Birmingham.
- REISCHÜTZ, P.L. (1999): Sektion und Bestimmung von Nacktschnecken.- Heldia, Bd. **2** (3): 17-32.
- SCHAWALLER, W., REIBNITZ, J., BENSE, U. (2005): Käfer im Holz. Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie C, Heft **58**: 76 S.
- SCHERZINGER, W. (1985): Die Vogelwelt der Urwaldgebiete im Inneren Bayrischen Wald. Schriftenreihe Nationalpark Bay. Wald **12**.
- SCHMID, H. (1990): Rote Liste der gefährdeten Großpilze Bayerns, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Schriftenreihe Heft **106**, München.
- SCHMID, H. & HELFER, W. (1999): Die Bedeutung der Naturwaldreservate für den Pilzartenschutz, NUA-Seminarbericht **4**: 140-146.
- SCHMIDL, J. & BUßLER, H. (2003): Rote Liste gefährdeter Bockkäfer (Coleoptera: Cerambycidae) Bayerns.- In: BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns, Schriftenreihe **166**:150-153.
- SCHMIDL, J. & ESSER, J. (2003): Rote Liste gefährdeter Cucujoidea (Coleoptera: "Clavicornia") Bayerns.- In: BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns, Schriftenreihe **166**:135-139.
- SCHMIDL, J. & BUßLER, H. (2004): Ökologische Gilden xylobionter Käfer Deutschlands. Naturschutz und Landschaftsplanung **36**: 202-218.
- SCHMIDL, J., BUßLER, H. & FUCHS, H. (2005): 22. Bericht der Arbeitsgemeinschaft Bayerischer Koleopterologen (Coleoptera). NachrBl. bayer. Ent. **54** (1/2): 21-29.
- SCHUMACHER, H. (2005): Zum Einfluss forstlicher Bewirtschaftung auf die Avifauna von Rot-Buchenwäldern im nordostdeutschen Tiefland. Dissertation, Göttingen.
- SPRICK, P., KIPPENBERG, H., SCHMIDL, J. & L. BEHNE (2003): Rote Liste gefährdeter Rüsselkäfer (Coleoptera: Curculionidea) Bayerns.- In: BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns, Schriftenreihe **166**: 161-171.
- STILES, E. W. (1980): Bird community structure in alder forests in Washington. Condor **82**: 20-30.
- STRÄTZ, C. (2005): Die Molluskenfauna der Naturwaldreservate in Oberfranken.- LXXVII. Ber. Naturf. Ges. Bamberg (2003/2004): 193-245.
- STRÄTZ, C. & MÜLLER, J. (2006): Zur Bedeutung von Nadel- und Laubtotholz in kollinen Buchenwäldern für Landgastropoden am Beispiel des Wässernachtales, Nordbayern.- Waldoekologie online **3**: 35-47.
- TAPPERT, A. (2002): Molluskenzönosen von Waldstandorten des Pfälzerwaldes und der angrenzenden Rheinebene (unter Bildung von Zönosengruppen).- Schriften zur Malakozoologie.
- TISCHLER, W. (1979): Einführung in die Ökologie.-Gustav Fischer Verlag Stuttgart-New York, 2. Aufl.: 102-105.
- UTSCHICK, H. (2004): Saisonale Veränderungen der Raumnutzungsmuster von mittelschwäbischen Waldvogelzönosen. Orn. Anz. **43**: 19-48.

- WALENTOWSKI, H., GULDER, H.-J., KÖLLING, C., EWALD, J. & TÜRK, W. (2001): Regionale natürliche Waldzusammensetzung Bayerns - Überarbeitete Fassung 2001. LWF aktuell 31: Kartenbeilage.
- WALENTOWSKI, H., EWALD, J., FISCHER, A., KÖLLING, C. & TÜRK, W. (2006): Handbuch der natürlichen Waldgesellschaften Bayerns, 2. Aufl. Geobotanica Freising: 441 S.
- WALENTOWSKI, H., WINTER, S. (2007): Naturnähe im Wirtschaftswald – was ist das? *Tuexenia* **27**: 19-26.
- WINTER, K., BOGENSCHÜTZ, H., DORDA, D., DOROW, W.H.O, FLECHTNER, G., GRAEFE, U., KÖHLER, F., MENKE, N., SCHAUERMANN, J., SCHUBERT, H., SCHULZ, U., TAUCHERT, J. (1999): Programm zur Untersuchung der Fauna in Naturwäldern. IHW-Verlag, Eching.
- WINTER, S., SCHUMACHER, H., MÖLLER, G. & FLADE, M. (2002): Vom Reichtum des Alterns - Buchenaltholzbestände und ihr Beitrag zum Erhalt der Lebensgemeinschaft von Tieflandbuchenwäldern im nordostdeutschen Tiefland. *Beitr. Forstwirtsch. u. Landsch.ökol.* **36**: 69-76.
- WINTER, S., SCHUMACHER, H., FLADE, M. & G. MÖLLER (2003): Naturschutzstandards für die Bewirtschaftung von Buchenwäldern im nordostdeutschen Tiefland. – F+E-Vorhaben „Biologische Vielfalt und Forstwirtschaft“, Bundesamt für Naturschutz & Landesanstalt für Großschutzgebiete. – unveröffentlichter Sachbericht.
- WINTER, S. (2005): Ermittlung von Struktur-Indikatoren zur Abschätzung des Einflusses forstlicher Bewirtschaftung auf die Biozönosen von Tieflandbuchenwäldern. Dissertation, TU Dresden.
- ZABRANSKY, P. (2004): Naturschutz durch Unterlassung - Seltene Käfer in "un gepflegten" Bäumen. *Jahrbuch der Baumpflege, Thalacker Medien Braunschweig*: 159-169.

Anhang

Tab. 5: Vögel

Name	Gattung/Art	Rothenbuch	Altenbuch
Dohle	Corvus monedula	8	12
Gartenrotschwanz	Phoenicurus phoenicurus	3	
Grauspecht	Picus canus	10	
Halsbandschnaepper	Ficedula albicollis	11	
Hohltaube	Columba oenas	5	6
Mittelspecht	Dendrocopus medius	13	
Fitis	Phylloscopus trochilus	6	1
Gartengrasmuecke	Sylvia borin		1
Kleinspecht	Dendrocopus minor	1	
Rotdrossel	Turdus iliacus	60	1
Schwanzmeise	Aegithalos caudatus	1	1
Trauerschnaepper	Ficedula hypoleuca	17	2
Waldlaubsänger	Phylloscopus sibilatrix	4	1
Blaumeise	Parus caeruleus	45	32
Eichelhäher	Garrulus glandarius	14	3
Gartenbaumläufer	Certhia brachydactyla	1	
Gruenspecht	Picus viridis	1	
Habicht	Accipiter gentilis		1
Kleiber	Sitta europaea	19	10
Mäusebussard	Buteo buteo	2	
Moenchsgrasmuecke	Sylvia atricapilla	33	21
Schwarzspecht	Dryocopus martius	12	8
Sumpfmehse	Parus palustris	28	12
Waldkauz	Strix aluco	1	
Aaskrähche	Corvus corone	4	
Amsel	Turdus merula	24	14
Buchfink	Fringilla coelebs	41	64
Buntspecht	Dendrocopus major	26	10
Heckenbraunelle	Prunella modularis	6	

Kohlmeise	<i>Parus major</i>	94	48
Misteldrossel	<i>Turdus viscivorus</i>	5	6
Ringeltaube	<i>Columba palumbus</i>	6	8
Rotkehlchen	<i>Erithacus rubecula</i>	97	41
Singdrossel	<i>Turdus philomelos</i>	6	5
Sperber	<i>Accipiter nisus</i>	1	
Zaunkoenig	<i>Troglodytes troglodytes</i>	26	10
Zilpzalp	<i>Phylloscopus collybita</i>	11	14
Baumpieper	<i>Anthus trivialis</i>		3
Hausrotschwanz	<i>Phoenicurus ochruros</i>	1	
Fichtenkreuzschnabel	<i>Loxia curvirostra</i>	1	
Gimpel	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	1	2
Tannenmeise	<i>Parus ater</i>	5	2
Waldbaumläufer	<i>Certhia familiaris</i>	10	10
Wintergoldhähnchen	<i>Regulus regulus</i>	3	

Tab. 6: Weichtiere

Gattung/Art	Autor	RLB	Rothenbuch	Altenbuch
<i>Aegopinella nitidula</i>	(Draparnaud 1805)	V	35	
<i>Aegopinella pura</i>	(Alder 1830)		14	
<i>Arion intermedius</i>	Normand 1852	V	6	2
<i>Arion lusitanicus</i>	Mabille 1868		6	
<i>Arion rufus</i>	(Linnaeus 1758)	3	49	26
<i>Arion silvaticus</i>	Lohmander 1937		54	5
<i>Arion subfuscus</i> agg.	(Draparnaud 1805)		132	52
<i>Cepaea hortensis</i>	(O. F. Müller 1774)		9	
<i>Cochlodina laminata</i>	(Montagu 1803)		58	16
<i>Columella aspera</i>	Waldén 1966	V	2	5
<i>Columella edentula</i>	(Draparnaud 1805)	V	2	
<i>Deroceras reticulatum</i>	(O. F. Müller 1774)		5	1
<i>Discus rotundatus</i>	(O. F. Müller 1774)		303	64
<i>Euconulus fulvus</i>	(O. F. Müller 1774)		27	6
<i>Helicigona lapicida</i>	(Linnaeus 1758)	V	6	2
<i>Lehmannia marginata</i>	(O. F. Müller 1774)		88	23
<i>Limax cinereoniger</i>	Wolf 1803		102	6
<i>Macrogastra plicatula plicatula</i>	(Draparnaud 1801)	V	70	
<i>Malacolimax tenellus</i>	(O. F. Müller 1774)		89	30
<i>Monachoides incarnatus</i>	(O. F. Müller 1774)		76	9
<i>Nesovitrea hammonis</i>	(Ström 1765)		20	
<i>Oxychilus cellarius</i>	(O. F. Müller 1774)		15	
<i>Punctum pygmaeum</i>	(Draparnaud 1801)		14	1
<i>Succinella oblonga</i>	(Draparnaud 1801)	V	1	
<i>Trichia hispida</i>	(Linnaeus 1758)		11	

Tab. 7: Xylobionte Käfer

Gattung/Art	Autor	RLB	Rothenbuch	Altenbuch
Tachyta nana	(Gyll., 1810)		42	26
Plegaderus dissectus	Er., 1839	3	3	3
Abraeus granulum	Er., 1839	3	2	
Abraeus perpusillus	(Marsh., 1802)		10	
Paromalus flavicornis	(Hbst., 1792)		13	1
Platysoma compressum	(Hbst., 1783)		7	3
Anisotoma humeralis	F., 1792		25	6
Anisotoma castanea	(Hbst., 1792)		1	2
Neuraphes plicicollis	Rtt., 1879	D	1	
Stenichnus godarti	(Latr., 1806)		5	
Ptenidium turgidum	Thoms., 1855	3	12	
Scaphidium quadrimaculatum	Ol., 1790		34	21
Scaphisoma agaricinum	(L., 1758)		41	34
Phloeocharis subtilissima	Mannh., 1830		20	6
Acrulia inflata	(Gyll., 1813)		7	
Phyllodrepa ioptera	(Steph., 1834)			1
Phloeostiba planus	(Payk., 1792)			2
Nudobius lentus	(Grav., 1806)		2	
Atrecus affinis	(Payk., 1789)		5	3
Hesperus rufipennis	(Grav., 1802)	0	2	
Gabrius splendidulus	(Grav., 1802)		9	5
Quedius truncicola	Fairm.&Lab., 1856	V	2	
Quedius xanthopus	Er., 1839		57	24
Sepedophilus testaceus	(F., 1792)		14	4
Gyrophaena angustata	(Steph., 1832)			4
Gyrophaena strictula	Er., 1839		2	
Gyrophaena polita	(Grav., 1802)	0	2	
Gyrophaena boleti	(L., 1758)		300	
Homalota plana	(Gyll., 1810)		5	
Leptusa pulchella	(Mannh., 1830)		25	1
Leptusa fumida	(Er., 1839)		11	3
Euryusa optabilis	Heer, 1839		2	

<i>Bolitochara obliqua</i>	Er., 1837		9	4
<i>Bolitochara bella</i>	Märk., 1844		3	
<i>Dinaraea aequata</i>	(Er., 1837)		7	4
<i>Dadobia immersa</i>	(Er., 1837)		5	4
<i>Phloeopora corticalis</i>	(Grav., 1802)		4	2
<i>Phloeopora scribae</i>	(Epph., 1884)		3	1
<i>Bibloporus bicolor</i>	(Denny, 1825)		4	1
<i>Euplectus nanus</i>	(Reichb., 1816)		4	
<i>Euplectus punctatus</i>	Muls., 1861			4
<i>Euplectus karsteni</i>	(Reichb., 1816)		1	
<i>Plectophloeus fischeri</i>	(Aubé, 1833)		1	
<i>Tyrus mucronatus</i>	(Panz., 1803)	V	2	
<i>Pyropterus nigroruber</i>	(DeGeer, 1774)		1	
<i>Malthinus punctatus</i>	(Fourcr., 1785)		7	8
<i>Malthodes hexacanthus</i>	Kiesw., 1852		3	1
<i>Malthodes pumilus</i>	(Breb., 1835)		5	1
<i>Malachius bipustulatus</i>	(L., 1758)		1	2
<i>Aplocnemus nigricornis</i>	(F., 1792)		1	4
<i>Dasytes cyaneus</i>	(F., 1775)		17	16
<i>Dasytes aeratus</i>	Steph., 1830			1
<i>Tillus elongatus</i>	(L., 1758)		13	10
<i>Nemosoma elongatum</i>	(L., 1761)		6	3
<i>Thymalus limbatus</i>	(F., 1787)	3	4	3
<i>Hylecoetus dermestoides</i>	(L., 1761)		22	2
<i>Ampedus erythrogonus</i>	(Müll., 1821)	3	1	
<i>Ampedus rufipennis</i>	(Steph., 1830)	3	1	1
<i>Ampedus sanguineus</i>	(L., 1758)			1
<i>Ampedus cinnabarinus</i>	(Eschz., 1829)	3	3	
<i>Ampedus pomorum</i>	(Hbst., 1784)		27	13
<i>Ampedus nigrinus</i>	(Hbst., 1784)		2	
<i>Melanotus rufipes</i>	(Hbst., 1784)		6	18
<i>Melanotus castanipes</i>	(Payk., 1800)		56	41
<i>Anostirus castaneus</i>	(L., 1758)		1	2
<i>Calambus bipustulatus</i>	(L., 1767)		1	
<i>Hypoganus inunctus</i>	(Lacord, 1835)	V	1	

<i>Denticollis rubens</i>	Pill.Mitt., 1783	2	5	3
<i>Denticollis linearis</i>	(L., 1758)		10	8
<i>Melasis buprestoides</i>	(L., 1761)		15	5
<i>Eucnemis capucina</i>	Ahr., 1812	3	1	2
<i>Dirhagus lepidus</i>	(Rosh., 1847)	3		1
<i>Hylis olexai</i>	Palm, 1955	3	29	13
<i>Hylis cariniceps</i>	Rtt., 1902		3	1
<i>Hylis foveicollis</i>	(Thoms., 1874)		7	
<i>Chrysobothris affinis</i>	(F., 1794)		1	
<i>Agrilus viridis</i>	(L., 1758)		3	
<i>Megatoma undata</i>	(L., 1758)	3	3	2
<i>Cerylon fagi</i>	Bris., 1867		24	8
<i>Cerylon histeroides</i>	(F., 1792)		45	37
<i>Cerylon ferrugineum</i>	Steph., 1830		32	18
<i>Carpophilus sexpustulatus</i>	(F., 1791)		25	
<i>Eपुरaea neglecta</i>	(Heer, 1841)			1
<i>Eपुरaea variegata</i>	(Hbst., 1793)		1	4
<i>Cychramus variegatus</i>	(Hbst., 1792)		1	
<i>Cychramus luteus</i>	(F., 1787)		1	3
<i>Glischrochilus quadriguttatus</i>	(F., 1776)		12	1
<i>Glischrochilus quadripunctatus</i>	(L., 1758)		8	
<i>Rhizophagus dispar</i>	(Payk., 1800)		27	1
<i>Rhizophagus bipustulatus</i>	(F., 1792)		10	2
<i>Rhizophagus nitidulus</i>	(F., 1798)	3	2	
<i>Rhizophagus cribratus</i>	Gyll., 1827	G	1	
<i>Silvanus bidentatus</i>	(F., 1792)		1	1
<i>Silvanus unidentatus</i>	(F., 1792)		2	3
<i>Uleiota planata</i>	(L., 1761)		156	96
<i>Tritoma bipustulata</i>	F., 1775		23	27
<i>Triplax russica</i>	(L., 1758)	3	3	4
<i>Triplax lepida</i>	(Fald., 1835)	2		1
<i>Triplax rufipes</i>	(F., 1775)	1	3	10
<i>Dacne bipustulata</i>	(Thunb., 1781)		2	2
<i>Cryptophagus labilis</i>	Er., 1846	2	1	
<i>Placonotus testaceus</i>	(F., 1787)		10	1

<i>Latridius hirtus</i>	(Gyll., 1827)	3	4	
<i>Enicmus fungicola</i>	Thoms., 1868		1	2
<i>Enicmus atriceps</i>	Hansen, 1962	2	3	2
<i>Stephostethus alternans</i>	(Mannh., 1844)		16	8
<i>Litargus connexus</i>	(Fourcr., 1785)		21	16
<i>Mycetophagus quadripustulatus</i>	(L., 1761)		3	11
<i>Mycetophagus atomarius</i>	(F., 1792)		4	3
<i>Mycetophagus multipunctatus</i>	F., 1792	3		2
<i>Cicones variegatus</i>	(Hellw., 1792)	3	7	4
<i>Bitoma crenata</i>	(F., 1775)		22	16
<i>Orthoperus atomus</i>	(Gyll., 1808)		2	1
<i>Endomychus coccineus</i>	(L., 1758)		2	
<i>Sphindus dubius</i>	(Gyll., 1808)	G	15	
<i>Arpidiphorus orbiculatus</i>	(Gyll., 1808)	G	9	2
<i>Octotemnus glabriculus</i>	(Gyll., 1827)		7	4
<i>Sulcacis affinis</i>	(Gyll., 1827)		106	91
<i>Cis nitidus</i>	(F., 1792)		81	32
<i>Cis hispidus</i>	(Payk., 1798)		29	2
<i>Cis micans</i>	(F., 1792)		2	105
<i>Cis boleti</i>	(Scop., 1763)		56	82
<i>Cis castaneus</i>	Mell., 1848		4	
<i>Orthocis alni</i>	(Gyll., 1813)		11	2
<i>Orthocis vestitus</i>	(Mell., 1848)			1
<i>Ennearthron cornutum</i>	(Gyll., 1827)		1	
<i>Hedobia imperialis</i>	(L., 1767)		4	8
<i>Xestobium plumbeum</i>	Ill., 1801)		7	3
<i>Anobium costatum</i>	Arrag., 1830		18	6
<i>Anobium pertinax</i>	(L., 1758)			1
<i>Ptilinus pectinicornis</i>	(L., 1758)		105	48
<i>Ischnomera sanguinicollis</i>	(F., 1787)	2	2	
<i>Ischnomera cyanea</i>	(F., 1792)		1	
<i>Vincenzellus ruficollis</i>	(Panz., 1794)		41	8
<i>Salpingus planirostris</i>	(F., 1787)		4	2
<i>Salpingus ruficollis</i>	(L., 1761)		5	1
<i>Pyrochroa coccinea</i>	(L., 1761)		105	60

<i>Pyrochroa serraticornis</i>	(Scop., 1763)		1	
<i>Schizotus pectinicornis</i>	(L., 1758)		124	106
<i>Scraptia fuscula</i>	Müll., 1821	3		1
<i>Anaspis frontalis</i>	(L., 1758)		3	
<i>Anaspis thoracica</i>	(L., 1758)		3	1
<i>Anaspis ruficollis</i>	(F., 1792)	2	2	2
<i>Anaspis rufilabris</i>	(Gyll., 1827)		12	7
<i>Tomoxia bucephala</i>	Costa, 1854		17	8
<i>Orchesia minor</i>	Walk., 1837		4	3
<i>Orchesia fasciata</i>	(Ill., 1798)	3		1
<i>Orchesia undulata</i>	Kr., 1853		18	8
<i>Phloiотrya rufipes</i>	(Gyll., 1810)	3	5	3
<i>Melandrya caraboides</i>	(L., 1761)		15	16
<i>Conopalpus testaceus</i>	(Ol., 1790)		1	
<i>Tetratoma fungorum</i>	F., 1790		5	
<i>Tetratoma ancora</i>	F., 1790	3	2	
<i>Mycetochara linearis</i>	(Ill., 1794)		4	1
<i>Bolitophagus reticulatus</i>	(L., 1767)	3	175	59
<i>Corticeus unicolor</i>	(Pill.Mitt., 1783)		419	90
<i>Uloma culinaris</i>	(L., 1758)	2	8	
<i>Cetonia aurata</i>	(L., 1761)			2
<i>Valgus hemipterus</i>	(L., 1758)	3	2	3
<i>Gnorimus nobilis</i>	(L., 1758)	3	2	
<i>Lucanus cervus</i>	(L., 1758)	2		2
<i>Dorcus parallelipedus</i>	(L., 1758)			2
<i>Platycerus caraboides</i>	(L., 1758)		17	10
<i>Sinodendron cylindricum</i>	(L., 1758)	3	31	5
<i>Prionus coriarius</i>	(L., 1758)			2
<i>Rhagium bifasciatum</i>	F., 1775		3	1
<i>Rhagium mordax</i>	(DeGeer, 1775)		51	24
<i>Oxymirus cursor</i>	(L., 1758)		2	
<i>Gaurotes virginea</i>	(L., 1758)			2
<i>Alosterna tabacicolor</i>	(DeGeer, 1775)		1	2
<i>Leptura aurulenta</i>	(F., 1792)	2	2	2
<i>Leptura maculata</i>	(Poda, 1761)		30	14

<i>Corymbia scutellata</i>	(F., 1781)	2	5	
<i>Pachytodes cerambyciformis</i>	(Schrk., 1781)		29	2
<i>Stenurella melanura</i>	(L., 1758)		93	38
<i>Pyrrhidium sanguineum</i>	(L., 1758)		1	
<i>Clytus arietis</i>	(L., 1758)		6	1
<i>Leiopus nebulosus</i>	(L., 1758)		9	3
<i>Platyrhinus resinosus</i>	(Scop., 1763)	3	2	9
<i>Dissoleucas niveirostris</i>	(F., 1798)		2	4
<i>Anthribus albinus</i>	(L., 1758)		8	7
<i>Scolytus intricatus</i>	(Ratz., 1837)			6
<i>Hylurgops palliatus</i>	(Gyll., 1813)			2
<i>Crypturgus cinereus</i>	Aubé, 1862		1	
<i>Crypturgus hispidulus</i>	Thoms, 1870		1	1
<i>Dryocoetes autographus</i>	(Ratz., 1837)			1
<i>Ernoporicus fagi</i>	(F., 1778)		42	33
<i>Pityophthorus pityographus</i>	(Ratz., 1837)			1
<i>Taphrorychus bicolor</i>	(Hbst., 1793)		77	11
<i>Pityogenes chalcographus</i>	(L., 1761)		8	5
<i>Xyleborus dispar</i>	(F., 1792)		1	3
<i>Xyleborus saxeseni</i>	(Ratz., 1837)		9	34
<i>Xyleborus germanus</i>	(Blandf., 1894)		32	314
<i>Cyclorhipidion bodoanus</i>	(Rtt., 1913)		2	2
<i>Xyloterus domesticus</i>	(L., 1758)		8	1
<i>Xyloterus signatus</i>	(F., 1787)		2	3
<i>Stereocorynes truncorum</i>	(Germ., 1824)		1	
<i>Acalles roboris</i>	Curt., 1834			1
<i>Acalles camelus</i>	(F., 1792)		5	1
<i>Acalles lemur</i>	(Germ., 1824)	3	1	9
<i>Ruteria hypocrita</i>	(Boh., 1837)		1	1

Tab. 8: Holz bewohnende Pilze

Gattung/Art	Autor	Rothen- Alten-	
		buch	buch
<i>Antrodiella hoehnelii</i>	(Bresadola 1912) Niemelä 1982		3
<i>Antrodiella semisupina</i>	(Berkeley & Courtis 1872) Ryvarden 1980		1
<i>Armillaria gallica</i>	Marxmüller & Romagnesi	13	15
<i>Ascocoryne cylichnium</i>	(Tulasne) Korf	3	
<i>Ascocoryne sarcoides</i>	(Jacq.) Groves & Wilson	4	3
<i>Ascodichaena rugosa</i>	Butin	5	10
<i>Athelia epiphylla</i>	Persoon 1822	12	7
<i>Athelia glaucina</i>	(Bourdot & Galzin) Donk	1	
<i>Basiodendron eyrei</i>	(Wakef.) Luck-Allen	2	1
<i>Bertia moriformis</i>	(Tode; Fries) de Notaris 1846		2
<i>Biscogniauxia nummularia</i>	(Bulliard: Fries) O.Kuntze	4	4
<i>Bispora monilioides</i>	Corda		1
<i>Bisporella citrina</i>	(Batsch 1789: Fries) Korf & Carpenter	13	5
<i>Bjerkandera adusta</i>	(Willdenow 1787: Fries 1821) Karsten 1879	17	28
<i>Botryobasidium aureum</i>	Parmasto 1965		3
<i>Botryobasidium candicans</i>	Eriksson 1958	2	2
<i>Botryobasidium conspersum</i>	Eriksson 1958	10	6
<i>Botryobasidium laeve</i>	(Eriksson) Parmasto	2	
<i>Botryobasidium subcoronatum</i>	(von Hoehnel & Litschauer) Donk	31	4
<i>Botryobasidium vagum</i>	(Berk. & M.A. Curtis) Rogers 1935	3	1
<i>Botryohypochnus isabellinus</i>	(Fries) Eriksson		3
<i>Byssocorticium atrovirens</i>	(Fries 1828) Bondartzev & Singer		1
<i>Calocera cornea</i>	(Batsch: Fries) Fries	7	5
<i>Ceriporia purpurea</i>	(Fries 1821) Donk 1971		1
<i>Ceriporia viridans</i>	(Berkeley & Broome 1861) Donk 1933		2
<i>Ceriporiopsis gilvescens</i>	(Bresadola 1908) Domanski 1963	1	1
<i>Colpoma quercinum</i>	(Persoon) Wallr.		1
<i>Coniophora arida</i>	(Fries) Karsten		2
<i>Coniophora puteana</i>	(Schumacher: Fries) Karsten		2

<i>Coprinus micaceus</i>	(Bulliard: Fries) Fries	1	
<i>Creopus gelatinosus</i>	(Tode: Fries) Link	2	
<i>Crepidotus variabilis</i>	(Persoon: Fries) Kummer	2	
<i>Cyathus striatus</i>	(Hudson: Persoon) Willdenow ex Persoon	1	1
<i>Cylindrobasidium laeve</i>	(Persoon: Fries) Chamuris		1
<i>Dacrymyces minor</i>	Peck 1878	4	1
<i>Dacryomyces lacrymalis</i>	(Persoon: Gray) Sommerfeldt		3
<i>Dacryomyces stillatus</i>	Nees: Fries	5	1
<i>Daedaleopsis confragosa</i>	(Bolton: Fries 1821) Schröter 1888	1	
<i>Dasyscyphella nivea</i>	(Hedwig: Fries) Raitviir 1970	5	
<i>Datronia mollis</i>	(Sommerfeldt: Fries) Donk	3	2
<i>Diatrype disciformis</i>	(Hoffm.:Fr.)Fr.	18	12
<i>Diatrype flavovirens</i>	(Pers.:Fr.)Fr.		1
<i>Diatrype stigma</i>	(Hoffm.: Fries) Fries	43	38
<i>Diatrypella verrucaeformis</i>	(Ehrh.)Nke.	7	6
<i>Eutypa leioplaca</i>	(Fr.) Cooke 1871	1	1
<i>Eutypa spinosa</i>	(Persoon: Fries) Tulasne	13	9
<i>Exidia plana</i>	(Wiggers: Schleicher 1821) Donk	14	11
<i>Exidiopsis effusa</i>	(Brefeld: Sacc.) Möller	1	
<i>Fomes fomentarius</i>	(Linnaeus 1753: Fries 1821) Kickx 1867	39	19
<i>Fomitopsis pinicola</i>	(Swartz 1810: Fries 1821) Karsten 1889	12	1
<i>Galerina autumnalis</i>	(Peck) Sm. & Sing.	9	7
<i>Galerina uncialis</i> r	(Britzelmayr) Kühne	1	1
<i>Ganoderma lipsiense</i>	(Batsch) Atkinson	49	21
<i>Gloeocystidiellum porosum</i>	(Berkeley & Curtis 1879) Donk 1931	3	
<i>Gymnopilus sapineus</i>	(Fries) Maire	1	
<i>Hymenochaete rubiginosa</i>	(Dickson: Fries) Léveillé	4	
<i>Hyphoderma mutatum</i>	(Peck 1890) Donk 1957	2	8
<i>Hyphoderma nemorale</i>	K.H.Larsson ined.		1
<i>Hyphoderma praetermissum</i>	(Karsten 1889) Eriksson & Strid 1975	3	8
<i>Hyphoderma puberum</i>	(Fries 1828) Wallroth 1833	6	7
<i>Hyphoderma roseocreum</i>	(Bresadola 1905) Donk 1957	2	1

<i>Hyphoderma setigerum</i>	(Fries 1828) Donk 1957	14	20
<i>Hyphodontia arguta</i>	(Fries) Jülich		1
<i>Hyphodontia aspera</i>	Fries 1874	2	
<i>Hyphodontia breviseta</i>	(Karsten) Jülich	1	
<i>Hyphodontia crustosa</i>	(Persoon: Fries 1821) Fries 1838		1
<i>Hyphodontia nespori</i>	(Bresadola) Cejp	1	2
<i>Hyphodontia pallidula</i>	(Bresadola) Jülich	2	
<i>Hyphodontia spathulata</i>	(Schrader:Fr.) Jülich	3	2
<i>Hyphodontia tuberculata</i>	Kotir. & Saarenosksa	1	
<i>Hypholoma fasciculare</i>	(Hudson: Fries) Kummer	20	25
<i>Hypholoma marginatum</i>	(Persoon: Fries) Schroeter	1	
<i>Hypholoma sublateritium</i>	(Fries) Quélet	16	8
<i>Hypochnicium bombycinum</i>	(Sommerfelt: Fries 1828) Eriksson 1958	2	4
<i>Hypochnicium eichleri</i>	(Bresadola 1902) Eriksson & Ryvarden 1976	1	
<i>Hypochnicium punctulatum</i>	(Cooke 1878) Eriksson 1958	1	
<i>Hypochnicium sphaerosporum</i>	(von Hoehnel & Litschauer 1906) Eriksson 1958	4	
<i>Hypocrea citrina</i>	(Persoon: Fries.) Fries	7	7
<i>Hypocrea rufa</i>	(Persoon: Fries) Fries	6	5
<i>Hypoxylon cohaerens</i>	(Persoon: Fries) Fries 1849	49	41
<i>Hypoxylon fragiforme</i>	(Persoon: Fries) Kickx 1835	33	24
<i>Hypoxylon rubiginosum</i>	(Persoon: Fries) Fries	44	39
<i>Inonotus nodulosus</i>	(Fries 1838) Karsten 1882	2	2
<i>Junghuhnia nitida</i>	(Persoon 1900: Fries 1821) Ryvarden 1972		3
<i>Kuehneromyces mutabilis</i>	(Schaeffer: Fries) Singer & Smith	8	6
<i>Lachnum virgineum</i>	(Batsch: Fries) Karsten	6	1
<i>Laxitextum bicolor</i>	(Persoon 1801: Fries 1821) Lentz 1955	9	1
<i>Lenzites betulinus</i>	(Linnaeus: Fries) Fries	11	6
<i>Libertella faginea</i>	Desm.	1	
<i>Lopadostoma turgidum</i>	(Pers.:Fr.)Traverso	1	2
<i>Lopharia spadicea</i>	(Fries 1828) Boidin 1959	1	1
<i>Lycoperdon pyriforme</i>	Schaeffer: Persoon	1	1
<i>Lyomyces sambuci</i>	(Persoon) Karsten	1	
<i>Marasmiellus ramealis</i>	(Bulliard: Fries) Singer	2	5

<i>Marasmius alliaceus</i>	(Jacq.: Fries) Fries	5	2
<i>Megacollybia platyphylla</i>	(Persoon: Fries) Kotlaba & Pouzar	12	7
<i>Melanamphora spinifera</i>	(Wallr.) Laflamme		4
<i>Melanomma pulvispyrius</i>	(Persoon: Fries) Fuckel	1	
<i>Meripilus giganteus</i>	(Persoon 1821: Fries 1821) Karsten 1882	6	2
<i>Merulius tremellosus</i>	Fries	3	1
<i>Mollisia cinerea</i>	(Batsch ex Mérat) Karsten 1871	5	10
<i>Mycena crocata</i>	(Schrader: Fries) Kummer	1	1
<i>Mycena galericulata</i>	(Scopuli: Fries) Gray	7	3
<i>Mycena haematopus</i>	(Persoon: Fries) Kummer	3	2
<i>Mycena sanguinolenta</i>	(Alb. & Schwein.) P. Kumm 1871	3	
<i>Mycoacia aurea</i>	(Fries 1828) Eriksson & Ryvarden 1976	1	2
<i>Mycoacia nothofagi</i>	(Cunn.) Ryvarden	3	1
<i>Nectria cinnabarina</i>	(Tode: Fries) Fries	2	
<i>Nectria coccinea</i>	(Persoon: Fries) Fries 1849	1	
<i>Ombrophila pura</i>	(Persoon: Fries) Baral in Baral & Krglst.	3	2
<i>Orbilina delicatula</i>	(Karsten) Karsten	15	7
<i>Oudemansiella mucida</i>	(Schrader: Fries) von Höhnel	1	2
<i>Panellus serotinus</i>	(Schrader: Fries) Kühner	2	1
<i>Panellus stypticus</i>	(Bulliard: Fries) Karsten 1879	12	7
<i>Peniophora cinerea</i>	(Persoon: Fries 1821) Cooke 1889	5	5
<i>Peniophora incarnata</i>	(Persoon: Fries 1821) Karsten 1889	2	2
<i>Peniophora quercina</i>	(Persoon: Fries 1828) Cooke 1879	3	2
<i>Peziza micropus</i>	Persoon		1
<i>Phanerochaete laevis</i>	(Persoon: Fries 1821) Eriksson & Ryvarden 1978	7	4
<i>Phanerochaete septocystidia</i>	(Burt 1929) Eriksson & Ryvarden 1978	2	
<i>Phanerochaete sordida</i>	(Karsten 1882) Eriksson & Ryvarden 1978	20	15
<i>Phanerochaete tuberculata</i>	(Karsten 1896) Parmasto 1968	1	
<i>Phanerochaete velutina</i>	(De Candolle: Fries 1828) Karsten 1898	1	3
<i>Phellinus ferreus</i>	(Persoon 1825) Bourdot & Galzin 1925	2	
<i>Phellinus ferruginosus</i>	(Schrader 1794: Fries 1821) Bourdot & Galzin 1928	11	16
<i>Phlebia livida</i>	(Persoon: Fries 1821) Bresadola 1897	6	3
<i>Phlebia rufa</i>	(Persoon: Fries 1821) Christiansen 1960	10	6

<i>Phlebiella tulasnelloidea</i>	(v.Höhnel & Litschauer 1908) Oberwinkler 1977	1	
<i>Phlebiella vaga</i>	(Fries 1821) Karsten 1890		1
<i>Pholiota cerifera</i>	(Karsten) Karsten		1
<i>Pholiota lenta</i>	(Persoon: Fries) Singer 1951	7	4
<i>Physisporinus sanguinolentus</i>	(Alb.& Schw.1805: Fries 1821) Pilat 1940	2	
<i>Physisporinus vitreus</i>	(Persoon 1795: Fries 1821) Karsten 1889	3	
<i>Pleurotus cornucopiae</i>	(Paulet: Person) Rolland	1	3
<i>Pleurotus pulmonarius</i>	(Fries) Quelet	3	3
<i>Plicatura crispa</i>	(Persoon 1794: Fries 1821) Rea 1922	10	7
<i>Pluteus cervinus</i>	(Schaeffer) Kummer	14	9
<i>Polyporus arcularius</i>	Batsch 1783: Fries 1821	2	5
<i>Polyporus badius</i>	(Persoon 1801) von Schweiniz 1832	1	
<i>Polyporus ciliatus</i>	Fries 1821		2
<i>Polyporus leptcephalus</i>	(Jacquin) Fries	13	2
<i>Polyporus squamosus</i>	Hudson 1778: Fries 1821	1	
<i>Polyporus tuberaster</i>	Jacquin 1796: Fries 1821		2
<i>Protodontia subgelatinosa</i>	(Karsten) Pilat	1	
<i>Psathyrella piluliformis</i>	(Bull.:Fr.)Orton	4	1
<i>Pseudomerulius aureus</i>	(Fries) Jülich	1	
<i>Pycnoporus cinnabarinus</i>	(Jacquin 1776: Fries 1821) Karsten 1881	12	13
<i>Schizophyllum commune</i>	Fries: Fries	19	13
<i>Schizopora flavipora</i>	(Cooke 1886) Ryvarden 1985	2	7
<i>Schizopora paradoxa</i>	(Schrader 1821: Fries 1828) Donk 1967	29	34
<i>Schizopora radula</i>	(Persoon 1799: Fries 1821) Hallenberg 1983	1	
<i>Scopuloides rimosa</i>	(Cooke) Juelich ss. lat.	2	5
<i>Scutellinia cejpaii</i>	(Velen.)Svrcek	2	1
<i>Scutellinia scutellata</i>	(L.ex St.Amans) Lamb.		1
<i>Sistotrema brinkmannii</i>	(Bresadola 1903) Eriksson 1948	4	2
<i>Sistotrema octosporum</i>	(Schroeter) Hallenberg	1	
<i>Sistotremastrum niveocremeum</i>	(v. Höhnel & Litsch. 1908) Eriksson 1958		1
<i>Skeletocutis nivea</i>	(Junghuhn 1839) Keller 1979	3	1
<i>Spongiporus lacteus</i>	(Fries) Aosh.& Kobay.	12	1

<i>Spongiporus stipticus</i>	(Persoon: Fries) David		1
<i>Spongiporus subcaesius</i>	(David) David	11	1
<i>Stereum hirsutum</i>	(Willdenow: Fries 1821) Gray 1821	12	27
<i>Stereum rugosum</i>	(Persoon: Fries 1821) Fries 1838	5	6
<i>Stereum subtomentosum</i>	Pouzar	33	33
<i>Stropharia aeruginosa</i>	(Curtis: Fries) Quelet		1
<i>Subulicystidium longisporum</i>	(Patouillard 1894) Parmasto 1968	1	2
<i>Telephora terrestris</i>	(Berkeley & Broome 1881) Larsen 1972	1	
<i>Tomentella punicea</i>	(Albertini & von Schweiniz: Fries) Schröter 1889		1
<i>Tomentella sublilacina</i>	(Ellis & Holway 1887) Wakefield 1960	10	3
<i>Trametes gibbosa</i>	(Persoon 1801) Fries 1838	27	22
<i>Trametes hirsuta</i>	(Wulfen 1788: Fries 1821) Pilat 1939	20	18
<i>Trametes versicolor</i>	(Linnaeus 1753: Fries 1821) Pilat 1936	49	46
<i>Trechispora cohaerens</i>	(Schweiniz) Jülich & Stalpers	2	
<i>Trechispora farinacea</i>	(Persoon 1801: Fries) Liberta 1966		1
<i>Trechispora hymenocystis</i>	(Berk. & Brome) K.H. Larss. 1994	4	4
<i>Trechispora stevensonii</i>	(Berk. & Broome) K.H. Larss 1995	1	
<i>Trechispora subsphaeospora</i>	(Litsch.) Liberta 1973		1
<i>Tremella mesenterica</i>	Retz. in Hooker: Fries		1
<i>Trichaptum abietinum</i>	(Dickson 1793: Fries 1821) Ryvarden 1972		1
<i>Tulasnella calospora</i>	(Boudier) Jülich	1	
<i>Tulasnella eichleriana</i>	Bresadola	1	
<i>Ustulina deusta</i>	(Hoffmann: Fries) Lind 1913	48	45
<i>Vuilleminia comedens</i>	(Nees: Fries) Maire 1902	7	11
<i>Xylaria hypoxylon</i>	(Linné ex Hooker) Greville	30	28
<i>Xylobolus frustulatus</i>	(Persoon: Fries) Boidin	4	

submitted: 21.03.2007
 reviewed: 12.04.2007
 accepted: 07.07.2007

Autorenanschriften:

Heinz Bußler

Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF),
Am Hochanger 11, 85354 Freising

e-mail: bus@lwf.uni-muenchen.de

Markus Blaschke

Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF),
Am Hochanger 11, 85354 Freising

e-mail: bls@lwf.uni-muenchen.de

Dr. Volker Dorka

Hundskapfklinge 40, 72074 Tübingen

e-mail: volkerdorka@aol.com

Harald Loy

Forstbetrieb Rothenbuch,
Am Schlossplatz 3, 63860 Rothenbuch,

e-mail: harald.loy@baysf.de

Christian Strätz

Büro für ökologische Studien,
Oberkonnersreuther Str. 6a, 95448 Bayreuth,

e-mail: bayreuth@bfoes.de

Factors determining the occurrence of Flat Bugs (*Aradidae*) in beech dominated forests

Martin GOßNER, Heinz ENGEL, Markus BLASCHKE

Abstract

The habitat requirements of most Aradidae and the decisive factors that influence their occurrence are still poorly understood. To reduce this lack of knowledge a standardised survey of Aradidae in two large beech forest areas of Bavaria (northern Steigerwald and High Spessart) was conducted. The following hypotheses were tested: 1) With increasing 'habitat tradition' (temporal continuity), population densities of Aradidae increase, 2) Increasing dead wood supply supports higher abundance of Aradidae, 3) There are key structures for particular species with respect to type of dead wood, diameter and exposure to sunlight, and 4) The occurrence of particular fungi species determines the occurrence of Aradidae. In our study, Aradidae were sampled in point sample plots by flight-interception traps and time-standardised hand collection. To analyse specific habitat requirements additional sampling was performed to increase the sample size. Four species of Aradidae were observed in the two forest areas: Aneurus avenius, Aradus betulae, A. conspicuus and A. depressus. The results demonstrate that all species have different and specific habitat requirements. Especially for A. betulae 'habitat tradition' of standing dead wood of large dimensions infested by Fomes fomentarius seems to be crucial. Hence, A. betulae was only observed in the Spessart and only at the sites with 'habitat tradition'.

Keywords: *Aradidae*, habitat tradition, dead wood amount, habitat requirements, beech forests

Zusammenfassung

Die Habitatansprüche der meisten *Aradidae* sowie die entscheidenden Faktoren die ihr Auftreten bedingen werden immer noch wenig verstanden. Um diese Wissenslücke zu verringern wurde eine standardisierte Aufnahme der *Aradidae* in zwei großen Buchenwaldgebieten Bayerns (nördlicher Steiger-

wald, Hochspessart) durchgeführt. Dabei wurden folgende Hypothesen getestet: 1) Die Populationsdichten der *Aradidae* steigen mit zunehmender Totholztradition, 2) erhöhte Verfügbarkeit an Totholz fördert eine höhere Abundanz der *Aradidae*, 3) es gibt Schlüsselstrukturen für bestimmte Arten in Bezug auf Totholztyp, -durchmesser und Sonnen-Exposition und 4) das Auftreten bestimmter Pilzarten bestimmt das Vorkommen der *Aradidae*. Zu diesem Zweck wurden *Aradidae* im Probekreisen mit Hilfe von Luftteklektoren und zeitnormierte Handaufsammlungen erfasst. Zur Analyse von spezifischen Habitatansprüchen wurden zusätzliche Fänge durchgeführt um die Stichprobengröße zu erhöhen. Vier Arten der *Aradidae* wurden in den beiden Gebieten festgestellt: *Aneurys avenius*, *Aradus betulae*, *A. conspicuus* und *A. depressus*. Die Ergebnisse zeigen, dass alle Arten unterschiedliche und spezifische Habitatansprüche haben. Besonders für *A. betulae* scheint die Totholztradition, von starkem, von *Fomes fomentarius* besiedeltem, stehendem Totholz, eine entscheidende Rolle zu spielen. Folglich wurde sie nur am Totholz-traditionsreicheren Waldstandort, dem Spessart, gefunden.

Schlüsselbegriffe: *Aradidae*, Totholztradition, Totholzmenge, Habitatansprüche, Buchenwälder

Introduction

Flat bugs (*Aradidae*) are a very old family among the *Heteroptera*. The oldest records are from Burmese amber (around 100 million years BP; HEISS & GRIMALDI 2001, 2002). Records in Baltic amber were dated to 40-50 million years BP (HEISS 1997, 1998, 2002). Despite their great phylogenetic age and resulting scientific interest, the ecology of *Aradidae* is poorly understood. Current knowledge is based largely on individual observations and rearings (FÖRSTER 1953, GYLLENSVÄRD 1958), as well as a few review articles including general information on the ecology of particular species (e.g. WAGNER 1966, TAMANINI 1981, LIS 1990, STEHLIK & HEISS 2001). It is known that most species are linked to dead wood structures, where they feed on wood decaying fungi. With their extremely long rostrum, which is curled in the head capsule when not in use, they pierce deeply into dead wood structures to broach cryptic fungal hyphae (WEBER 1930).

The decisive factors for the occurrence of *Aradidae* have not previously been studied in detail. With reference to saproxylic beetles and land snails MÜLLER (2005a) and MÜLLER et al. (2005a) demonstrated their dependency on the amount of dead wood by means of cutpoint analyses. 'Habitat tradition' (temporal continuity in supply of old growth dead wood and forest structures, according to MÜLLER et al. 2005b) is known to be another crucial factor for the occurrence of saproxylic beetles (MÜLLER 2005b, MÜLLER et al.

2005b). Hence, forest management clearly affects the occurrence of species linked to dead wood structures. The higher number of flat bug records in the eastern part of Europe, where larger continuous “untouched” forests still exist, indicates that similar factors might be of significance in this taxa. HALIÖVAARA & VÄISÄNEN (1983), for example, assume that most *Aradidae* species declined as a result of human activity in Finland. In many cases the occurrence of particular fungi species might be crucial, as was demonstrated by JONSELL et al. (2005), exemplified by studying *Aradus corticalis* and *Fomitopsis pinicola* on spruce high stumps in Sweden. Comparable studies on other species are still not available.

In Germany most flat bug species are rarely recorded. Hence, 68% of all *Aradidae* occurring in Germany are listed in the Red List (GÜNTHER et al. 1998, HOFFMANN & MELBER 2003), in Bavaria even 87% (ACHTZIGER et al. 2003). The protection of these species is only possible, if the decisive factors determining their occurrence are known. The aim of the present study is to broaden our knowledge of the crucial factors governing the occurrence of *Aradidae* in beech dominated forests. We tested the following hypotheses:

1. With increasing ‘habitat tradition’, population densities of *Aradidae* increase.
2. Increasing dead wood supply leads to a greater abundance of *Aradidae*.
3. There are key structures for particular species with respect to type of dead wood, diameter and exposure to the sun.
4. The occurrence of particular fungi species determines the occurrence of *Aradidae*.

To test these hypotheses *Aradidae* were collected in beech dominated closed forest areas of the northern Steigerwald and the High Spessart using flight interception traps and hand collection in the years 2005 and 2006.

Material and Methods

Study sites

The study was conducted in two large beech dominated forest areas in Northern Bavaria, Germany; the ‘Steigerwald’ and the ‘Spessart’ (Fig. 1). Because the surveys at the two sites were part of two different large scale projects (Steigerwald, see MÜLLER 2005a; Spessart, see BÜBLER et al. 2007), an identical approach was not possible. As far as possible the design of the second study was adapted to that of the first. This enabled a comparison between the two sites.

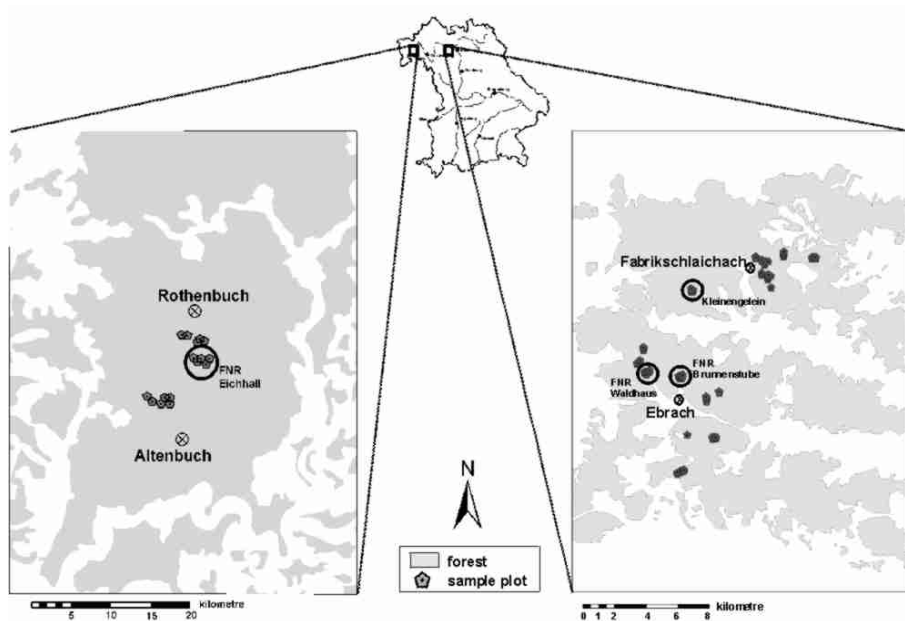


Fig. 1: Study sites and plots in the two forest areas “High Spessart” (left) and “Northern Steigerwald” (right). Different sites and Forest Nature reserves are marked (Spessart: Altenbuch=SP-A, Rothenbuch=SP-B, FNR Eichhall=SP-C; Steigerwald: Fabrikschlaichach=ST-A, Ebrach=ST-B, FNR Waldhaus / FNR Brunnenstube / Kleinengelein=ST-C).

Geologically, both regions are part of the “Franconia Escarpment Landscape” (GERSTBERGER 2001). The forest growth zone of the Steigerwald is ‘Franconian Keuper and Alb Foreland’, the Growth district ‘Steigerwald’. The study sites in the Spessart are located in the forest growth zone ‘Spessart-Odenwald’, within the growth district ‘Brownstone-Spessart’, in the growth sub-district ‘High Spessart’. The map of potential natural forest vegetation of Bavaria includes the Steigerwald in the category ‘colline and submontane beech and oak-hornbeam forests’ (*G a l i o - C a r p i n e t u m*) and the High Spessart in the ‘colline and high montane beech forests’ (*L u z u l o - F a g e t u m*)’ (WALENTOWSKI et al. 2001, WALENTOWSKI et al. 2006).

The study area Steigerwald is part of the warm-temperate climate within the transition area between maritime and continental climate. The climate in the Spessart is stated to be temperate-oceanic (BAYFORKLIM 1996). Average annual temperature varies between 7-8°C in both forest areas. Average annual precipitation is 850mm in the Steigerwald (LISCHEID 2001) and 900-1,000mm in the Spessart.

The northern Steigerwald comprises a forest area of 22,500ha. Altitude of study plots ranges between 325 and 520m a.s.l. (see MÜLLER 2005a). With 200,000ha the Spessart is one of the largest deciduous forests in Germany. The 'High Spessart', particularly the 'Heisterblock' including 240-415 year old oaks (*Quercus petraea*) and up to 180 year old beeches (*Fagus sylvatica*) can be referred to as one of the oldest forests in Central Europe outside the Alps (BUßLER & LOY 2004). The long tradition of old trees and dead wood structures within a relatively large area make these forests highly valuable for the conservation of the naturally evolved biodiversity of Central European forests. This has already been impressively demonstrated for saproxylic beetles (e.g. BUßLER & LOY 2004). Altitude of study plots ranges between 310 and 450m a.s.l. For details of stands studied in the High Spessart see BUßLER et al. (2007).

Sampling design and data analysis

The *Aradidae* were sampled by flight-interception traps (FIT; Steigerwald: March-October 2004, Spessart: May-October 2006) as well as by hand collecting (Steigerwald: 16.-25. May 2005; Spessart: 15.-19. May 2006) within 69 (Steigerwald) and 45 (Spessart) point sample plots (18m radius) (table 1). Flight interception traps were installed in the centre of each plot and emptied monthly. Hand collecting was standardised to 45min sampling in each plot. The data collected in these point sample plots were used for further statistical analyses with respect to the four hypotheses.

Tab. 1: Summary of sampled stand and tree categories. FIT=Flight interception trap (WINTER et al. 1999)

forest age [years]	Steigerwald			Spessart		
	ST-A 100- 200	ST-B 100- 200	ST-C up to 350	SP-A 100- 200	SP-B 100- 200	SP-C up to 420
Mean dead wood volume of deciduous trees [m ³ /ha]	22	34	>150	14	27	68
Number of point sample plots	24	24	21	15	15	15
Number of FITs near ground	24	24	21	15	15	15
Oak crown (FIT)	9	9	9	/	/	/
Beech crown healthy (FIT)	12	12	12	/	/	/
Beech crown 'die-back' (FIT)	12	12	12	/	/	/
Beech trees with rot holes (FIT)	6	2	9	/	/	/

ST-A: managed forest site Fabrikschleichach; ST-B: managed forest site Ebrach; ST-C: Forest Nature Reserves Waldhaus, Brunnenstube, Kleinengelein (designation as a FNR planned). SP-A: managed forest site Altenbuch; SP-B: managed forest site Rothenbuch, SP-C: Forest Nature Reserve Eichhall.

'Habitat tradition' is defined as temporal continuity in the occurrence of dead wood structures of various decomposition stages necessary for the colonisation by particular fungi species that are used as food resources by *Aradidae*. The effects of 'habitat tradition' (hypothesis 1) were studied in two approaches:

1. Comparison of two areas of different continuity in dead wood structures and old trees (Spessart>Steigerwald). We predicted that abundance of *Aradidae* is higher in the forest area with longer habitat tradition (Spessart) compared with a forest area with shorter habitat tradition (Steigerwald). The hypothesis of independence between the two forest areas was tested with the "independent two-sample location test" based on distribution of permutations (HOLLANDER & WOLFE 1999). The calculation was performed using the add-on package "coin" (HOTHORN et al. 2007) for the R.2.4.1 system for statistical computing (IHAKA & GENTLEMAN 1996).
2. Within these two areas three categories of different intensities of forestry operations and therefore different habitat tradition were classified:

a) Steigerwald

Category ST-A: 100-200 year old managed forest stands at site Fabrikschleichach. This site can be characterised by intensive yield management and silviculture over many decades, aimed at production of high quality timber. Only for a short, recent period has more importance been attached to dead wood and habitat trees.

Category ST-B: 100-200 year old managed forest stands at site Ebrach. At this site a long tradition of forest management orientated towards nature conservation exists. Dead wood and habitat trees are highly valued.

Category ST-C: Three totally protected Forest Nature Reserves (FNR) with up to 350 year old beech trees; FNR Waldhaus, FNR Brunnenstube and Kleinengelein (planned to be designated as FNR). In the FNRs all kinds of forest management have ceased; the protection of natural forest processes is of the greatest importance.

b) Spessart (for details concerning SP-A and SP-B see BUßLER et al. 2007)

Category SP-A: 100-200 year old managed forest stands at site Altenbuch. This site is characterised by intensive yield management and attention given to growth of high quality wood over many decades.

Category SP-B: 100-200 year old managed forest stands at site Rothenbuch. At this site the 'Rothenbuch concept of habitat trees and dead wood' was implemented more than 15 years ago (BUßLER et al. 2007).

Following this concept, habitat trees are specifically protected and accumulation of dead wood is encouraged.

Category SP-C: A totally protected Forest Nature Reserve (FNR) of 67ha with up to 420 year old trees; FNR Eichhall. All forest management has ceased; the protection of forest processes is of the greatest importance.

We predicted that abundance of *Aradidae* increases from category A to C at both sites. The hypothesis of independence between the three categories of different management intensity and the dependent variable "number of sampled *Aradidae*" was tested with the "linear-by-linear association test of resampling-based multiple testing" (AGRESTI 2002). The calculation was performed using the add-on package "coin" (HOTHORN et al. 2007) for the R.2.4.1 system for statistical computing (IHAKA & GENTLEMAN 1996).

The greater the amount of dead wood, the higher is the chance for *Aradidae* to find suitable structures (decomposition stage, fungi as food resources). For analysing the dependence of *Aradidae* on dead wood supply (hypothesis 2) two different approaches were used:

- 1) Dead wood structures of different categories were measured (solid volume per hectare) in each of 69 point sample plots (Steigerwald) and 30 point sample plots (Spessart SP-A, SP-B; in NWR Eichhall no inventory was undertaken because of a lack of manpower). The following dead wood categories were defined: standing dead wood (>12cm diameter), lying dead wood (>12cm diameter), dead wood <12cm diameter, stumps (height <1m).
- 2) During the survey of *Aradidae* in each point sample plot an inventory of the number of dead wood structures classified as standing and lying dead wood and different diameter classes (>25cm, <25cm, <10cm, <5cm) was performed. Additionally the number of stumps (<1m height) was counted.

In both approaches a multiple correlation analysis of the abundance of *Aradidae* (separated by species) and the amount and number of dead wood structures (separated by different categories) was performed. Therefore a Spearman correlation test, adjusted by Bonferroni-Holm, was calculated using the add-on package "coin" (HOTHORN et al. 2006, 2007) within the R.2.4.1. system for statistical computing (IHAKA & GENTLEMAN 1996).

For analysing key structures for *Aradidae* (hypothesis 3) a descriptive analysis was performed: The analysis was focused on three parameters:

- a) type of dead wood (lying / standing stems, dead branches on living trees, dead branches situated in the lower vegetation, stumps < 1m high).

- b) diameter of dead wood structures, and
- c) exposure to sunlight (shaded, semi-shaded, sunny).

To achieve a higher sample size, additional sampling outside the point sample plots at sites SP-B and SP-C was performed in the Spessart (4.5.2006, 3./4.7.2006).

Additionally, we tested if *Aradidae* also occur in higher forest strata when suitable resources are available, based on sampling by crown flight-interception traps in the Steigerwald during 2004. For this purpose flight-interception traps were installed on healthy and unhealthy ('die-back') beech trees (*Fagus sylvatica*) at heights of 1-28m and in crowns of healthy oaks (*Quercus petraea*) at heights of 13-24m.

To analyse the dependence of *Aradidae* on the occurrence of particular fungi species (hypothesis 4), two different approaches were used:

- 1) A statistical approach: A fungi inventory was performed in all 69 point sample plots in the Steigerwald in four surveys (20.04.-01.05., 18.07.-29.07., 24.09.-30.09., 14.10.-23.10.) during 2004 and in 30 plots in the Spessart (SP-A, SP-B) in four surveys (21.-22.04., 05.-07.07., 21-23.09., 08.-10.11.) during 2006. Statistical analysis was performed by a Spearman correlation test, adjusted by Bonferroni-Holm, as described above. In the analyses for the Steigerwald all observed fungi species that are described as possible host species in literature and species that were found on bark samples (see point 2) were included; *Trametes versicolor*, *T. hirsuta*, *T. gibbosa*, *Bjerkandera adusta*, *Polyporus* sp., *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola*, *Hypoxyton fragiforme*, *Diatrype disciformis*, *Diatrype stigma*, *Schizophyllum commune*, *Ganoderma applanatum*, *Eutypella quaternata*. In the Spessart only part of these species was surveyed quantitatively and therefore only these were included in that analysis: *T. versicolor*, *T. hirsuta*, *T. gibbosa*, *B. adusta*, *F. fomentarius*, *G. applanatum*.
- 2) A descriptive approach: All bark parts where *Aradidae* were found were analysed for fungi.

The determination of *Aradidae* was done by the first author (M.G.) based on the publications of WAGNER (1966), KANYUKOVA (1984) and VÁSÁRHELYI (1985). Surveys and determination of fungi were carried out by the co-authors (Steigerwald H. E.; Spessart: M. B.). Fungi were determined in the laboratory using genus-specific special literature (DENNIS 1968, BARNETT & HUNTER 1972, BREITENBACH & KRÄNZLIN 1984–2005, ELLIS & ELLIS 1985, PETRINI & MÜLLER 1986, HJORTSTAM et al. 1987-1988, KRIEGLSTEINER 2000-2003). Voucher specimens of all species (*Aradidae*, Fungi) are in the collection of the first author.

Results

In the Steigerwald a total of 197 specimens of three flat bug species were collected: *Aneurus avenius* (148 specimens on 33 dead wood structures, 1 in flight interception trap), *Aradus conspicuus* (44 specimens on 22 dead wood structures, 3 in flight interception traps) and *Aradus depressus* (1 in flight interception trap). In the Spessart a total of 251 specimens of four species were observed: *A. avenius*, *Aradus betulae*, *A. conspicuus* and *A. depressus* (see Fig. 2). Because of aggregations on optimal habitat trees, *A. betulae* was the most abundant species (151 specimens on 14 habitat trees), followed by *A. conspicuus* (88 specimens on 59 dead wood structures), *A. avenius* (11 specimens on 10 dead wood structures), and *A. depressus* (2 specimens, 1 landed on a red tee-shirt during the survey, 1 on dead wood structure). All species and specimens that were sampled in the point sample plots are shown in Table 2. Sample sizes resulting from hand collecting in point sample plots (192 specimens of two species (*A. avenius*, *A. conspicuus*) in the Steigerwald and 90 specimens of three species (*A. avenius*, *A. conspicuus*, *A. betulae*) in the Spessart) were much higher than those from trap-sampling (Steigerwald: 3 specimens/2 species, Spessart: 2 specimens/1 species). All specimens collected in traps were found between April and June, with the exception of one *A. avenius*, sampled in July in the crown of a beech.

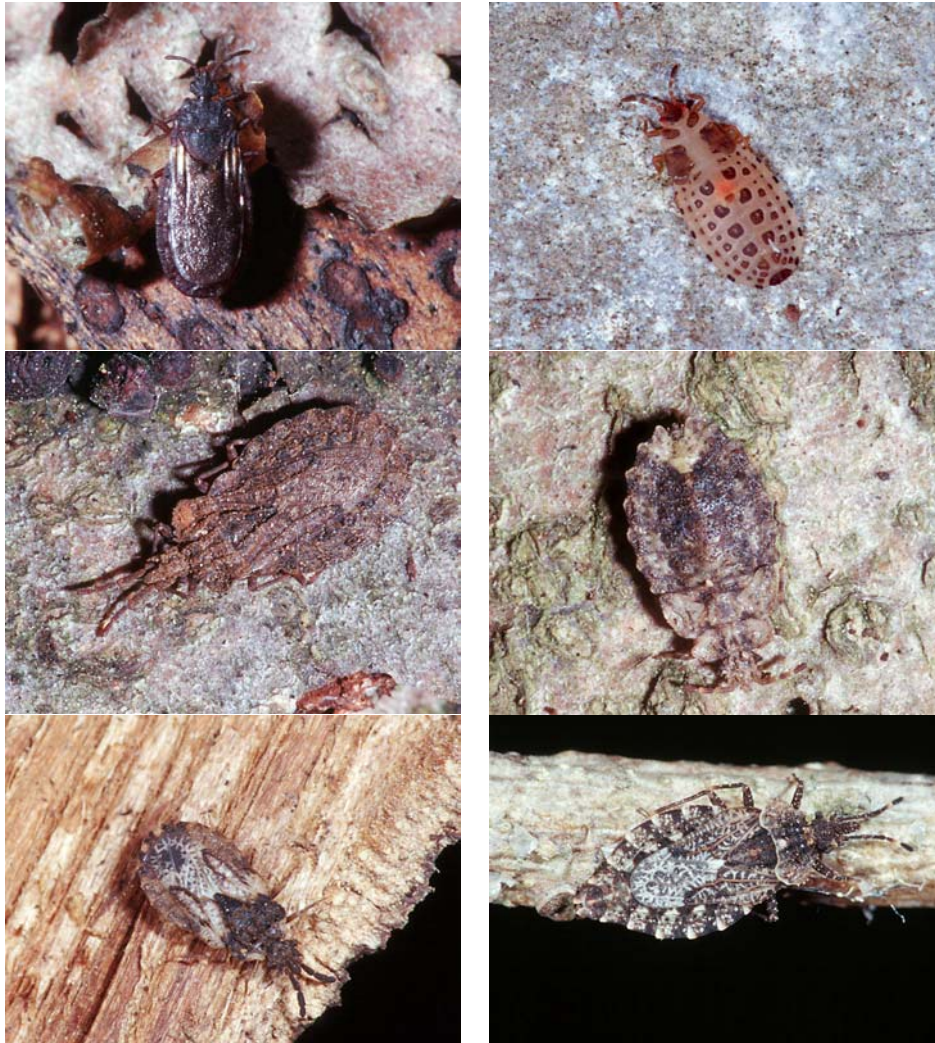


Fig. 2: The four observed species of Aradidae: a) *Aneurus avenius*, b) *A. avenius* juv., c) *Aradus conspicuus*, d) *A. conspicuus* juv., e) *Aradus depressus*, f) *Aradus betulae*. (Photos: M. GOßNER)

Dependence on 'habitat tradition'

An overview of sampling results from point sample plots is given in Table 2.

Tab. 2: Records of *Aradidae* in relation to management intensity. Number of point sample plots and total number of sampled specimens in these plots is given. In brackets: number of specimens sampled by flight interception traps.

	Steigerwald			total ST	Spessart			total SP
	ST-A	ST-B	ST-C		SP-A	SP-B	SP-C	
Number of point sample plots	24	24	21	69	15	15	15	45
<i>Aneurus avenius</i> (DUFOUR, 1833)	51	42	55	148	4	2	0	6
<i>Aradus betulae</i> (LINNAEUS, 1758)	0	0	0	0	0	37	11	48
<i>Aradus conspicuus</i> (HERRICH-SCHAEFFER, 1835)	9	29 (2)	8	46 (2)	25	6	5 (2)	36
<i>Aradus depressus</i> (FABRICIUS, 1794)		1 (1)		1 (1)	0	0	0	0
total	60	72 (3)	63	195 (3)	29	45	16 (2)	90 (2)

Total number of sampled *Aradidae* was significantly higher in the Steigerwald compared to the Spessart (location test: $Z=2.48$; $p<0.02$). This results solely from the high abundance of *A. avenius* at this site ($Z=4.63$; $p<0.0001$). No significant difference in abundance between sites was observed for *A. conspicuus*. *A. betulae* was exclusively found in the Spessart, the comparison with the Steigerwald was significant ($Z=2.16$; $p<0.04$). Apart from the greater abundance of *A. avenius*, the conspicuously larger number of individuals per dead wood structure in the Steigerwald compared to the Spessart was remarkable (location test; $Z=2.55$; $p<0.02$). The average number of *A. conspicuus* per dead wood structure, however, was significantly higher in the Spessart ($Z=1.79$, $p<0.04$). No increase in flat bug abundance with increasing 'habitat tradition' (categories ST-A \rightarrow ST-C) was observed in the Steigerwald, either for total number of *Aradidae* or for the two most abundant species (linear by linear association test: $p>0.10$). In the Spessart, the number of captured species even decreased significantly with increasing 'habitat tradition' ($Z=2.276$, $p<0.03$). This could be traced back to the abundant and steady occurrence of *A. conspicuus* in SP-A (Fig. 3). In contrast, *A. betulae* was exclusively observed in stands of higher 'habitat tradition' (SP-B and SP-C) (Tab.2).

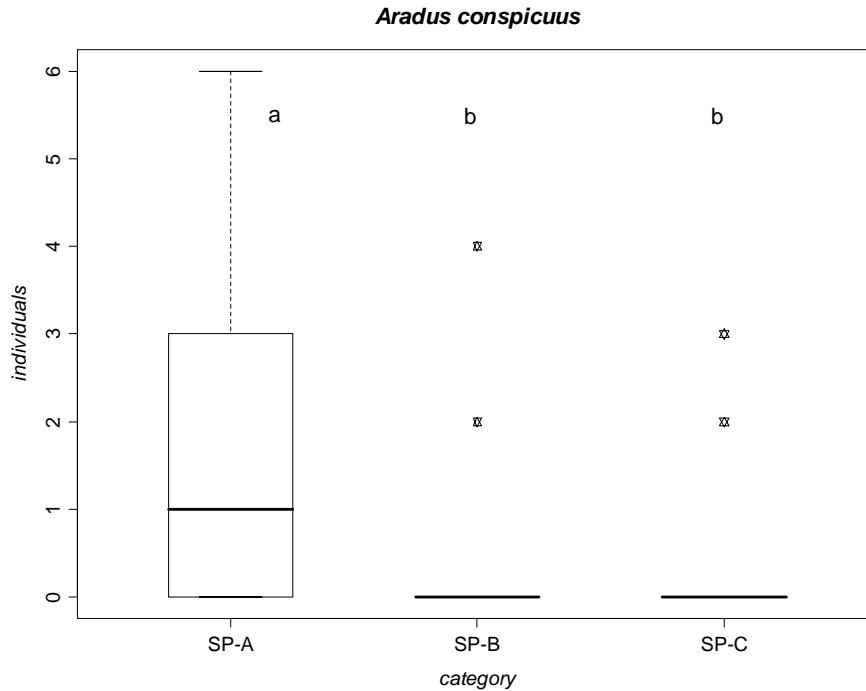


Fig. 3: Average number (median) of *Aradus conspicuus* sampled in plots of different 'habitat tradition' (SP-A<SP-B<SP-C) in the forest area Spessart (n=15 point sampling plots in each category). In SP-A *A. conspicuus* was observed in 8 plots, in SP-B and SP-C in 2 plots. Letters indicate significant differences.

Dependence on dead wood amount and dead wood parameters

No correlation was found between deadwood amount (m³/ha) in the point sample plots and the abundance of *Aradidae*, either for the Steigerwald or for the Spessart (Spearman correlation analysis, adjusted by Bonferroni-Holm: $p > 0.10$). In Spessart, however, a positive correlation between the number of standing dead wood structures <5cm and the abundance of *A. avenius* (estimated correlation coefficient: 0.407, $p = 0.050$) was observed. Moreover the number of sampled *A. conspicuus* was positively correlated with the number of stumps (<1m height) in the point sample plot (estimated correlation coefficient: 0.387, $p = 0.078$).

More than 97% of all investigated dead wood structures originated from *F. sylvatica*, the proportion of other tree species (*Carpinus*, *Quercus*, *Alnus*, *Ulmus*, *Picea*, *Larix*, *Pinus*) was <1%. Hence, almost all records of *Aradidae*

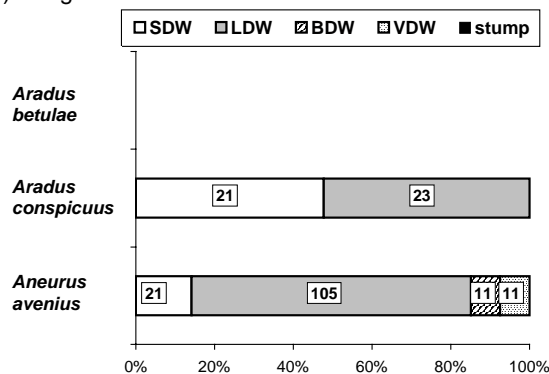
were from *F. sylvatica*. Only two samples with a total of five *A. avenius* were obtained from *Carpinus betulus* in the Steigerwald. One female of *A. conspicuus* was found under the bark of a recently deceased standing oak tree of >1m diameter in the FNR Eichhall.

Almost all specimens were found under the bark of dead branches or stems, and once under the bark of the root plate of a fallen tree in the FNR Eichhall. In 97% of all observations the bark had already become detached from the dead wood. In two cases (*A. conspicuus*) the dead wood was very fresh and the bark was therefore difficult to remove from the wood (degree of decay 1, according to ALBRECHT 1991). In three samples (4 specimens) of *A. conspicuus* an incipient decomposition of the wood body was observed. In the remaining records of *A. avenius* and *A. conspicuus* the stage of decay of the wood was not recorded (but probably this was degree of decay 2). Specimens of *A. betulae* were observed within a wide spectrum of decomposition stages, from dying but still foliated beech trees to dead, standing trunks at an advanced stage of decomposition where only small areas with bark remained.

Type of dead wood

A. avenius primarily occurred in dead branches lying on the forest floor, but also in dead young beech trees of small diameter, in dead branches suspended in the lower vegetation (on shrubs etc.), and dead branches on living trees (Fig. 4). In contrast, *A. conspicuus* was observed in standing and lying dead wood in similar proportions (Fig. 4). Especially in the intensively managed forest stands in the Spessart (SP-A) this species was observed frequently in beech stumps of 30-50cm height, covered by moss.

a) Steigerwald



b) Spessart

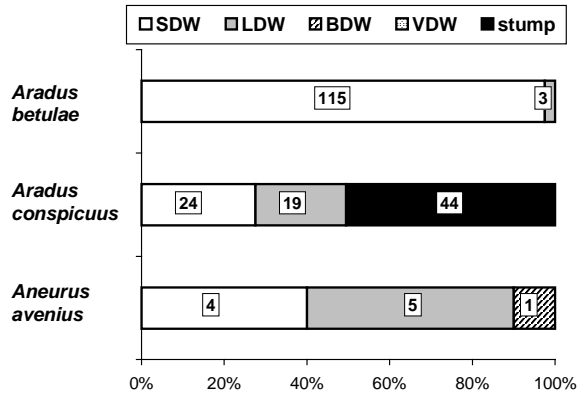


Fig. 4: Number and percentage of Aradidae, sampled in different types of dead wood: SDW=standing dead wood, LDW=lying dead wood, BDW: dead branches on living trees, VDW: dead branches suspended in the lower vegetation, stump=stumps <1m height.

95% of all records of *A. avenius* and 87% of *A. conspicuus* were observed in branches and stems without contact to the ground. Two specimens were sampled by flight interception traps at heights out of the reach of a researcher. One specimen of *A. conspicuus* was found in a trap that was installed 4 meters in front of a rot hole, one specimen of *A. avenius* on a beech tree with crown die-back at a height of 14 meters.

Diameter of dead wood

The distribution of diameter classes of dead wood and therefore the potential structural availability for Aradidae was comparable at both sites (Fig. 5). Aradidae were found in a total of 4.4% (Steigerwald) and 3.4% (Spessart) of all investigated dead wood structures. *A. avenius* primarily colonised thin dead wood structures of maximum 10cm diameter, exhibiting a peak at 2cm. In contrast, *A. conspicuus* occurred in thicker dead branches and stems (Fig. 6). With 10cm, the peak was conspicuously lower in the Steigerwald compared to the Spessart (60cm). This was mainly because a high number of beech stumps were colonised by *A. conspicuus* in SP-A. *A. betulae* was observed almost exclusively in dead wood structures with diameter >60cm.

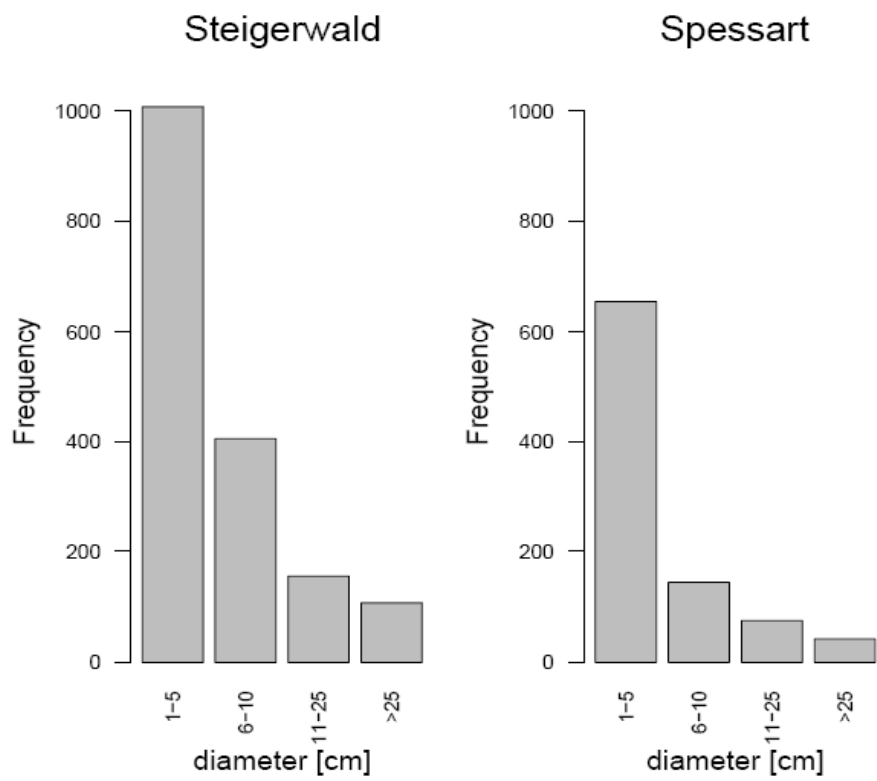


Fig. 5: Distribution of diameter classes of dead wood in the Steigerwald and in the Spessart.

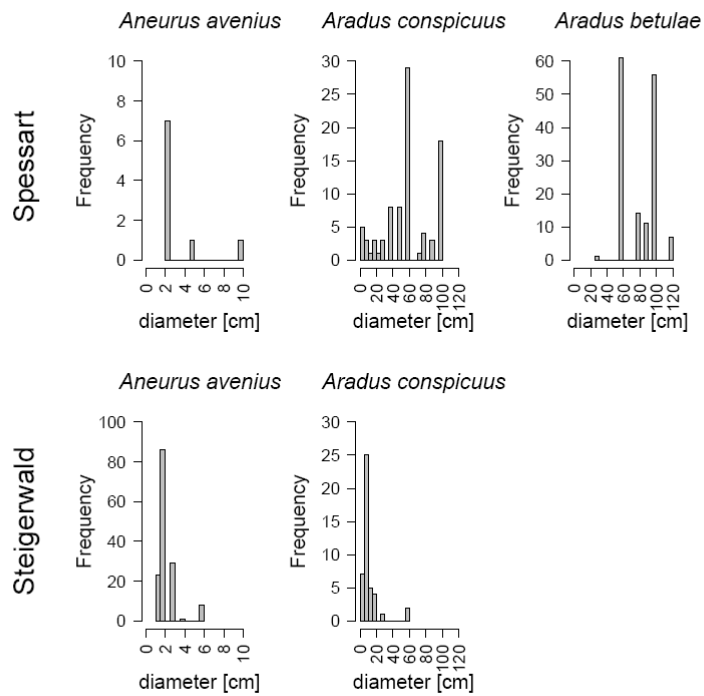
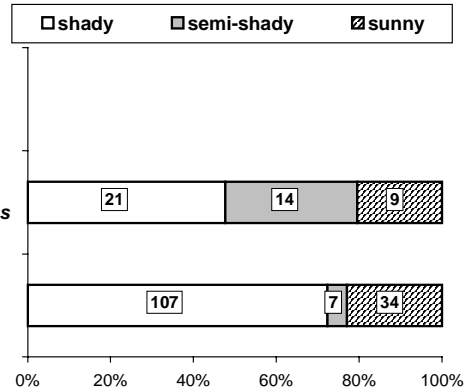


Fig. 6: Histograms, showing the frequencies of *Aneurus avenius*, *Aradus conspicuus* and *Aradus betulae*, found in dead wood structures of different diameter. Note that scales differ between figures.

Exposure to sunlight

The majority of *A. avenius* was sampled in shady places (Fig. 7). *A. conspicuus* occurred more often in more open forest areas and *A. betulae* was observed exclusively in semi-shady and sunny places.

a) Steigerwald



b) Spessart

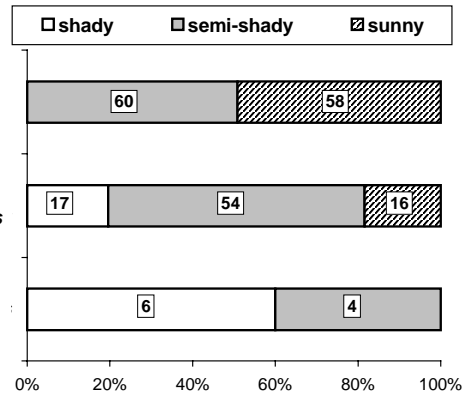


Fig. 7: Number and percentage of *Aradidae*, sampled in dead wood exposed to different levels of sunlight.

Dependence on fungi

A correlation analysis between the number of sampled *A. conspicuus* und *A. avenius* and the occurrence of fungi species in the point sample plots revealed no significant differences in results, neither for the Steigerwald nor for the Spessart ($p > 0.10$).

Fungi species were found in 80% (Steigerwald) and 89% (Spessart) of all bark samples associated with *A. conspicuus* (Steigerwald). For *A. avenius* corresponding figures were 24% (Steigerwald) and 33% (Spessart), and in *A. betulae* 100% (Spessart). Table 3 shows recorded fungi species. In some cases two fungi species were observed in one bark sample. For *A.*

conspicuus in the studied stands, *Hypoxylon fragiforme* seems to be important in the Steigerwald and *Bjerkandera adusta* in the Spessart. However, *A. conspicuus* was observed while feeding only on *B. adusta*. Most records of *A. avenius* were from bark samples containing *Xylariaceae* (*Sphaeriales*) (above all *Hypoxylon fragiforme*) and Fungi Imperfecti (*Coelomycetes*) (above all *Asterosporium asterospermum*). *A. betulae* occurred almost exclusively on dead standing trunks of beech colonised by *Fomes fomentarius*.

Tab. 3: Number and frequency (in brackets) of *Aradus conspicuus* and *Aneurus avenius* found in bark samples together with fungi species. In some cases a second fungus species was observed (Fungus 2).

<i>Aneurus avenius</i> Fungus 1	Fungus 2	Steigerwald (det. H. Engel)	Spessart (det M. Blaschke)
Xylariaceae (Sphaeriales)			
<i>Hypoxylon fragiforme</i>	/	4 (2)	
<i>Hypoxylon fragiforme</i>	Fungi Imperfecti (Hyphomycetes)	4 (1)	
	<i>Cryptocoryneum condensatum</i>		
<i>Hypoxylon ferrugineum</i>	/	1 (1)	
Diatrypaceae, Sphaeriales (Diatrypales)			
<i>Diatrype disciformis</i>	/	3 (1)	
<i>Diatrype stigma</i>	/		1 (1)
Fungi Imperfecti (Coelomycetes)			
<i>Asterosporium asterospermum</i>	/	10 (4)	
Fungi Imperfecti (Hyphomycetes)			
<i>Cryptocoryneum condensatum</i>	<i>Digitodesmium elegans</i>	3 (1)	
(anamorphic fungi)			
<i>Polymorphum rugosem</i>	/	1 (1)	
Schizophyllaceae (Aphyllorphales)			
<i>Schizophyllum commune</i>	/		1 (1)
<i>Schizophyllum commune</i>	<i>Nectria</i> sp. (Nectriaceae)	1 (1)	
Nectriaceae, Hypocreales			
<i>Nectria coccinea</i>	/	1 (1)	
Ascodichaenaceae (Rhytismatales)			
<i>Ascodichaena rugosa</i>	/		1 (1)
Pyronomycetes (Ascomycetes)			
	/	2 (1)	

Aradus conspiciuus			
Fungus 1	Fungus 2	Steigerwald	Spessart
Xylariaceae (Sphaeriales)			
<i>Hypoxylon fragiforme</i>	/	26 (6)	
Coriolaceae (Polyporales)			
<i>Bjerkandera adusta</i>	/	1 (1)	51 (19)
<i>Trametes gibbosa</i>	/		4 (3)
<i>Trametes versicolor</i>	/		7 (3)
<i>Trametes hirsuta</i>	/		1 (1)
<i>Trametes hirsuta</i>	Pyronomycetes (Ascomycetes)	2 (2)	
<i>Trametes hirsuta</i>	Schizophyllaceae (Aphylophorales)		2 (1)
	<i>Schizophyllum commune</i>		
<i>Trametes sp.</i>	/		
<i>Fomes fomentarius</i>	/		11 (2)
Coriolaceae (Polyporales)			
	/	2 (1)	
Diatrypaceae (Diatrypales)			
<i>Eutypella quaternata</i>	Corticaceae (Aphylophorales)		
	<i>Schizopora paradoxa</i>	1 (1)	
Fungi Imperfecti (Coelomycetes)			
<i>Asterosporium asterospermum</i>	/	1 (1)	
<i>Asterosporium asterospermum</i>	Fungi Imperfecti (Hyphomycetes)	1 (1)	
	<i>Digitodesmium elegans</i>		1 (1)
Nectriaceae (Hypocreales)			
<i>Nectria coccinea cf.</i>	/		3 (1)
Tricholomataceae (Agaricales)			
<i>Armillaria sp.</i>	/		1 (1)
Coriolaceae (Polyporales)			
<i>Antrodia hoehnelii</i>	/		
Pyronomycetes (Ascomycetes)	/	1 (1)	
Aradus betulae			
Fungus 1	Fungus 2	Steigerwald	Spessart
Coriolaceae (Polyporales)			
<i>Fomes fomentarius</i>	/		116 (16)
<i>Trametes sp.</i>	/		1 (1)
Ganodermataceae (Polyporales)			
<i>Ganoderma applanatum</i>	/		1 (1)

Discussion

In Bavaria 11 species of Aradidae are known to occur in dead wood of *Fagus sylvatica* (HEISS 1972, STEHLIK & HEISS 2001, HOFFMANN & MELBER 2003). Of these, only four species were observed in the present study in the closed forest areas of the Steigerwald and the Spessart: *A. avenius*, *A. betulae*, *A. conspicuus* and *A. depressus*. There are several possible reasons for the absence of the other species. Species such as *Aneurus laevis*, *Aradus crenaticollis* and *A. versicolor* have not been found in Bavaria since 1950. Although *A. laevis* and *A. versicolor* have been observed in the Spessart (STADLER 1928, SINGER 1952), they might be very rare in this region, occurring only locally. Moreover, *A. laevis* and *A. versicolor* seem to prefer warmer climates (SINGER 1952, SCHNEID 1954, STEHLIK & HEISS 2001). In the Spessart they have been observed at lower altitudes only (SINGER 1952). *A. betulinus*, *A. obtectus* and *A. corticalis* mainly colonise conifer dead wood (HEISS 1972, STEHLIK & HEISS 2001) and have only seldom been recorded in dead wood of *Fagus sylvatica* (SINGER 1952, STEHLIK & HEISS 2001). Another reason why *A. betulinus*, *A. obtectus* and also *A. dissimilis* were not found in the present study might be their preference for higher altitudes (HEISS 1972).

A. depressus is usually the most abundant species on deciduous trees. At both study sites it was found only as single specimens. Possibly this species is more abundant in more open forest areas in mixed deciduous stands. In stands of coppice with standards containing *Quercus*, *Populus*, *Tilia*, *Carpinus* etc. in the southern Steigerwald this species was frequently recorded (in 24% of all traps, GOßNER, unpubl. data). All species sampled apart from *A. depressus* are listed as "threat suspected but status unknown" in the Red List of endangered species of Bavaria (ACHTZIGER et al. 2003). *A. betulae* is even categorized as "very endangered or endangered" for Germany (GÜNTHER et al. 1998).

Generally, flight interception-traps are not a suitable method for collecting *Aradidae*. As demonstrated above, only a few specimens were caught using this method. Our results support the idea that these species fly only during the mating season (April-June). Flight activity undertaken during searches for suitable dead wood structures for their brood, is too low to allow the *Aradidae* fauna of a particular habitat to be sampled representatively based on individuals caught in flight. Hence, reliable data on *Aradidae* can only be obtained by hand-collecting.

Dependence on 'habitat tradition'

Species composition in the present study differed significantly between the Steigerwald and the Spessart. For example *A. betulae* occurred exclusively in the Spessart and *A. avenius* was more abundant in the Steigerwald.

Differences in climate between the Steigerwald and the Spessart are not thought to be crucial in explaining the differences between these forest areas. Both species have a broad amplitude in their climatic requirements (HEISS 1972, STEHLIK & HEISS 2001). Also, availability of suitable habitats seems not to be limited in either forest area. Most probably, shorter habitat tradition and therefore discontinuity in the availability of suitable breeding substrate is the reason for the absence of *A. betulae* in the Steigerwald compared to the Spessart. With a few exceptions all specimens of this species recorded for Bavaria are from the Alps (Upper Bavaria), especially from old forest sites such as the Forest Nature Reserve Friedergries (pers. observation). SCHUSTER (1987, 1993, 2001, 2005) mentions some records of *A. betulae* from different sites in Upper Bavaria (Walchensee, Sylvensteinsee, Reit im Winkl). Outside the Alps previous records are from dealpine relict occurrences (Chiemseemoor, SCHUSTER 2001; Kendlmühlfilzen, BRÄU pers. comm.), the Bavarian Forest (SCHUSTER 2001) and the Spessart (SINGER 1952). The Spessart can be referred to as one of the oldest forests of Central Europe outside the Alps (BUßLER & LOY 2004). In the Steigerwald habitat tradition was probably interrupted in the past and since that time recolonisation by *A. betulae* has not taken place. The importance of habitat tradition for *A. betulae* is confirmed by the fact that within the Spessart it was only observed at sites with long habitat tradition (Rothenbuch) and not in the intensively managed forest area of Altenbuch. MORDEL (2001) also suggested that *A. betulae* is restricted in Germany to a few ancient woodland sites such as pasture woodlands, or nearly virgin forest relict sites. In Finland, however, HELIÖVAARA & VÄISÄNEN (1983) did not find a noticeable decrease of *A. betulae* caused by human activity. Probably habitat tradition was not interrupted in this region.

For *A. avenius*, *A. conspicuus* and *A. depressus* habitat tradition seems not to be an important factor in the forest areas studied. This agrees with previous findings. These species are recorded from a wide range of sites scattered throughout Bavaria (BRÄU pers. comm.). However, the absence from some regions might be the result of very intensive land-use in the past. One example is the region of Middle Swabia. This area is naturally stocked with beech forests, but today it is dominated by spruce forests as a result of strong human impact over centuries. In a comprehensive five-year study (see GOßNER 2004, GOßNER et al. 2006), including a beech forest nature reserve of 11.5ha (Krebswiese-Langerjergen) and an oak forest nature reserve of 7.1ha (Seeben), only *A. depressus* was found, and this only at the site with a higher proportion and diversity of deciduous trees. From the whole administrative district of Swabia only three records of *A. conspicuus* are known (SCHUSTER 2001, 2005). Hence, interruption of 'habitat tradition' might have a negative impact on the distribution of this species, too. In contrast to *A. betulae*, however, *A. conspicuus* might be able to colonise alternative structures in intensively managed forest stands. For example, in

the Spessart at site Altenbuch *A. conspicuus* was found frequently in beech stumps <50cm height. In more natural habitats they mainly occur in standing and lying dead wood structures. Therefore in forest areas where it has survived human impact, it also colonises intensively managed stands where these contain suitable habitats.

Dependence on dead wood amount, dead wood parameters and fungi

In contrast to studies on other saproxylic species groups (MÜLLER 2005a, MÜLLER et al. 2005a) no strong correlation between dead wood amount and the occurrence of *Aradidae* was observed in the present study. However this result might be biased by the overall low densities of *Aradidae* in beech forests. Two correlations between deadwood structures and the occurrence of *Aradidae* species in the Spessart (standing dead wood <5cm for *A. avenius*, number of stumps <1m height for *A. conspicuus*) indicate that dead wood amount of suitable quality might also be an important factor for *Aradidae*. Nevertheless, such a correlation has not yet been statistically verified.

The determination of preferred fungi species was difficult. *Aradidae* often suck on cryptic hyphae where no fruit bodies are noticeable. Therefore the fungus in the bark sample sometimes might not be a source of nutrition for the flat bug species. Only in some cases were *Aradidae* observed while sucking on fungus fruit bodies. No statistical correlation between the occurrence of a particular fungus species and the abundance of *Aradidae* in the point sample plots could be found. This might be an effect of temporary availability of suitable developmental stage of decay (expressed in the mechanical properties of the microhabitat) and of fungi at a suitable developmental stage for feeding. Dependent on locality and exposure to sunlight, fungi might dry out. Hence, even if preferences exist for a particular fungus species, *Aradidae* rely on the possibility of switching to other fungi at a suitable stage of development for their brood (HEISS pers. comm.). Nevertheless, results of the present study demonstrated that *A. avenius*, *A. betulae* and *A. conspicuus* have different habitat requirements and allowed the definition of these preferences.

A. avenius is known to occur under the thin, loose bark of logs and branches of various deciduous tree species (*Fagus*, *Quercus*, *Carpinus*, *Tilia*, *Betula*, *Alnus*) and rarely also on *Larix* (HEISS 1972, STEHLIK & HEISS 2001). Moreover, SCHUSTER (1987, 1990, 1993, 2001, 2005) found it in dead wood of *Salix* and in one case of *Picea*. The occurrence on *Fagus* and *Carpinus* could be confirmed in the present study. Our study clearly indicates the preference of *A. avenius* for branches of small diameter. Besides branches lying on the ground (SINGER 1952, STEHLIK & HEISS 2001), *A. avenius* also colonised dead branches on living trees, dead branches suspended in lower

vegetation and thin, dead young beeches. This species is often found in shady places within dense regeneration of beech several meters high which includes a high proportion of dead wood. A significant correlation was found in the Spessart between the abundance of *A. avenius* and the number of young dead beech trees in the point sample plots. The capture of one specimen in a flight-interception trap at a height of 14 meters indicates that dead branches in the higher canopy might be also used as a habitat by this species. In a study in the Hienheimer Forst in lower Bavaria *A. avenius* was also found in the crowns of beech (28.5m) and oak (24m) (SCHUBERT 1998, GOßNER 2006). Preferred fungus species are difficult to define for this bug species. Our results indicate the importance of species of the genera *Hypoxylon* (Sphaeriales) and *Diatrype* (Diatrypales) and *Asterosporium asterospermum* (Fungi Imperfecti (Coelomycetes)). In previous publications no particular fungus food resource is mentioned (e.g. STEHLIK & HEISS 2001). In other regions we found *A. avenius* together with *Diatrype bullata* (Diatrypales) on *Alnus* (Isar floodplain near Sylvenstein Reservoir), *Nectria ditissima* (Hypocreales) on *Carpinus betulus* (NSG Kl. Schenkenwald, Baden-Württemberg), and *Stereum hirsutum* (Russulales) on *Quercus* (afforestation areas, Aschaffenburg) (leg. GOßNER, det. BLASCHKE; unpubl. data). Possibly a wide range of fungi species is used by *A. avenius*.

A. betulae was nearly exclusively observed in standing dead wood of large dimensions in semi-shady to sunny sites. This agrees with the data given by KORINEK (1935) and GYLLENSVÄRD (1958). They pointed out that *A. betulae* avoids dense forests. *A. betulae* was strongly associated with *Fomes fomentarius* in the present study (Fig. 7b). Hence, tinder fungus seems to be the key species for *A. betulae* in the beech forest of the High Spessart, although this species has been also observed feeding on other fungi such as *Piptoporus betulinus*, *Fomitopsis pinicola* (KORINEK 1935, HELIÖVAARA & VÄISÄNEN 1983), *Leptoporus* sp. (TAMANINI 1981) and *Trametes* sp. (TAMANINI 1961). The occurrence on other fungi and tree species (*Betula*, *Ulmus*, *Acer*, *Alnus*, *Salix*, *Populus*, *Quercus*, *Tilia*, *Abies*, *Pinus*) might be at least partly an example of regional differentiation. While in Finland (HELIÖVAARA & VÄISÄNEN 1983) and Poland (LIS 1990) *A. betulae* occurs mainly on *Betula* infested by *P. betulinus*, in Slovakia (STEHLIK & HEISS 2001), North Tyrol (HEISS 1972) and Bavaria (SCHUSTER 1987, 1993, 2005, present study) *F. sylvatica* infested by *F. fomentarius* seems to be the preferred habitat of *A. betulae*. It was observed in the present study that single individuals of *A. betulae* can even be observed on *Fomes* infested living trees (Fig. 7a) and reach highest abundance on dead, standing trunks with fruit bodies of *F. fomentarius* at sunny sites (Fig. 8b). There, many groups of *A. betulae* can be observed on the bark (Fig. 6) and on fungal fruit bodies (Fig. 7b). Single specimens are found until the fruit bodies are rotten and no bark is left on the trunks. This habit indicates a strong conservatism in this species, with a low dispersion willingness until the suitability of the

colonised structure is strongly reduced. This behaviour might be one reason for its status as an endangered species.



Fig.7: Habitats for *Aradidae*: a) beech stumps colonised by *Bjerkandera adusta* provide a suitable habitat for *Aradus conspicuus* in intensively managed stands in the High Spessart. b) dead, standing trunks of beech colonised by *Fomes fomentarius* are the habitat for *Aradus betulae* in stands with habitat tradition in the High Spessart. (Photos: M. GOßNER)



Fig.8: Still foliated trees infested by *Fomes fomentarius* (a) are already colonised by single *Aradus betulae*. High populations occur on old, dead, standing trunks with fruit bodies of *F. fomentarius* at sunny sites (b). When all fruit bodies are rotten, no specimens can be found any more. (Photos: M. GOßNER)



Fig. 9: Many groups of adults and larvae of *A. betulae* can be observed on the bark of large, dead, standing trunks infested by *Fomes fomentarius* in stands with 'habitat tradition' in the High Spessart. (Photo: M. GOßNER)

A. conspicuus prefers larger dead wood structures, irrespective of the type (lying/standing), in places ranging widely from shaded to sunny. Its requirements for heat and sun seem to be somewhere between those of *A. avenius* and *A. betulae*. This confirms the results of the experimental study of *A. conspicuus* and *A. betulae* in the laboratory by GYLLENSVÄRD (1958) in Sweden. Beech stumps (30-50cm height) left after felling in the stands were found to be suitable habitats in intensively forested areas in the Spessart in the present study (Fig. 7a). It is unclear, however, if these stumps can serve as suitable surrogate habitats if no primary structures are left in the surrounding forest. Such stumps can serve as habitats for a few years, giving food for several generations and then cease to be suitable. Consequently, these insects either die or find a new suitable microhabitat by migration in the following spring. *A. conspicuus* is regarded as a typical inhabitant of beech forests. In the catalogue of natural habitats of the Habitats directive in Brandenburg, *A. conspicuus* is mentioned as a species characterising two beech forest types, *Asperulo-Fagetum* and *Cephalanthero-Fagion* (BEUTLER & BEUTLER 2002). All records of *A. conspicuus* in Bavaria are from *F. sylvatica* (SCHUSTER 1993, 2001, 2005). According to HEISS (1972), LIS (1990) and STEHLIK & HEISS (2001) *A. conspicuus* exhibits a preference for beech, but occurs also on other deciduous tree species (*Populus*, *Quercus*, *Acer*) and occasionally also on conifers. MÖLLER (2005) describes *Bjerkandera adusta* as the key fungus for the occurrence of *A. conspicuus*. This could be confirmed by our study in the Spessart. SCHUSTER (2001) also found *A. conspicuus* on *B. adusta* in the Bernried Park (Upper Bavaria). However, regional differentiation might

occur. In the Steigerwald *A. conspicuus* was primarily found together with *Hypoxylon fragiforme* and only once with *B. adusta*. In other regions other fungi species of the *Polyporales* are mentioned (*Polyporus*, *Leptoporus*, *Fomes*, *Trametes* sp.; TAMANINI 1981, STEHLIK & HEISS 2001). Some records from these genera were also made in the present study.

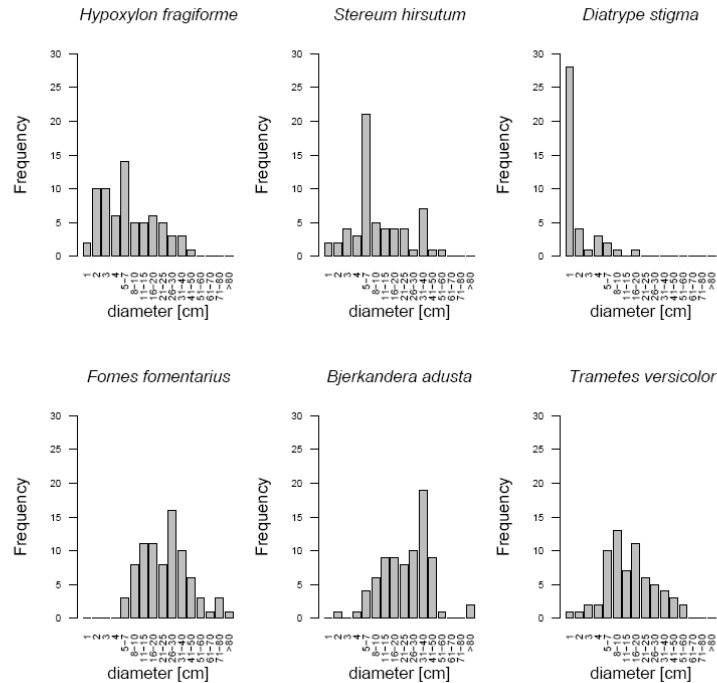


Fig. 10: Barplots, showing the frequencies of fungi species that are potential food resources for *Aradidae*, found in dead wood structures of different diameter in Forest Nature Reserves in Bavaria (adapted from BLASCHKE et al. 2003).

The preference of *Aradidae* for specific dead wood parameters can primarily be explained by the preference of particular fungi for these structures. This is illustrated by the occurrence of fungi species on dead wood structures of different diameter in Bavarian Forest Nature Reserves (Fig. 10). *Hypoxylon fragiforme*, *Stereum hirsutum* and *Diatrype stigma* as potential food resource for *A. avenius* prefer small diameter classes while *Fomes fomentarius* as potential food resource for *A. betulae* and *Bjerkandera adusta* and *Trametes*

versicolor for *A. conspicuus* prefer larger diameter classes. This fits quite well with the observed preference of *Aradidae* species (Fig. 6).

Conclusions

It can be concluded that:

- 1) Flight-interception traps are not a suitable method for assessing the population of *Aradidae*. An accurate inventory can be made only by hand-collecting.
- 2) All species of *Aradidae* found use fungal hyphae as the nutrition source. Hence all other factors are secondary and the occurrence of fungi at a suitable developmental stage is an essential precondition for the occurrence of *Aradidae*.
- 3) Because fungi species that are reported as important to *Aradidae* species are widely distributed, the protection of suitable dead wood structures seems to be critical. Most of the endangered *Aradidae* are dependent on dead wood of large dimensions, especially dead, standing trunks (e.g. *A. betulae*). The massive decrease and fragmentation of relatively undisturbed forests are responsible for their endangerment. Hence, protection of these structures on a landscape scale is necessary to establish habitat connection.
- 4) At least for some *Aradidae* species like *A. betulae* 'habitat tradition' seems to be a decisive factor for their occurrence. Because the Spessart is one of the last refuges for *A. betulae* in Bavaria outside the Alps, there is a specific argument for the protection of the old growth forest remains in the Spessart. The establishment of the 'Rothenbuch concept for habitat trees and dead wood' has to be seen as an important step towards the protection of *A. betulae*.
- 5) There is still a lack in knowledge about the specific habitat requirements of flat bugs, especially food preferences. Future studies should concentrate on surveying *Aradidae* found sucking on fungi, combined with an accurate determination of fungi species.

Acknowledgements

We are grateful to all forestry departments and colleagues who contributed to this paper. Special thanks to Dr. Jörg MÜLLER, Heinz BUßLER, Dr. Bernhard FÖRSTER (all LWF, Freising) and Dr. Torsten HOTHORN (Universität, Erlangen) for their support and Prof. Dr. Ernst HEISS (Innsbruck, Austria) and Dr. Tamás Vásárhelyi (Natural History Museum, Budapest, Hungary) for constructive criticism of the manuscript. Andrew LISTON

(Frontenhausen) revised the English language of the manuscript. The studies were financed by grants awarded by the curatorship of the Bavarian Ministry of Agriculture and Forestry under the Forest Nature Reserves Project (D03) "Naturwaldreservate".

References

- ACHTZIGER, R., BRÄU, M. & SCHUSTER G. (2003): Rote Liste der Landwanzen (Heteroptera: Geocorisae) Bayerns. Schriftenreihe des LfU **166**: 82-91.
- AGRESTI, A. (2002): *Categorical Data Analysis*. John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey: 710 pp.
- ALBRECHT, L. (1991): Die Bedeutung des toten Holzes im Wald. *Forstw. Cbl.* **110**: 106-113.
- BAYFORKLIM (1996): *Klimaatlas von Bayern*. Bayerischer Klimaforschungsverbund, c/o Meteorologisches Institut der Universität München, München.
- BARNETT, H. L., HUNTER, B. B. (1972): *Illustrated genera of Imperfect Fungi*. Third Edition, Burgess Publishing Company, Minneapolis, Minnesota: 241 pp.
- BEUTLER, H. & BEUTLER, D. (2002): Katalog der natürlichen Lebensräume und Arten der Anhänge I und II der FFH-Richtlinie in Brandenburg. *Natursch. Landschaftspfl. Brandenburg* **11(1/2)**: 64-67.
- BLASCHKE, M., HAHN, C. & HELFER, W. (2003): Die Pilzflora der Bayerischen Naturwaldreservate. *LWF-Wissen* **43**: 5-30.
- BUßLER, H. & LOY, H. (2004): Xylobionte Käferarten im Hochspessart als Weiser naturnaher Strukturen. *LWF-Wissen* **46**: 36-42.
- BUßLER, H., BLASCHKE, M., DORKA, V., LOY, H. & STRÄTZ, C. (2007): The „Rothenbuch concept of habitat trees and dead wood“ and its effects on the diversity of structures and biodiversity of beech-forests. *Waldökologie online*: in press.
- BREITENBACH, J. & KRÄNZLIN, F. (1984-2005): *Pilze der Schweiz*, Band 1-6. Verlag Mykologia, Luzern: 2122 pp.
- DENNIS, R. W. G. (1968): *British Ascomycetes*. 2nd edition, Cramer, Lehre: 455pp.
- ELLIS, M. B. & ELLIS, J. P. (1985): *Microfungi on land plants. An identification handbook*. Croom Helm, London & Sydney: 818 pp.
- FÖRSTER, H. (1953): Über die Ernährungsweise von *Aradus depressus* F. (Heteroptera: Aradidae). – *Beitr. Entomol.* **3(4)**: 395-404.
- GOßNER, M. (2004): Diversität und Struktur arborikoler Arthropodenzönosen fremdländischer und einheimischer Baumarten - Ein Beitrag zur Bewertung des Anbaus von Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) und Roteiche (*Quercus rubra* L.). *Neobiota* **5**: 1-241.
- GOßNER, M. (2006): Heteroptera (Insecta: Hemiptera) communities in tree crowns of beech, oak, and spruce in managed forests – diversity, seasonality, guild structure, and tree specificity. In: FLOREN, A. & SCHMIDL, J. (eds.): *Structure, diversity and functional aspects of arthropod fauna in Central European canopies*: in press.
- GOßNER, M., ENGEL, K. & AMMER, U. (2006): Effects of selection felling and gap felling on forest arthropod communities: a case study in a spruce-beech stand of southern Bavaria. *Eur. J. Forest Res.* **125**: 345–360.
- GÜNTHER, H., HOFFMANN, H.-J., MELBER, A., REMANE, R., SIMON, H. & WINKELMANN, H. (1998): Rote Liste der Wanzen (Heteroptera). In: Bundesamt für Naturschutz (ed.) *Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands*. Schriftenr. Landschaftspfl. Natursch. **55**: 235–242.
- GYLLENSVÄRD, N. (1958): Contributions to the Biology of Aradidae (Hem. Het.). *Opusc. Ent.* **23(3)**: 196-202.

- HALIÖVAARA, K. & VÄISÄNEN, R. (1983): Environmental changes and the flat bugs (Heteroptera, Aradidae and Aneuridae). Distribution and abundance in Eastern Fennoscandia. *Ann. Ent. Fenn.* **49**(4): 103-109.
- HEISS, E. (1972): Zur Heteropterenfauna Nordtirols (Insecta: Heteroptera). II. Aradoidea + Saldoidea. *Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck* **59**: 73-92.
- HEISS, E. (1997): Erstnachweis einer Aneurinae aus dem Baltischen Bernstein: *Aneurus ancestralis* n.sp. (Heteroptera, Aradidae). *Wissenschaftliche Mitteilungen. Caroleinea* **55**: 111-112.
- HEISS, E. (1998): Revision der Familie Aradidae des Baltischen Bernsteins I. Bisher beschriebene Taxa der Gattung *Aradus* und zwei neue Arten (Insecta, Heteroptera). *Mitt.Geol.Paläont.Inst.Univ.Hamburg* **81**: 251-268.
- HEISS, E. (2002): Aradidae in Baltischem Bernstein – Beispiel eines über 50 Millionen Jahre alten erfolgreichen Insektenbauplanes. *Heteropteron* **15**: 8-9.
- HEISS, E. & GRIMALDI, D. (2001): *Archearadus burmensis* gen.n., sp.n., a remarkable Mesozoic Aradidae in Burmese Amber (Heteroptera, Aradidae). *Caroleinea* **59**: 99-102.
- HEISS, E. & GRIMALDI, D. (2002): The first known female of *Archearadus burmensis* HEISS & GRIMALDI 2001 in Cretaceous Burmese Amber (Heteroptera, Aradidae). *Z. Arb. Gem. Öst. Ent.* **54**: 55-59.
- HJORTSTAM, K., LARSON, K.-H. & RYVARDEN, L. (1987 – 1988): The Corticiaceae of North Europe, Volume 1-8. *Fungiflora*, Oslo: 1631 pp.
- HOFFMANN, H.-J. & MELBER, A. (2003): Verzeichnis der Wanzen (Heteroptera) Deutschlands. In: KLAUSNITZER, B. (ed.) *Entomofauna Germanica* 6. *Entomol. Nachr. Ber., Beiheft* **8**: 209–272.
- HOLLANDER, M. & WOLFE, D. A. (1999): *Nonparametric Statistical Methods*. 2nd Edition. John Wiley & Sons, New York: 787 pp.
- HOTHORN, T., HORNIK, K., VAN DE WIEL, M. A. & ZEILEIS, A. (2006): A {L}ego System for Conditional Inference. *The American Statistician* **60**(2): 257-263.
- HOTHORN, T., HORNIK, K., VAN DE WIEL, M. A. & ZEILEIS, A. (2007): The coin package - Conditional Inference Procedure in a Permutation Test-Framework. {R} package version 0.5-2.
- IHAKA, R. & GENTLEMAN, R. (1996). R: A language for data analysis and graphics. *J. Comp. Graph. Stat.* **5**: 299-314.
- JONSELL, M., SCHROEDER, M. & WESLIEN, J. (2005): Saproxylic beetles in high stumps of spruce: Fungal flora important for determining the species composition. *Scand. J. For. Res.* **20**: 54-62.
- KANYUKOVA, E. V. (1984): Heteroptera of the *Aradus betulae* group in the USSR fauna. *Vestn. Zool.* **4**: 9-14.
- KORINEK, V. V. (1935): Zur Biologie der WanzenGattung *Aradus* (Hemiptera, Aradidae). *Rev. D'Ent. URSS* **26**(1-4): 115-129.
- KRIEGLSTEINER, G. J. (2000-2003): *Die Großpilze Baden-Württembergs*, Bd. 1- 4. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- LIS, J. A. (1990): Flat-Bugs (Heteroptera, Aradidae) of Poland – a faunistic review. *Bull. Entomol. Pologne* **59**: 511-525.
- LISCHEID, G. (2001): Das Klima am Westrand des Steigerwaldes. *Bayr. Forum Ökol.* **90**: 169-174.
- MÖLLER, G. (2005): Habitatstrukturen holzbewohnender Insekten und Pilze. *LÖBF-Mitteilungen* **3/05**: 30-35.
- MORKEL, C. (2001): Erstnachweis der Rindenwanze *Aradus betulae* (Linnaeus, 1758) in Hessen (Insecta: Heteroptera, Aradidae). *Philippia* **10**(1): 1-3.
- MÜLLER, J. (2005a): Waldstrukturen als Steuergröße für Artengemeinschaften in kollinen bis submontanen Buchenwäldern. Dissertation TU-München: 227pp.
- MÜLLER, J. (2005b): Wie beeinflusst Forstwirtschaft die Biodiversität in Wäldern? Eine Analyse anhand der xylobionten Käfern (Insecta: Coleoptera). *Beitr. Bayer. Entomofanistik* **7**: 1-8.

- MÜLLER, J., STRÄTZ, C. & HOTHORN, T. (2005a): Habitat factors for land snails in European beech forests with a special focus on coarse woody debris. *Eur. J. Forest Res.* **124**: 233–242.
- MÜLLER, J. BUßLER, H., BENSE, U., BRUSTEL, H., FLECHTNER, G., FOWLES, A., KAHLEN, M., MÖLLER, G., MÜHLE, H., SCHMIDL, J. & ZABRANSKY, P. (2005b): Urwald relict species – Saproxylic beetles indicating structural qualities and habitat tradition. *Waldökologie online* **2**: 106-113.
- PETRINI, L. E. & MÜLLER, E. (1986): Haupt- und Nebenfruchtformen europäischer Hypoxylon-Arten (Xylariceae, Sphaeriales) und verwandter Pilze. *Mycologia Helvetica* **1**(7): 501-627.
- SCHNEID, T. (1954): Die Wanzen (Hemiptera-Heteroptera) der Umgebung von Bamberg. *Ber. Naturf. Ges. Bamberg* **34**: 47–107.
- SCHUBERT, H. (1998): Untersuchungen zur Arthropodenfauna in Baumkronen: Ein Vergleich von Natur- und Wirtschaftswäldern (Araneae, Coleoptera, Heteroptera, Neuropteroidea; Hienheimer Forst, Niederbayern). Dissertation. W & T Verlag, Berlin: 154pp.
- SCHUSTER, G. (1987): Wanzenfunde aus Oberbayern und Nordtirol (Insecta, Heteroptera). *Ber. Naturf. Ges. Augsburg* **44**: 1-40.
- SCHUSTER, G. (1990): Beitrag zur Wanzenfauna Schwabens (Insecta, Heteroptera). *Ber. Naturf. Ges. Augsburg* **50**: 5–35.
- SCHUSTER G. (1993): Wanzen aus Bayern (Insecta, Heteroptera). *Ber. Naturf. Ges. Augsburg* **54**: 1-49.
- SCHUSTER G. (2001): Wanzen aus Bayern III (Insecta, Heteroptera). *Ber. Naturf. Ges. Augsburg* **60**: 1-78.
- SCHUSTER G. (2005): Wanzen aus Bayern IV (Insecta, Heteroptera). *Ber. Naturf. Ges. Augsburg* **62**: 63-124.
- SINGER, K. (1952): Die Wanzen (Hemiptera-Heteroptera) des unteren Maingebietes von Hanau bis Würzburg mit Einschluß des Spessarts. *Mitt. naturwiss. Mus. Aschaffenburg* **5**: 1-127.
- STADLER, H. (1928): Waldschutz in Unterfranken. *Blätter für Naturschutz*: 41-51.
- STEHLIK, J. L. & HEISS, E. (2001): Results of the investigations on Heteroptera in Slovakia made by the Moravian museum (Aradidae, Pyrrhocoridae). *Acta Mus. Morav.* **86**: 177-194.
- TAMANINI, L. (1961): Emitteri Eterotteri (Hemiptera Heteroptera). *Ricerca zoologica sul Massico del Pollino. Ann. Ist. Mus. Zool. Univ. Napoli* **13**(2): 1-128
- TAMANINI, L. (1981): Gli Eterotteri della Basilicata e della Calabria (Italia Meridionale) (Hemiptera Heteroptera). *Mem. Mus. Civ. Stor. Nat. Verona* **1**: 1-168.
- VÁSÁRHELYI, T. (1985): Keys to the fifth instar larvae of flat bugs of the Carpathian Basin (Heteroptera, Aradidae). *Folia Entomol. Hung.* **31**(49): 397-404.
- WAGNER, E. (1966): Wanzen oder Heteroptera I: Pentatomorpha. In: DAHL, M. & PEUS, F. (eds.): *Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresküste*: 1–235.
- WALENTOWSKI, H., GULDER, H.-J., KÖLLING, C., EWALD, J. & TÜRK, W. (2001): Die regionale natürliche Waldzusammensetzung Bayerns. – LWF-Bericht 32: 1-99.
- WALENTOWSKI, H., EWALD, J., FISCHER, A., KÖLLING, C. & TÜRK, W. (2006): *Handbuch der natürlichen Waldgesellschaften Bayerns. Ein auf geobotanischer Grundlage entwickelter Leitfaden für die Praxis in Forstwirtschaft und Naturschutz*. 2., überarb. Auflage, Geobotanica-Verlag, Freising: 441 S.
- WEBER, H. (1930): *Biologie der Hemipteren. Eine Naturgeschichte der Schnabelkerfe*. Biologische Studienbücher. Springer Verlag, Berlin: 543 pp.

submitted: 03.04.2007
 reviewed: 06.07.2007
 accepted: 18.07.2007

Adresses of authors:

Dr. Martin Goßner

Loricula – Agency for Canopy Research, Ecological Studies, Insect
Determination and Tree Climbing,
Schussenstr. 12, 88273 Fronreute,
e-mail: martin.gossner@loricula.de

Heinz Engel

Wiesenstr. 10, 96279 Weidhausen b. Coburg
e-mail: HeinzEngel@t-online.de

Markus Blaschke

Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF),
Am Hochanger 11, 85354 Freising,
e-mail: bls@lwf.uni-muenchen.de

Autochthone Weißtannenvorkommen in den Schluchten Fränkischer Keupergebiete. Diskussionsbeitrag zu deren genetischer Struktur, Artenausstattung, waldbaulicher Behandlung und Kartierung in Natura 2000

Autochthone beech forests in gorges of Franconian keuper. Genetic structure, species inventory, silvicultural development and mapping in Natura 2000

Martin FEULNER & Monika KONNERT

Abstract

*The landscape of the Franconian keuper is rich of gorges with a cool and wet microclimate. *Abies alba* is a regular component in the gorge forests, being associated with montane plant species. Vegetation relevés using the method of Braun-Blanquet show the floristic relationship with an *Abies alba*-rich *Galio-Fagetum* and the *Vaccinio-Abietetum*. Genetic analyses using Isoenzyme markers indicate the autochthony of *Abies alba*. The genetic structure in the two different study regions is discussed with respect to the clinal variation of silver fir in Bavaria.*

*The difficulty is discussed to include the investigated fir communities to protected plant communities in the sense the European Natura 2000 program, mainly because of their high proportion of spruce (*Picea abies*) in the canopy.*

Keywords: *Abies alba*, genetic structure, autochthony, Northern Bavaria, Natura 2000

Zusammenfassung

Im Fränkischen Keuper gibt es in 2 etwa 100 km voneinander entfernt gelegenen Gebieten, dem Spalter Hügelland und dem Obermain-Hügelland, reizvolle Bachschluchten, in denen man reiche Tannenvorkommen vorfindet, die im Falle der obermainischen Rhätschluchten viele montane Arten auf-

weisen, und im Falle der mittelfränkischen Bachklingen buchenwaldähnliche Mischwälder bilden. Die von WALENTOWSKI et al. (2004) beschriebene hohe Artendiversität und der damit verbundene Wert von Tannenwaldgesellschaften zeichnet auch die untersuchten Bestände aus.

Es werden die Ergebnisse von Isoenzymanalysen präsentiert, aufgrund derer die Tannenvorkommen als autochthon eingestuft werden können. Die genetische Struktur der Tannenpopulationen wird im Vergleich der beiden Gebiete dargestellt. Vegetationskundlich sind die Bestände schwer einzuordnen, da Arten aus den Nadelwäldern, den Buchenwäldern sowie den Erlen-Ulmen-Auwäldern miteinander vergesellschaftet sind. Als potentiell natürliche Vegetation ist ein tannenreiches *Galio-Fagetum* oder *Luzulo-Fagetum* (Spalt) bzw. ein *Vaccinio-Abietetum* (Obermain) anzunehmen.

Im Untersuchungsgebiet sind eine Reihe von Keuperschluchten als Natura 2000 Gebiete ausgewiesen. Es wird auf die Schwierigkeiten hingewiesen, die der aktuell hohe Fichtenreichtum für die Natura 2000-Lebensraumtypenkartierung der Bestände bedeutet, sowie für einen Schutz und Erhalt der Bestände plädiert.

Stichwörter: *Abies alba*, genetische Struktur, Autochthonie, Nordbayern, Natura 2000

1. Einleitung

Die Weißtanne (*Abies alba* L.) kommt in Bayern vor allem in den montanen Höhenstufen der Alpen und der höheren Mittelgebirge vor und ist bzw. war dort Hauptbaumart der Mischwälder. In den Hügelländern unterhalb einer Höhe von 500 m über NN kann die Tanne jedoch ebenfalls verschiedene Waldgesellschaften als Nebenbaumart begleiten oder sogar sehr lokal als Hauptbaumart auftreten.

Bei Tannenvorkommen in den Hügelländern, in denen von Natur aus die Buche dominiert (vgl. WALENTOWSKI et al. 2004), handelt es sich meist um Sonderstandorte. Insbesondere wechselfeuchte oder schattig-luftfeuchte Standorte werden von Tannen bevorzugt eingenommen (vgl. ELLENBERG 1996, WALENTOWSKI et al. 2004). Dies gilt auch für die Tannenvorkommen des Spalter Hügellandes in Mittelfranken und des nördlichen Obermainhügellandes westlich Bayreuth im Regierungs-Bezirk Oberfranken. Gemeinsam ist den beiden Gebieten das Vorkommen von tief in den Keuper eingeschnittenen Bachschluchten wie dem Schnittlinger Loch oder dem Teufelsgraben, die überregional reizvolle Ausflugsziele darstellen. Diese Schluchten sind Refugien für montane Pflanzenarten, und sie besitzen eine hohe Artendiversität. Bemerkenswert sind die ausgedehnten

Tannenvorkommen, die in dieser Dichte und floristischen Ausstattung außerhalb der Schluchten in diesen Naturräumen fehlen (vgl. KÖLLING & BORCHERT 2004, FEULNER 2003).

Für Mittelfranken haben genetische Untersuchungen gezeigt, dass in den untersuchten Schluchten autochthone Reliktvorkommen der Tanne auftreten, deren genetische Struktur teilweise stark durch Drifteffekte (zufällige Veränderung der genetischen Zusammensetzung) infolge eines starken Rückgangs des Populationsumfangs beeinflusst ist. Daneben gibt es auch Vorkommen, die mit Sicherheit nicht autochthon sind (KONNERT unveröffentlicht, KONNERT & HUSSENDÖRFER 2004).

Für das Obermaingebiet lagen bislang keine Untersuchungen zur genetischen Variation der Tanne vor. Deshalb wurden im Rahmen dieser Arbeit zwei typische „Schluchtpopulationen“ untersucht. Die Autochthonie der Tanne und das Ausmaß an genetischer Diversität der Tannenpopulationen ist nicht nur bedeutsam für die waldbauliche Behandlung sowie für naturschutzfachliche Aspekte, sondern auch ganz besonders aktuell bezüglich der Natura 2000-Lebensraumtypenkartierung, die gegenwärtig im Gange ist. Aufgrund der geologischen Gemeinsamkeiten werden die Tannenbestände beider fränkischer Keupergebiete exemplarisch als Vertreter im Hügelland in einer Zusammenschau behandelt.

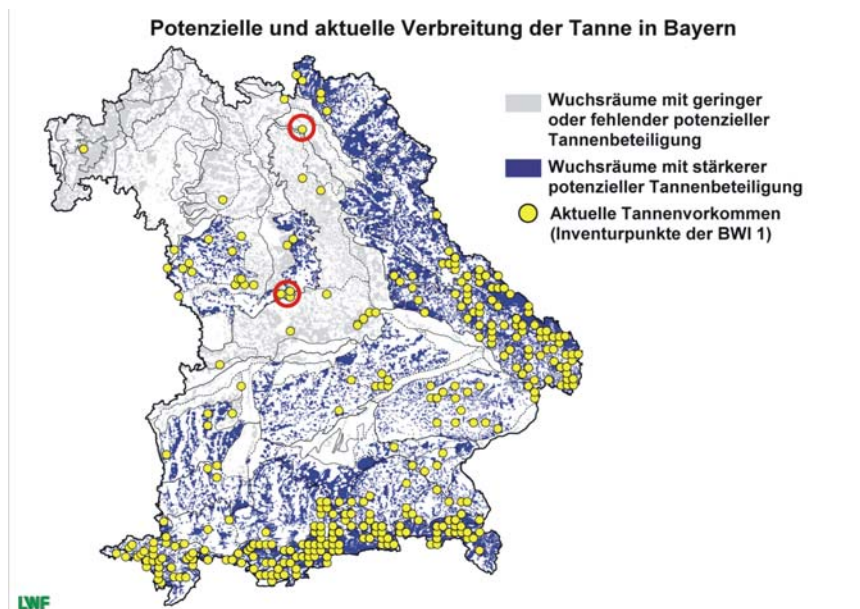


Abb. 1: Lage der Untersuchungsgebiete (rot umrandet) und Verbreitung der Weißtanne in Bayern nach der Bundeswaldinventur I 1986-1990 (aus KÖLLING et al. 2004).

2. Methode

2.1 Vegetationserfassung

Um die Vegetation der Schluchten zu erfassen, wurden Vegetationsaufnahmen nach BRAUN-BLANQUET (1964) angefertigt. Die Aufnahme­flächen wurden nach Homogenität des Vegetationsaufbaues ausgewählt. Die Aufnahme­fläche betrug 225 m². Es wurde zur Deckung die erweiterte Braun-Blanquet-Skala verwendet ($r = 1$ Individuum; $+$ = <1% Deckung, 2 - 5 Individuen; 1 = <5 % Deckung, <50 Individuen; $M = 2m =$ <5 % Deckung, >50 Individuen; $A = 2a = 5 - 12,5$ % Deckung; $B = 2b = 12,6 - 25$ % Deckung; 3 = 26 - 50 % Deckung; 4 = 50 - 75 % Deckung; 5 = 75 - 100 % Deckung; Tab. 1; vgl. DIERSCHKE 1994). Gehölze wurden in Schichten aufgenommen ($B1 = 12-15$ m; $B2 = 8-12$ m; $S = 80$ cm-7 m; $K = <80$ cm). Die Arten sind nach OBERDORFER (1992) benannt. Die pflanzensoziologische Zuordnung erfolgt ebenfalls nach OBERDORFER (1992).

2.2 Genetische Untersuchungen

Zur Klärung der Autochthoniefrage der Tanne in den Rhätschluchten des Obermain-Hügellandes wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit die Tannenvorkommen in den ca. 300 m voneinander entfernt liegenden Schluchten „Teufelsloch“ und „Aftergraben“ auf ihre genetische Struktur hin untersucht. Mittels Isoenzymanalysen wurden die genetischen Strukturen an 16 Enzym-Genorten für jeweils 50 Individuen (Naturverjüngung) bestimmt und daraus die genetische Diversität der Populationen berechnet. Gleichzeitig wurde der beobachtete Heterozygotiegrad (Anteil heterozygoter oder gemischterbigiger Individuen unter den untersuchten) bestimmt und der F-Wert berechnet. Letzterer gibt an, ob und wie der beobachtete Anteil heterozygoter Individuen von dem unter natürlichen Gleichgewichtsbedingungen erwarteten abweicht. F ist gleich Null, wenn beobachteter und erwarteter Heterozygotiegrad gleich sind. Bei positiven F-Werten ist in der Population ein Defizit an heterozygoten Individuen bzw. ein Überschuss an Homozygoten. Bei negativen F-Werten sind in der Population mehr Heterozygote als unter Gleichgewichtsbedingungen erwartet (z.B. HATTEMER et al. 1993).

2.3 Die Untersuchungsgebiete (UG)

Das Spalter Hügelland ist etwa 30 km südöstlich von Nürnberg gelegen und bildet einen an Schluchten reichen Naturraum um die Ortschaft Spalt (TK 25 6831) (Abb. 1 und 2). Hierzu gehören die Massendorfer Schlucht, das Zigeunerloch sowie das Schnittlinger Loch. Alle liegen in einer Meereshöhe zwischen und 400 m und 420 m. Geologisch dominiert hier der obere Burg-

sandstein, in den zahlreiche Bäche eine Reihe von tief eingeschnittenen Schluchten gegraben haben, deren Grund von wasserstauenden Schichten des Feuerletten gebildet werden.

Hiervon etwa 100 km im Nordosten gelegen gibt es auch im Obermain-Hügelland an der Grenze zur Frankenalb Schluchten zwischen 380 m und 410 m über NN (TK 25 6034; etwa 15 km westlich von Bayreuth) (Abb. 1 und Abb. 3). In Entsprechung zum Spalter Hügelland bildet der Feuerletten die Sohle der Schluchten, die Flanken werden von Rhätsandstein aufgebaut.

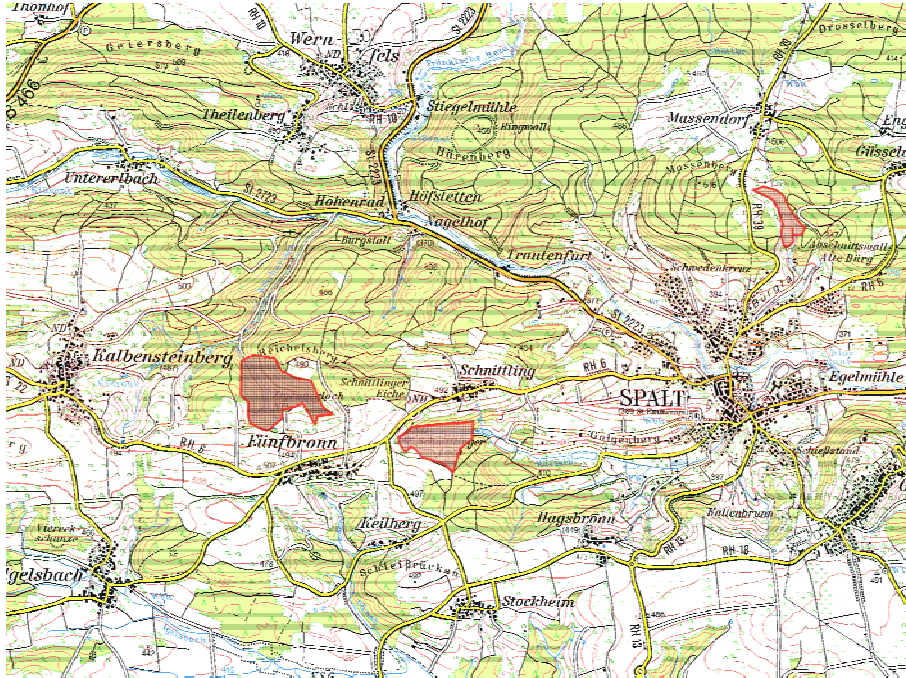


Abb. 2: Spalter Hügelland, TK 25, Blatt 6831: Massendorfer Schlucht, Schnittlinger Loch und Zigeunerloch.

Wiedergabe der Kartengrundlage mit freundlicher Genehmigung des Bayerischen Landesamtes für Vermessung und Geoinformation; ©TK 25 Blatt 6831; Landesamt für Vermessung und Geoinformation; 2007.

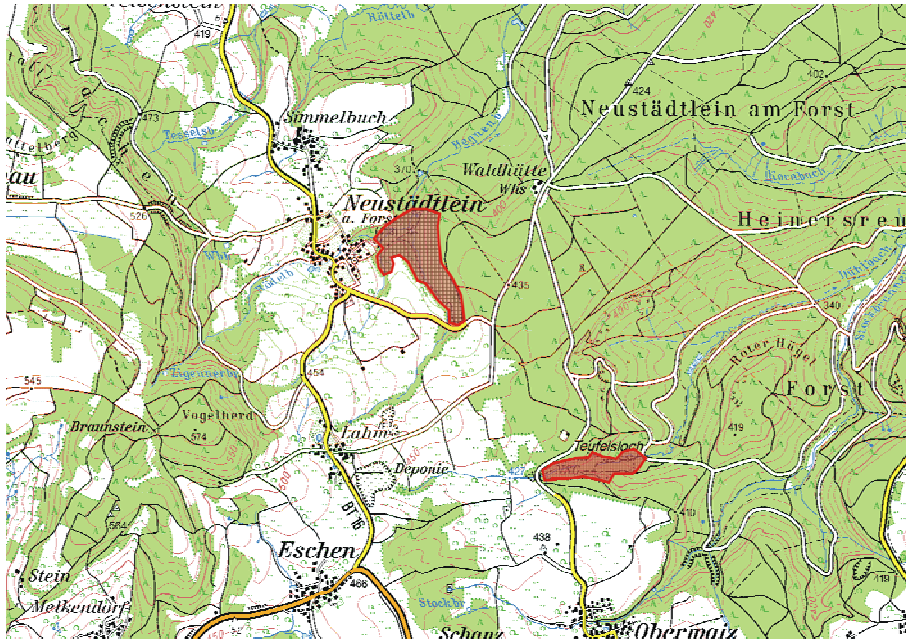


Abb. 3: Obermain-Hügelland, TK 25, Blatt 6034/3,4: Rhätschluchten Aftergraben und Teufelsloch.

Wiedergabe der Kartengrundlage mit freundlicher Genehmigung des Bayerischen Landesamtes für Vermessung und Geoinformation; ©TK 25 Blatt 6034; Landesamt für Vermessung und Geoinformation; 2007.

2.4 Standort

Im Keuper bilden wasserstauende Schichten des Feuerletten sowie tonige Zwischenschichten des Burg- bzw. Rhätsandsteins wechselfeuchte Standorte aus, welche die Vitalität der Buche reduzieren, für die Tanne aber vorteilhaft sind. Zudem herrscht in engen Schluchten ein kühleres und feuchteres Klima. Es kommt häufiger zu Kaltluftabflüssen oder zur Ausbildung von Kaltluftseen, der Schnee bleibt länger liegen (vgl. FEULNER 2004). Das abweichende Mikroklima belegen auch eine Reihe von Pflanzenarten, die sonst eher montan vorkommen, z.B. in den höheren Lagen des Fichtelgebirges.

2.5 Flora der Rhätsandsteinschluchten

Schon im 19. Jahrhundert waren die Schluchten des Obermainhügellandes, die reich an seltenen Moosen sind, Gegenstand für die Kryptogamen-

forschung von WALTHER & MOLENDO (1886). Durch HERTEL (1974) konnten allein im Aftergraben 77 Moosarten nachgewiesen werden. Unter dieser außerordentlichen Artenfülle sind sehr viele montane sowie Rote Listen-Arten (*Amphidium mougeotii*, *Hylocomium brevirostre*, *Schistidium rivulare*). VOLLRATH (1955/57) weist in seiner Flora des Fichtelgebirges und angrenzender Gebiete für die Rhätschluchten viele montane Arten aus, so *Alnus incana*, *Blechnum spicant*, *Circaea alpina*, *Huperzia selago*, *Prenanthes purpurea* und als „bemerkenswertes Sondergut, den Schluchten am westlichen Jurarand fehlend“, *Aruncus dioicus*, *Lonicera nigra* und *Ribes alpinum*. Des Weiteren kommen als bemerkenswerte Arten die Alpen-Heckenrose (*Rosa pendulina*), Prothallien des Hautfarns *Trichomanes speciosum* im Teufelsloch und Aftergraben (vgl. HORN & ELSNER 1998, FEULNER unver.), sowie die Tannenmistel (*Viscum abietis*) vor.

Im Spalter Hügelland fehlen montane Arten, die Schluchten sind sehr farnreich. Früher war die Tanne in Mittelfranken weitaus häufiger (HORNDASCH 1993). Vor allem die starke Nutzung als Bauholz, aber auch waldbauliche Eingriffe und die hohe Wilddichte führten zu dem starken Tannenrückgang (z.B. WALDHERR 1996).

3. Ergebnisse

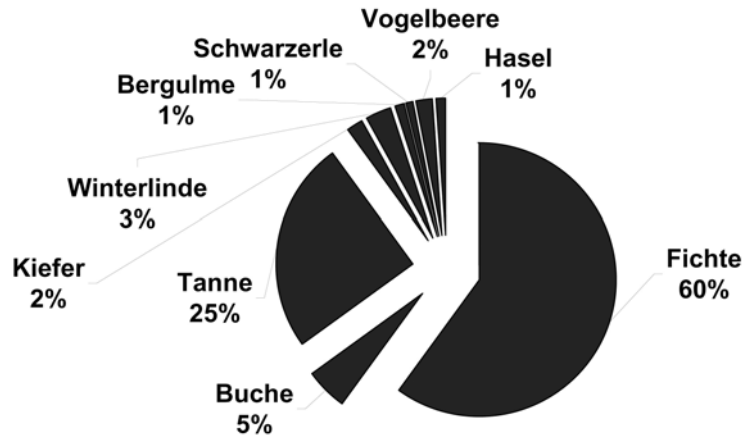
3.1 Aktuelle und potenziell natürliche Vegetation

Aufgrund der besonderen edaphischen sowie klimatischen Gegebenheiten sind in den Schluchten eigenartige Waldgesellschaften mit Beteiligung der Tanne ausgebildet.

Als potentiell natürliche Vegetation kann man für die Schluchten ein montan geprägtes tannenreiches *Galio-Fagetum* (Spalt) oder ein *Vaccinio-Abietetum* (Obermain) annehmen. Trotz der Vorkommen einiger Edellaubbäume handelt es sich potenziell-natürlich nicht um Schluchtwaldgesellschaften (*Tilio-Acerion*).

Aktuell wird die Baumschicht von der Fichte dominiert, gefolgt von Tanne, Buche, Erle, Esche, Winterlinde und Bergulme (vgl. Tab. 1; Abb. 3, 4). An dieser Baumartenverteilung wird eine floristische Mischsituation deutlich, indem sich Laub- und Nadelwaldarten mit Arten feuchter Bachauen treffen. Auffällig ist das fast völlige Fehlen von Bergahorn, der nicht von Natur aus zur Ausstattung der Baumschicht gehört.

Baumartenverteilung im Hauptbestand des Galio-Fagetum



Baumartenverteilung im Hauptbestand des Vaccinio-Abietetum

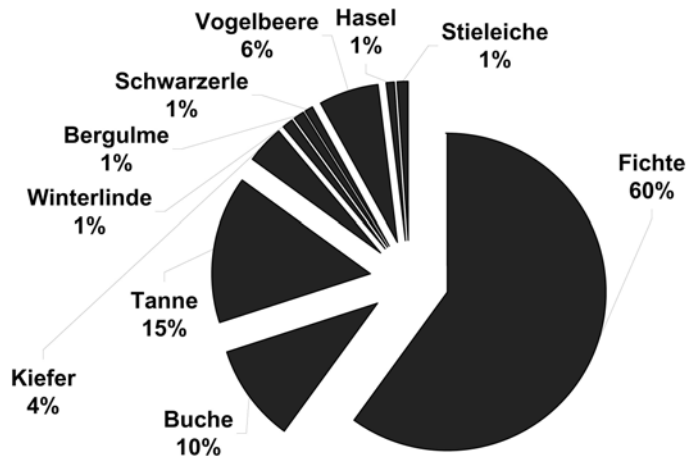
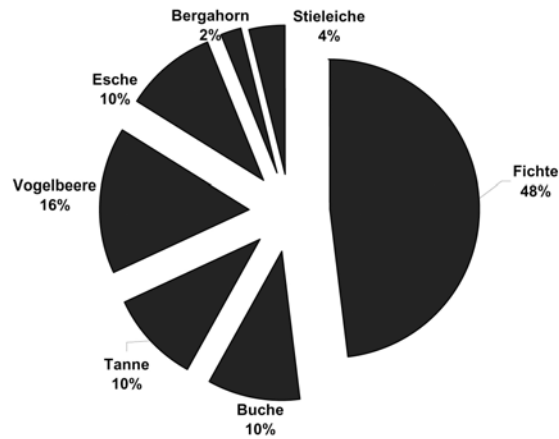


Abb. 3: Baumartenverteilung im Waldmeister-Buchenwald und Preiselbeer-Tannenwald in 5 Tannenbeständen (Massendorfer Schlucht, Schnittlinger Loch, Aftergraben, Teufelsloch) im Spalter- und Obermain-Hügelland

**Baumartenverteilung in der Vorausverjüngung
(60% der Fläche) im Galio-Fagetum**



Baumartenverteilung in der Verjüngung (90% der Fläche) im Vaccinio-Abietetum

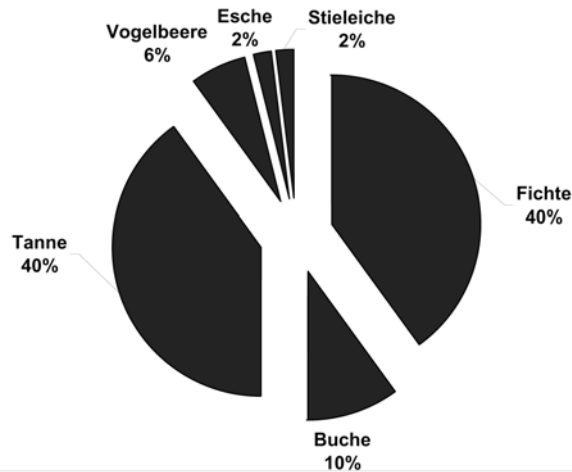


Abb. 4: Prozentuale Baumartenverteilung in der Verjüngung des Waldmeister-Buchenwald (G a l i o - F a g e t u m) und Preiselbeer-Tannenwald (V a c c i n i o - A b i e t e t u m) in 5 Tannenbeständen (Massendorfer Schlucht, Schnittlinger Loch, Aftergraben, Teufelsloch) im Spalter- und Obermain-Hügelland.

Entsprechendes gilt für die Krautschicht. Neben typischen Buchenwaldarten wie Waldmeister (*Galium odoratum*), Nickendes Perlgras (*Melica nutans*), Waldschwingel (*Festuca altissima*) sind Nadelwaldarten wie *Vaccinium myrtillus*, *Lycopodium annotinum*, *Bazzania trilobata*, *Pleurozium schreberi* sowie Arten des A l n o - U l m i o n-Verbandes vertreten.

Die floristische Misch- und Übergangssituation macht die pflanzensoziologische Einordnung der Bestände nicht einfach und man wird der Mannigfaltigkeit und der Zwischenstellung der Gesellschaften nicht immer gerecht. Trotzdem ist die formale Einordnung für naturschutzfachliche Fragen wichtig, insbesondere für die Einstufung im Sinne von Natura 2000-Gebieten.

Die Waldbestände des Spalter Hügellandes können trotz der forstlich bedingten Fichtendominanz pflanzensoziologisch als farnreiches Galio-Fagetum angesprochen werden (Tab. 1/Aufnahmen 1-3). Auch in den Obermain-Schluchten kann stellenweise ein montanes Galio-Fagetum (= „Festuco altissimae-Fagetum“) angetroffen werden, wie es etwa auch im nahegelegenen Frankenwald vorkommt (vgl. OBERDORFER 1992; Tab.1/4, 5). Durch Arten wie die Schwarze Heckenkirsche (*Lonicera nigra*) oder *Rosa pendulina* sind darüber hinaus Anklänge an die montanen Abieteten vorhanden.

Nadelwaldgesellschaften (*Vaccinio-Piceetea*) können in den Rhätsandsteinschluchten des Obermainhügellandes ausgeschieden werden. Im Naturschutzgebiet Teufelsloch kommt der Beerstrauch-Tannen-Fichtenwald (*Vaccinio-Abietetum*) vor (Tab. 1/6-10). Hier fallen die Buchenwaldarten aus, typische Nadelwaldarten wie *Lycopodium annotinum* und *Vaccinium myrtillus* bilden die Bodenvegetation der fichtenreichen Bestände.

3.2 Autochthonie (Ursprünglichkeit) und genetische Variation der Tannenvorkommen im Obermaingebiet

Um die Autochthonie und die genetische Variation der Tannenvorkommen im Obermainhügelland zu klären (die Tannenvorkommen aus Mittelfranken sind bereits bearbeitet, KONNERT unpubl.), wurden 16 Enzymgenorte untersucht. Fünf Enzymgenorte (GOT-A, 6-PGDH-B, PGI-A, PGI-B und PGM-B) zeigten keine Variation. Die Verteilung der Genvarianten in den Populationen (Allelstrukturen) für die 11 variablen Genorte sind in Tabelle A eingetragen. Nur am Genort LAP-A sind die genetischen Strukturen der beiden Vorkommen statistisch signifikant (95 % Niveau) unterschiedlich.

Für die Allele LAP-A3, LAP-A5, GOT-C3, IDH-B3 und IDH-B4 werden auch Vergleichswerte aus anderen Regionen Bayerns angegeben. Diese Allele zeigen klinale Variationen und sind für die Klärung der Autochthoniefrage wichtig. Der Allelverteilung nach sind die Obermainischen Vorkommen zwi-

schen den Vorkommen in Nordostbayern (Frankenwald-Fichtelgebirge) und den Vorkommen aus Mittelfranken einzuordnen.

Tab. 1: Allelhäufigkeiten (in Prozent) für die Tannenvorkommen "Aftergraben" und "Teufelsloch". Zum Vergleich sind für einige Allele die mittleren Werte aus drei Regionen Bayerns angegeben (KONNERT 1996, ASP Teisendorf; interne Gutachten unveröffentlicht).

Genort	Allel	Aftergraben	Teufelsloch	Nordostbayern (Mittel)	Mittelfranken (Mittel)	Alpen (Mittel)
FEST-B	B1	74,5	72,6			
	B2	25,6	27,4			
LAP-A	A3	81,3	97,0	5,0	80,0	35,0
	A5	18,7	3,0	95,0	20,0	65,0
LAP-B	B1	20,0	13,0			
	B2	37,0	35,0			
	B3	28,0	31,0			
	B4	15,0	21,0			
GOT-B	B2	98,0	98,0			
	B3	2,0	2,0			
GOT-C	C1	5,9	85,0			
	C2	85,3	12,0			
	C3	8,8	3,0	9,0	20,0	25,0
MNR-B	B2	2,0	3,0			
	B3	98,0	97,0			
IDH-A	A1	8,0	11,0			
	A3	75,0	74,0			
	A4	17,0	15,0			
IDH-B	B3	20,2	16,7	10,0	20,0	50,0
	B4	79,8	83,3	90,0	80,0	50,0
6PGDH-A	A2	46,0	36,0			
	A3	54,0	64,0			
PGM-A	A2	97,0	99,0			
	A3	3,0	1,0			
MDH-A	A1	98,0	95,0			
	A2	2,0	5,0			

Das Vorkommen „Aftergraben“ hat eine ca. 1,5 mal höhere Diversität als das Vorkommen „Teufelsloch“ (vgl. Tab. B). Auch der Anteil heterozygoter Individuen ist bei diesem Vorkommen mit 16 % etwas höher. Beide Vorkommen weisen einen Überschuss an Homozygoten auf. Dieser ist ebenfalls etwas höher im Vorkommen Teufelsloch.

Die genetische Diversität beider Tannenvorkommen ist etwas geringer als die der übrigen Vorkommen aus dem Spalter Hügelland und aus Mittelfranken allgemein. Sie ist aber etwas höher als die der geographisch sehr nahen Vorkommen im Frankenwald und Fichtelgebirge. Unter den bayerischen Tannenvorkommen haben letztere die geringste Diversität (KONNERT & HUSSENDÖRFER 2004). Der genetische Abstand zwischen den beiden Vorkommen beträgt 3 % und ist als gering einzustufen.

Tab. 2: Genetische Diversität, Heterozygotie und F-Werte in den beiden Tannenvorkommen. Zum Vergleich sind auch mittlere Werte aus drei anderen Regionen Bayerns eingetragen.

Untersuchtes Vorkommen	Region (mittlerer Wert)	Diversität v_{gam}	Heterozygotiegrad beobachtet (%)	F-Index
Aftergraben		70,0	16,3	10,3
Teufelsloch		47,0	13,2	13,1
	Nordostbayern	35,0	13,0	
	Mittelfranken	85,0	15,0	
	Alpen	120,0	24,0	

4. Diskussion

Aufgrund ihrer Unzugänglichkeit sind die engen Schluchten im Spalter Hügelland und Obermainland für eine reguläre Forstwirtschaft wenig geeignet und beherbergen eine totholzreiche Artengemeinschaft, in der auch die Tanne vorkommt. Für diese Baumart gibt es inzwischen detaillierte Kenntnisse zur genetischen Variation im gesamten Verbreitungsgebiet (siehe z.B. BERGMANN 1990, BREITENBACH-DORFER et al. 1992, KONNERT 1992, Giannini et al. 1994, HUSSENDÖRFER 1997, FADY et al. 1999, LONGAUER et al. 2003, GÖMÖRY et al. 2004), die bei der Klärung der Autochthoniefrage herangezogen werden können. Diese Untersuchungen zeigen einige genetische Besonderheiten der Weißtanne, wie arealspezifische Genvarianten und klinale Veränderungen der Häufigkeiten bestimmter Genvarianten und damit der genetischen Diversität mit der geographischen Länge und/oder Breite (z.B. BREITENBACH-DORFER et al. 1992, KONNERT & BERGMANN 1995, HUSSENDÖRFER & KONNERT 2004). Als ursächlich dafür werden die Rückwanderungsgeschichte nach der letzten Eiszeit (die Tanne überlebte nur in

einigen inselartigen Refugien in Südeuropa und ist von dort auf mehreren Wegen nach Mitteleuropa zurückgewandert (z.B. KONNERT & BERGMANN 1995, LIEPELT et al. 2006), die waldbauliche Behandlung und die Anpassung an lokale Umweltbedingungen (z.B. KONNERT et al. 2003) gesehen.

In Bayern wurden bislang mehr als 50 Tannenpopulationen auf ihre genetische Variation hin untersucht (KONNERT 1993, 1996, 2003). Zu diesen gehören Bestände aus den Alpen und Ostbayerischen Mittelgebirgen, aber auch Vorkommen aus Regionen, in denen die Tanne nur selten zu finden ist, wie Mittelfranken oder das Tertiäre Hügelland.

Vier Tannen-Populationen aus dem Spalter Hügelland, allerdings nicht aus Schluchtlagen, wurden bislang am Bayerischen Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht in Teisendorf untersucht (KONNERT unveröffentlicht). Bei diesen fanden sich nur Genvarianten, die nach bisherigem Kenntnisstand für die Tanne in diesem Gebiet erwartet werden. Auch war die genetische Differenzierung zwischen den vier Vorkommen vergleichsweise gering. Deshalb wurde angenommen, dass diese Vorkommen mit großer Wahrscheinlichkeit autochthon, d.h. ursprünglich, sind. Die genetische Diversität war bei zwei Vorkommen relativ hoch, bei den anderen beiden aber so gering, dass von genetischer Einengung gesprochen werden muss. Dafür werden vor allem Drifteffekte, d.h. zufallsverteilte Verluste an genetischer Variation infolge starken Rückgangs des Populationsumfanges, verantwortlich gemacht.

Auch im Obermain-Hügelland fanden sich nur Genvarianten, die aufgrund der Vorkenntnisse zur genetischen Variation der Tanne im gesamten Verbreitungsgebiet für diesen Bereich erwartet werden. Die Häufigkeiten der einzelnen Genvarianten passen in das allgemeine Bild über die genetische Variation der Tanne in dieser Region. Diese Feststellungen bekräftigen die Annahme der Autochthonie für diese Vorkommen.

Der leichte Homozygotenüberschuss bei beiden Vorkommen ist ein Hinweis auf die Anpassung der Tanne an die spezifischen Umweltbedingungen dieser Schluchten. Hier haben die „Spezialisten“ für kältere, wechselfeuchte Standorte wahrscheinlich einen Selektionsvorteil. Dass unter spezifischen Bedingungen die homozygoten, d.h. reinerbigen Individuen einen Selektionsvorteil haben können, zeigten auch die Untersuchungen von Tannen in mehreren Plenterwäldern (HUSSENDÖRFER & KONNERT 2000).

4.1 Waldbauliche Behandlung der Schluchten in Franken; Schutzwürdigkeit der Schluchten; Tannenwälder in Natura 2000

Es wäre wünschenswert, wenn in den tannenreichen Keuperschluften künftig kaum mehr forstliche Nutzung stattfinden würde. Diese ist ohnehin sehr kostenintensiv. Da Naturschutzaspekte dagegen sprechen, sollten waldbauliche Eingriffe in den Schluchten unterbleiben.

Wie im Untersuchungsgebiet vielfach beobachtet wurde, versucht die forstliche Planung wohl in Anlehnung an einen Schluchtwald, auf den Feuerlettenböden einen Bergahornhauptbestand zu etablieren. Diese Baumart als Hauptbestand anzubauen sollte allerdings unterlassen werden, da diese ebenfalls die nährstoffreicheren Böden einnehmen kann, die der Tanne angesichts ihrer Seltenheit und Autochthonie vorbehalten sein sollte. Zudem fehlt der Bergahorn in Vegetationsaufnahmen von Tannengesellschaften im Fränkischen Keuper und somit ist seine natürliche Zugehörigkeit zu diesen Gesellschaften bisher zumindest zweifelhaft. Die wenigen nährstoffreicheren Schichten auf Feuerletten werden in diesem Naturraum wohl von Tanne und eventuell Bergulme eingenommen.

Es sollten in jedem Fall großflächige Auflichtungen vermieden werden, da die Weißtanne als Schattbaumart hier gegenüber den Fichtenkeimlingen benachteiligt werden würde, deren Samen im Waldboden mehr als vorrätig sind (vgl. SCHWITTER & HERRMANN 2006).

Etliche der Schluchten des Fränkischen Keuper sind Natura 2000-Gebiete, wie die hier behandelten Rhätschluchten. Natura 2000 bietet insbesondere für die Sicherung von seltenen Waldgesellschaften eine Chance. Die Tannenbestände der Hügelländer sind in ihrem Naturschutzwert unumstritten. Die Gesellschaften, die dem Galio-Fagetum zuzuordnen sind (Lebensraumtyp LRT 9130), stellen im Rahmen der FFH-Lebensraumtypenkartierung den Bearbeiter jedoch vor Schwierigkeiten, die durch den hohen anthropogen verursachten Fichtenanteil bedingt sind.

Im Hügelland darf der Nadelholzanteil nach der Kartieranleitung für die Lebensraumtypen nach Anhang I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie in Bayern (vgl. LANG 2003) nicht mehr als 30 % betragen. Dieser Anteil wird in den behandelten Gebieten überall überschritten. Tannenvorkommen in nadelholzreichen Mischwäldern im Hügelland besitzen eine große Bedeutung als Refugium für Eiszeitreliktarten und sind häufig völlig isoliert auf Sonderstandorten zu finden. Leider werden sie durch diese Regelung abgewertet, weil sie für den LRT 9130 und LRT 9410 nicht in Betracht gezogen werden. Trotzdem sollten diese wertvollen Waldflächen als FFH-Lebensraumtyp kartiert werden können. Deshalb wäre eine Anpassung der Kartieranleitung

hier dringend angebracht, bevor (wie leider in letzter Zeit öfters zu konstatieren) forstwirtschaftlich großflächig in die Bestände eingegriffen wird.

4.2 Ausblick

Tannenreiche Wälder in den süddeutschen Hügelländern sind besondere Lebensräume, deren Erhalt sehr wichtig ist. Aus naturschutzfachlicher Sicht sollten Wälder mit Beteiligung der Tanne aufgrund ihrer floristischen Eigenarten und ihrer Bedeutung als Diasporenreservoir autochthoner Sippen vorrangig erhalten werden. Dabei ist es wichtig, solche Bestände auch für die Samengewinnung von Tanne zu sichern. Hier gibt es gegenwärtig schon Bemühungen im Spalter Hügelland (vgl. GRZIWA 2005).

Auch im Schwäbisch-Fränkischen Wald um Schwäbisch Hall finden sich Tannenbestände, die als autochthon gelten und ebenfalls besondere Waldgesellschaften darstellen (vgl. OBERDORFER 1992). Sie stehen dort in den steilen Schluchten des Schichtstufenlandes, den sogenannten „Klingen“ mit Tonsteinen als anstehendem Gestein. Viele dieser Hügelland-Tannenwälder sind noch wenig erforscht. Beispielsweise wurde erst kürzlich die Wanzenart *Actinonotus pulcher* in Mittelschwaben wieder entdeckt (MÜLLER & GOßNER 2004), die schwerpunktmäßig auf Tannen und Eichen vorkommt.

Hinsichtlich der waldbaulichen Behandlung von Tannenbeständen des Fränkischen Keuper gibt es sicherlich noch keinen Königsweg. Hier gute Lösungen zu finden und entsprechende Konzepte zu entwickeln wäre eine wichtige und bestimmt auch lohnenswerte Aufgabe für Fachleute in Waldbau und Naturschutz. Für das Spalter Hügelland wäre als Zielzustand ein tannenreiches *Galio-Fagetum* anzustreben. Für die Schluchten im Obermaingebiet sollten nadelholzdominierte Tannen-Fichten-Bestände mit nur geringer Laubholzbeimischung einen Erhalt der montanen Lokalfloora gewährleisten helfen.

Dank

Für wertvolle Hinweise zum Vorkommen der Tanne sei Herrn Herbert KOLB (Forstamt Gunzenhausen) gedankt. Für Hinweise zum Manuskript danken wir Herrn Prof. Dr. Albert REIF (Freiburg).

Literatur

- BERGMANN, F., GREGORIUS, H.-R., LARSEN, J.B. (1990): Levels of genetic variation in European silver fir (*Abies alba*). Are they related to the species decline? *Genetica* **82**: 1-10.
- BREITENBACH-DORFER, M., PINSKER, W., HACKER, R., MÜLLER, F. (1992): Clone identification and clinal allozyme variation in populations of *Abies alba* (MILL.) from the Eastern Alps (Austria). *Pl. Syst. Evol.* **181**:109-120.
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. Ulmer, Stuttgart: 683 S.
- GIANNINI, R., PARDUCCI, L., ROSSI, P., VILLANI, F. (1994): Genetic structure and mating system of silver fir in the Campolino reserve (North Apennines, Italy). *J. Genet. & Breed.* **48**: 335-338.
- ELLENBERG, H. (1996): Die Vegetation Mitteleuropas den Alpen. 5 Aufl., Ulmer, Stuttgart: 1095 S.
- FADY, B., FOREST I., HOCHU, I., RIBIOLLET, A., DE BEAULIEU, J.L., PASTUZSKA, P. (1999): Genetic differentiation in *Abies alba* populations from south-eastern France. *Forest Genetics* **6**: 129-138.
- FEULNER, M. (2004): Managementplan für das FFH-Gebiet Rhätschluchten westlich Bayreuth, FFH-Gebietsnr. 6034-301. Unveröffl. Manuskript ehem. Forstdirektion Oberfranken.
- GÖMÖRY, D., LONGAUER, R., LIEPELT, S., BALLIAN, D., BRUS, R., KRAIGHER, H., PARPAN, V.I., PARPAN, T.V., PAULE, L., STUPAR, V.I., ZIEGENHAGEN, B. (2004): Variation patterns of mitochondrial DNA of *Abies alba* in suture zones of postglacial migration in Europe. *Acta Soc. Bot. Pol.* **73**: 203-206.
- GRZIWA, F. (2005): Untersuchungen von Weißtannenvorkommen im Spalter Hügelland zur Auswahl von Saatguterntebeständen. Diplomarbeit Fachhochschule Weihenstephan: 114 S.
- Hatterer, H. H., Bergmann, F., Ziehe, M. (1993): Einführung in die Genetik für Studierende der Forstwissenschaft. J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a.M. 492 S.
- KÖLLING, C., EWALD J., WALENTOWSKI, H. (2004): Lernen von der Natur: Die Tanne in den natürlichen Waldgesellschaften Bayerns. *LWF Wissen* **45**: S. 24-29.
- LANG, A., WALENTOWSKI, H., LORENZ, W. (2003): Kartieranleitung für die Lebensraumtypen nach Anhang I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie in Bayern. Augsburg (Landesamt für Umweltschutz) und Freising (Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft), 209 S. + Anh.
- LWF (2003): Arbeitsanweisung zur Fertigung von Managementplänen für FFH-Gebiete (Stand 12/03) - Freising, 33 S. +Anl.
- MÜLLER, J., GOßNER, M. (2004): Tierökologische Bedeutung der Weißtanne. *LWF Wissen* **45**: 74-77.
- MÜLLER-KROEHLING, S. (2002): Artenhandbuch der für den Wald relevanten Tier- und Pflanzenarten des Anhangs II der FFH-Richtlinie und des Anhangs I der Vogelschutz-Richtlinie. Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Freising, 116 S. + Anh.
- HERTEL, E. (1974): Epilithische Moose und Moosgesellschaften im nordöstlichen Bayern. *Beih. Ber. Naturwiss.Ges.Bayreuth* **1**: S.156-161.
- HORN, K., ELSNER, O. (1997): Neufunde von Gametophyten des Hautfarns *Trichomanes speciosum* in Unter- und Oberfranken. *Ber. Naturf. Ges. Bamberg* **71**: 53-68.
- Horndasch, M. (1993): Die Weißtanne und ihr tragisches Schicksal im Wandel der Zeiten. Kessler Verlagsdruckerei, Bobingen: 334 S.
- HUSSENDÖRFER, E. (1997): Untersuchungen über die genetische Variation der Weisstanne (*Abies alba* MILL.) unter dem Aspekt der *in situ* Erhaltung genetischer Ressourcen in der Schweiz. Beiheft zur Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen **83**: 151 S.
- HUSSENDÖRFER, E., KONNERT, M. (2000): Untersuchungen zur genetischen Variation der Weißtanne (*Abies alba* Mill.) in Plenterwäldern im Vergleich zu Altersklassenwäldern. *Forstwiss. Cbl.* **119**: 208-225.
- KONNERT, M. (1992): Genetische Untersuchungen in geschädigten Weißtannenbeständen (*Abies alba* MILL.) Südwestdeutschlands. *Mitt. FVA Baden-Württemberg* **167**:119 S.
- KONNERT, M. (1993): Untersuchungen über die genetische Variation der Weißtanne (*Abies alba* MILL.) in Bayern. *Allg. Forst- u. Jagdztg.* **164**:162-169.
- KONNERT, M. (1996): Genetische Variation der Weißtanne (*Abies alba* MILL.) in Bayern. *Mitteilungen der Landesanstalt f. Wald u. Forstwirtschaft Thüringen* **11**: 71-81.

- KONNERT, M. (2003): Untersuchungen zur genetischen Variation der Tannenvorkommen im Tertiären Hügelland. Unveröffentlichter Ergebnisbericht (unveröffentlicht des ASP Teisendorf).
- KONNERT, M., HUSSENDÖRFER, E. (2004): Genetische Variation der Weißtanne in Bayern. LWF-Wissen **45**: 30-32.
- KONNERT, M. & F. BERGMANN (1995): The geographical distribution of genetic variation of silver fir (*Abies alba*, Pinaceae) in relation to its migration history. *Plant Systematics and Evolution* **196**: 19 – 30.
- KONNERT, M., HUSSENDÖRFER, E., MÜLLER-STARCK, G. (2003): Genetische Variation und Differenzierung bei Weißtanne und Lärche. *AFZ/Der Wald* **17**: 864-866.
- KÖLLING, C., BORCHERT, H. (2004): Gibt es eine Trockentanne im fränkischen Keuper? LWF-Aktuell **46**: 22-23.
- KÖLLING C., EWALD J., WALENTOWSKI, H. (2004): Lernen von der Natur: Die Tanne in den natürlichen Waldgesellschaften Bayerns. LWF-Wissen **45**: S. 24-29.
- LIEPELT, S., CHEDADDI, R., DE BEAULIEU, J.-L., FADY, B., GÖMÖRY, D., HUSSENDÖRFER, E., KONNERT, M., LITT, TH., LONGAUER, R., TERHÜRNE-BERSON, R., ZIEGENHAGEN, B. (2006): Biogeography and evolutionary history of *Abies alba* Mill. - a synthesis based on paleobotany and genetics - *Journal of Quaternary sciences* (eingereicht).
- OBENDORFER, E. (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften Bd. 4: Wälder und Gebüsche, 2. Aufl.: 282 S. (Textband) + 580 S. (Tabellenband), Ulmer, Stuttgart.
- SCHÖNFELDER, P., BRESINSKY, A. (1990): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Bayerns. Ulmer, Stuttgart: 765 S.
- SCHWITTER, R., HERRMANN, B. (2006): Faktenblatt Weisstanne: <http://www.gebirgswald.ch/bilder/Pu-Ta3>. PDF - download vom 15.5.2006.
- VOLLRATH, H. (1955/57): Die Pflanzenwelt des Fichtelgebirges und benachbarter Landschaften in geobotanischer Schau - *Ber. Naturwiss. Ges. Bayreuth* **IX**: 56-213.
- WALENTOWSKI, H., GULDER, H. J., KÖLLING, C., EWALD, J., TÜRK, W. (2002): Natürliche Waldzusammensetzung Bayerns auf vegetations- und standortkundlicher Grundlage als Maßstab für das Leistungspotential der Natur. Neubearbeitung von FOERST & KREUTZER (1978). *Ber. LWF* **32**: 100 S.
- WALDHERR, M. (1996): Weißtannen-Verjüngungs- und Pflegeverfahren im Bayerischen Wald. *Mitteilungen der Landesanstalt f. Wald u. Forstwirtschaft Thüringen* **11**: 121-135.
- WALTHER, A., MOLENDO, L. (1868): Die Laubmoose Oberfrankens. Beiträge zur Pflanzengeographie und Systematik und zur Theorie vom Ursprunge der Arten. Leipzig.
- WALENTOWSKI, H., FISCHER, M., SEITZ, R. (2004): Fir-dominated forests in Bavaria, Germany. *Waldökologie-Online* **2**, 2004.

submitted: 08.01.2007
 reviewed: 08.03.2007/26.06.2007
 accepted: 04.07.2007

Autorenanschrift:

Martin Feulner
 Neustädtlein 48
 95488 Eckersdorf
Mmfeulner@gmx.de

Dr. Monika Konnert
 Bayerisches Amt für forstliche Saat und
 Pflanzenzucht
 Forstamtsplatz 1
 83317 Teisendorf
Monika.Konnert@asp.bayern.de

Anhang

Tab. 3: Waldgesellschaften mit Weißtanne in Schluchten des Burgsandsteins (Spalt) und Rhätsandsteins (Obermain) der fränkischen Keupergebiete

	Spalter Hügelland			Obermain-Hügelland								
	Galio-Fagetum						Vaccino-Abietetum					
Aufnahme-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Standort	Zigeunerloch	Schnittlinger Loch	Massendorfer Schlucht	Aftergraben	Aftergraben	Aftergraben	Aftergraben	Aftergraben	Teufelsloch	Teufelsloch	Teufelsloch	Aftergraben
Meereshöhe über NN	425	440	420	410	410	410	410	410	420	420	420	410
% Deckung B1	90	70	95	60	50	10	40	100	30	50	80	80
% Deckung B2	5	20	20							50	100	100
% Deckung S 1	10		10	80	10		40	40	10		90	
% Deckung S 2				30			20	80				70
% Deckung KG	10	20	5	40	80	70	40	10	80	10	30	20
% Deckung M	80	10	80	40	20	60	90	90	90	100	100	90
Arten-Zahl Gefäßpflanzen und Moose	17	20	15	22	19	22	30	10	20	16	19	23
Baumarten												
Fagus sylvatica	B1	1	2b	2b					+	+	1	
	B2		2b									2a
	S	1		2b	+		r				2a	
Abies alba	B1	2b	+	2b		+	r	1			1	1
	B2											3
	S		+	+	+			+			+	+
Picea abies	B1	2b	1		1	a	+	3	3	+	1	3
	B2	+	+	+								a
	S	+	+	+	1		+	+		1	1	3
Pinus sylvestris	B1								2			a
	S							+				
Sorbus aucuparia	B2	+		2b	+	+	+	+	+	+	1	+
	S	+		+								+
Alnus glutinosa	B2			+	+	1						
	S					+		+				r
Fraxinus excelsior	B1			2b	+							
	S		+		+		+					

Ulmus glabra	B2		1					+											
Tilia cordata	B2						r												
	S						r	+											
Betula pubescens	B2											+							
Quercus petraea	S			+	+			r											
Acer campestre	B2		+																
D Galio-Fagetum, Ausbildung mit Carpinus betulus																			
Carpinus betulus	B2		+	2b															
	S		+																
D Galio-Fagetum, Ausbildung mit Festuca altissima																			
Festuca altissima						2m	3	4	4			a			+				1
C, D Galio-Fagetum, Fagion, Fagetalia, Querco-Fagetea																			
Mercurialis perennis		+	+	+	+	+	+	+	+										
Lamium galeobdolon		+	+			1	1	1	+										
Dryopteris dilatata		+	+	+	+				+	+		1							
Prenanthes purpurea		+	+	+	+	+			+										
Anemone nemorosa		+							+										+
Corylus avellana		+				2b	+		+										
Lathyrus vernus						r	+												
Dryopteris filix-mas				+					r										
Galium odoratum								1											
Melica nutans		+	+																
Gymnocarpium dryopteris									+									+	
C, D Vaccinio-Abietetum, Piceetalia, Vaccinio-Piceetea																			
Vaccinium vitis-idea										a	m	m	1	1					
Sphagnum div. spec.											4	1	+						1
Avenella flexuosa				+							1	1	m	1	1				
Bazzania trilobata		1	1	1							1	1	m	3	3				
Pleurozium schreberi			1								3		+	+	1				
Leucobryum glaucum											m		+	+	1				
Polytrichum formosum			1			+	+	+	+		3	+	1	2	a				
Sonstige Begleiter und seltener vorkommende Arten																			
Athyrium filix-femina		+	+	+	+	+			+		1	1	1	1	1				
Oxalis acetosella		+	+			1	1	b	m			m	m	m	1				
Carex sylvatica		+	+	+		+	+	+					+	+	+				
Eurhynchium striatum		1	1	1	b					1		+	1						1
Chrysosplenium alternifolium			+				1			+		+	+	+					
Lonicera nigra						+	+	+	+			+							1
Rubus frutic. + id.		+	+	+			+			1		1							a
Viscum album abietis		+					+			+									
Stellaria nemorum									b	1									
Chaerophyllum hirsutum		+	+				1												
Blechnum spicant							+												+
Molinia arundinacea												+							
Pyrola secunda												+							
Lonicera xylosteum								2a											
Hordelymus europaeus		+																	
Maianthemum bifolium										2m									
Prunus avium juv.							r												
Viburnum opulus							r												

Circaea lutetiana		+										
Circaea alpina				+								
Aruncus dioicus				+		+						
Aconitum variegatum									+			
Cardamine amara							+		+		+	
Angelica sylvestris						+	+					
Geranium robertianum						1	r		+		+	
Vaccinium myrtillus	+	+						1				a
Geum urbanum									+			
Crepis paludosa							+					
Caltha palustris									+			
Alliaria petiolata							+					
Urtica dioica					+		+					
Dicranum scoparium												+
Plagiomnium undulatum				b								+
Hylocomium splendens	2b							1			+	1
Hypnum cupressiforme			3							+		
Mnium hornum				b			1				+	+
Calluna vulgaris								1				
Lycopodium annotinum										1		
Barbilophozia attenuata												+
Carex remota											+	
Salix caprea				r								
Sambucus nigra					+							
Rosa pendulina								1				
Stachys sylvatica					+							
Luzula sylvatica	+											+

Legende zur Vegetationstabelle

Aufnahme Nr. 1-3: G a l i o - F a g e t u m mit *Carpinus betulus*

Aufnahme Nr. 4-7: G a l i o - F a g e t u m mit *Festuca altissima* („Festuco altissimae-Fagetum“), aktuell fichtendominiert

Aufnahme Nr. 8-12: V a c c i n i o - A b i e t e t u m

Waldökologie online	Heft 4	111-116	1 Fig.	Freising, Sept. 2007
---------------------	--------	---------	--------	----------------------

The Annual Meeting of the AFSV 2008 in Turkey

E. BERGMEIER, H. WALENTOWSKI

Abstract

In 2008 the AFSV will hold its annual meeting in Turkey. In this contribution we provide information concerning the objectives of the meeting and the excursion programme.

1. Objectives

The main impetus for a meeting in Turkey came from the EU Twinning Project TR02-EN01 "Capacity Building in the Field of Environment, Component Nature", accomplished in May 2006. In this project we became committed to acting as "short time experts" (STE). Please find more information on this at:

- <http://www.twinning-project.org/>
- http://www.lwf.uni-muenchen.de/zentrum_wald-forst-holz/zwfh-online/docs2/aktuell_campus.html?action=fullnews&id=161
- <http://www.tu-berlin.de/~kehl/project/twinning/051-EUNIS.htm>

Secondly, we would like to intensify cooperation between the "Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft" (www.tuexenia.de) and the AFSV (www.afsv.de). Linking floristic-geobotanical and forest-ecological methods releases a pulse of innovative energy and is beneficial to everyone researching fields of future relevance such as NATURA 2000, global change (WALENTOWSKI et al. 2007) and those who apply the results of such research (managing biodiversity, sustainable land use etc.).

Our former chairman, Prof. Dr. Hannes MAYER, who directed the AFSV from 1964-1967, maintained close connections with Turkey. Together with Prof. Hüseyin AKSOY from the Institute of Silviculture at the University of Istanbul he conceived and wrote the essential baseline book *Wälder der Türkei* (*Forests of Turkey*), published in 1986. We are proud to build on this important pioneer achievement with new activities, and are glad to intensify

our contacts with our Turkish colleagues and to share our technical and scientific know-how.

Worthy of mention here, because of their up-to-dateness, although independently created and partly as yet unpublished, are the following floristic, geobotanical and silvicultural works:

- PILS, G. (2006): Flowers of Turkey.
- BERGMEIER, E., WALENTOWSKI, H. (2007): Interpretation Manual of European Union, Habitats in Turkey, Forests.
- HUSS, J., KAHVECI, O. (in prep.): Silviculture in Turkey.

2. Preliminary Excursions in 2006 and 2007

Based on two reconnaissance trips (2006, 2007) we eventually derived a cross-section through the Euxine vegetation in northwestern Turkey, achieved by geobotanical transects along gradients of temperature and humidity. Along these significant gradients the typical habitat types were analysed for their decisive environmental factors (AK STANDORTSKARTIERUNG 2003), species combination, habitat structures and human impacts (MÜLLER-KROEHLING et al. 2004, LWF 2007).

3. Excursion Programme 2008

On the forthcoming excursion in 2008 we shall present and discuss the indicators and key factors for identification of the habitat types in the field, for the assessment of the “favourable conservation status (FCS)” and options for management (e.g. integrative silvicultural treatment).

A first geobotanical sequence is located in the maritime northern fringe (“coastal chain”) of the Northern Marmara and the Western Black Sea Region. The elevation profile of the so-called “Euxine vegetation” (Fig. 1) comprises:

- Dunes of the Black Sea coast near Kadiköy / Kocaali,
- Colline oak and beech forests in the Belgrade Forest and the Karasu Sinanoğlu Forest,
- Submontane beech and chestnut forests rich in *Rhododendron* (Akçakoca Dağları).

We shall then visit the mountainous region of the Yedigöller National Park, located between the northern coastal and the southern inland chain. It is a transient area ("sub-Euxine") influenced by both maritime and continental climates. Due to this, representatives of vegetation characteristic of the humid zone (e.g. *Quercus petraea* ssp. *iberica*, *Q. hartwissiana*, *Fagus sylvatica*, *Taxus baccata*, *Rhododendron ponticum*) intermingle with species of the subcontinental-xero-Euxine vegetation (e.g. *Pinus nigra*, *P. sylvestris*). The montane level is characterized by extensive stands of *Abies bornmuelleriana*.

The concluding transect in the Köröğlü Dağları deals with a xeric sequence, typical for the continental southern fringe ("inland chain") of the Western Black Sea Region towards the Central Anatolian Region (Fig. 1). The profile extends from the sub-Euxine to the xero-Euxine vegetation:

- Pure stands of *Abies bornmuelleriana*, *Abies bornmuelleriana*-*Pinus sylvestris* mixed stands
- Pine stands (*Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*)
- Juniper matorral
- Xeric oak forests (*Quercus pubescens* ssp. *anatolica*)
- Montane steppe vegetation



Fig. 1: Targets of the AFSV excursions at the meeting in 2008. Codes for the biogeographical units: 1.1 = Northern Marmara Region, 1.2 = Southern Marmara Region, 4.1 = Central Anatolian Region, 5.1 = Western Black Sea Region. The boundaries of these units are drawn as dashed lines. The eco-regions (Euxine broadleaved forests ↔ sub-Euxine broadleaved and conifer forests ↔ xero-Euxine forest-steppe) are demarcated by continuous lines.

4. Acknowledgements

We thank our Turkish hosts, Prof. Dr. Y. AYAŞLIGIL / University of Istanbul and Ass. Prof. Ulvi Erhan EROL / University of Isparta for their unlimited support and for contacting the local authorities. In the field we met Prof. (em.) Dr. KANTARCI / University of Istanbul, who re-opened two of his scientifically described soil profiles in the Belgrade Forest, and spontaneously agreed to serve us as local expert on the AFSV meeting in 2008. We were honoured by the visit of Mr. Osman KAHVECI, General Director of Forestry in Turkey, during our reconnaissance trip in 2007, and his promise to address the meeting in 2008.

We also thank our German staff for their dedicated work in preparation for the meeting. First of all, thanks are due to the students and collaborators of the University of Göttingen. Guided and instructed by Çihan AYDIN (head of the Department of forest habitat survey in Schleswig-Holstein), PD Dr. Gregor AAS (director of the Ecological-Botanical Garden/ÖBG of Bayreuth), Dr. Marianne LAUERER (research assistant, ÖBG), and Florian HORST (Koblenz, forest expert), the junior scientists helped us to dig and to describe soil profiles, to collect and to identify unknown plants, to record Braun-Blanquet relevés, and to inventory the stands (stocktaking, age, tree species composition, layering, forest stage, dead wood, habitat trees, rejuvenation). Toby SPRIBILLE, University of Göttingen, recorded the epiphytic lichens.

Literature

- AK STANDORTSKARTIERUNG (2003): Forstliche Standortsaufnahme, 6. Aufl.: 352 S., Eching b. München.
- BERGMEIER, E., WALENTOWSKI, H. (2007): Interpretation Manual of European Union Habitats in Turkey Forests: 9th Draft Version, June 2007, 112 pp.
- LWF (2007): Anweisung für die FFH-Inventur (Überarbeitete Fassung vom 12.1.2007 (Version 1.2.). Anleitung zum praktischen Vorgehen (in Ergänzung zur Arbeitsanweisung). Freising. http://www.lwf.bayern.de/imperia/md/content/lwf-internet/veroeffentlichungen/natura2000/05/natura2000_05_00_inventuranweisung.pdf
- MÜLLER-KROEHLING, S., FISCHER, M., GULDER, H.-J. (2004): Arbeitsanweisung zur Fertigung von Managementplänen für Waldflächen in Natura2000-Gebieten. – Freising.
- PILS, G. (2006): Flowers of Turkey – a photo guide. 408 pp. + Index. <http://www.geocities.com/gerhardpils/>
- WALENTOWSKI, H., EWALD, J., KARRER, G., BERGMEIER, E., SCHWABE, A. (2007): Kooperation "Arbeitsgemeinschaft Forstliche Standorts- und Vegetationskunde/Waldökologie online" und "Floristisch-Soziologische Arbeitsgemeinschaft/Tuexenia. - Tuexenia 27: 19 - 26, Göttingen.

Autorenanschrift:

Prof. Dr. Erwin Bergmeier

University of Göttingen, Department Vegetation & Phytodiversity Analysis

Untere Karspüle 2, D-37073 Göttingen,

E-mail: erwin.bergmeier@bio.uni-goettingen.de

Dr. Helge Walentowski

Bavarian Forest Institute, Department for Nature Conservation,

Am Hochanger 11, D-85354 Freising,

E-mail: wal@lwf.uni-muenchen.de