Entomologie heute 16 (2004): 157-164

Totholz im collinen/montanen Laubwald: Erhöhung der Käfer-Diversität oder Vermehrung von Forstschädlingen?

Deadwood in Colline/Montane Broadleaved Forests: Enhancement of Coleopteran Diversity or Enhancement of Pest Species?

HEIKE KAPPES & WERNER TOPP

Zusammenfassung: In einem naturnah bewirtschafteten Buchen-Eichenmischwald des Westerwaldes, in dem Totholz von etwa 10 m³/ha angreichert ist, wurde die aus dem Totholz schlüpfende Käferfauna untersucht. Aus 11 m³ Totholz schlüpften etwa 32 500 Individuen, die sich auf 342 Arten verteilten. Aus dem Eichentotholz schlüpften mehr Individuen und mehr Arten als aus dem Buchentotholz; dies war unabhängig vom Durchmesser und dem Zersetzungsgrad des Totholzes. Räuberisch lebende Arten überwogen und machten 60 % des Artenspektrums aus. Xylophage Arten waren seltener (25 % des Artenspektrums), obwohl die häufigsten Arten in diese Ernährungsgruppe gehörten. Als besonders zahlreich erwiesen sich die beiden Borkenkäfer *Taphrorychus bicolor* und *Xylosandrus germanus*. Das Fällen von Alt- und Totholz führte zu einer Verminderung der Scolytidenemergenz; gleichzeitig kam es aber auch zu einem Ausfall der zahlreichen räuberisch lebenden Arten und besonders von Arten, die als selten und bemerkenswert eingestuft werden können.

Schlüsselwörter: naturnahe Forstwirtschaft, Totholz, Emergenz, Coleoptera, Scolytidae

Summary: Nature-oriented forest management lead to an accumulation of 10 m³ deadwood per hectare in a beech-oak forest of the Westerwald. Here, the coleopteran fauna emerging from the deadwood was studied. Altogether, approximately 32500 individuals pertaining to 342 species hatched from a total of 11 m³ deadwood. Deadwood originating from oak trees yielded more individuals and species than did deadwood originating from beech trees; this result was independent from the diameter and the stage of decay of the deadwood. Zoophagous species constituted 60 % of the total number of species. A lesser proportion of the total fauna was represented by xylophagous species (25 % of the total number of species), although the most abundant species belonged to this group. The two bark beetles *Taphrorychus bicolor* and *Xylosandrus germanus* were the species which were collected in the highest number of individuals. Felling of dying and dead trees resulted in a significantly decreased emergence of scolytids. However, the numerous co-occurring predatious species and many species which are classified as regionally rare or even red-listed were also negatively affected by felling.

Keywords: nature-oriented forest management, deadwood, emergence, Coleoptera, Scolytidae

1. Einleitung

Totholz ist ein wichtiges Strukturelement der Wälder; seine vielschichtige Bedeutung für die Fauna und Flora des Waldes ist weitläufig anerkannt (u.a. MCMINN & CROSSLEY 1996; ØKLAND et al. 1996; THEUNERT 1998). Ein langfristiges Totholz-Angebot unterschiedlicher Herkunft und Zersetzungsstadien fördert u.a. sapro- und xylophage Käferarten (NILSSON & BARANOWSKI 1997; JONSELL et al. 1998). In den west- und mitteleuropäischen

Wäldern ist das Totholz-Angebot jedoch limitiert. Dies gilt besonders für mächtiges Totholz (>20 cm Durchmesser), das in der Regel zur Holznutzung oder aufgrund von Maßnahmen zur Waldhygiene aus den Wäldern entfernt wird und daher überwiegend auf unzugängliches Gelände, Naturreservate und Naturwaldzellen beschränkt ist.

Erst seit gut einem Jahrzehnt wird Totholz in Wirtschaftswäldern geduldet oder sogar als Langzeit-Nährstoffreservoir und potenziell bodenverbesserndes Strukturelement gezielt angereichert. In den naturnah bewirtschafteten Laubwäldern des Westerwaldes wurde beispielsweise 1991 und 1995 ein Teil des Einschlages im Wald belassen, so dass in den nachfolgenden Jahren ca. 10 m³ Totholz pro Hektar auf dem Waldboden lagen. Dies ist zwar nicht jene Mindestmenge von 50 m³ Totholz pro Hektar, die in den mitteleuropäischen Urwäldern vorliegt (KORPEL 1995), aber doch deutlich mehr als in konventionell bewirtschafteten Forsten mit 1-3 m³ liegendem Totholz pro Hektar (AMMER 1991).

In den begleitenden Untersuchungen im Westerwald gingen wir folgenden Fragestellungen nach:

1. Welchen Einfluss haben Baumart, Durchmesser und Zersetzungsstufe auf die Käferbesiedlung?
2. Lassen sich Unterschiede in der Besiedlung bei der Lagerung in Sonn- oder Schattlagen nachweisen?
3. Treten Unterschiede in der Besiedlung bei liegendem und stehenden Totholz auf?

2. Untersuchungsgebiet und Methoden

Der untersuchte Buchen-Eichenwald liegt im Westerwald bei Niederelbert südlich der Stadt Montabaur (50°26'N, 7°50'E) auf einer Höhe von 300-320 m üNN. Der durchschnittliche jährliche Niederschlag liegt bei 800 mm, die Jahresdurchschnittstemperatur bei 8 °C. Während der Vegetationszeit (01.05.-30.09.) herrschen Durchschnittstemperaturen von 13,5-15 °C; in diesem Zeitraum fallen zwischen 360 und 390 mm Niederschlag.

Der Wald bedeckt 14,1 ha, von denen 7 ha mit Buche (*Fagus sylvatica*) und 6 ha mit Eiche (*Quercus petraea*) bestanden sind. Fichte (*Picea abies*), Kiefer (*Pinus sylvestris*), Lärche (*Larix decidua*), Esche (*Fraxinus excelsior*) und Bergahorn (*Acer pseudoplantanus*) kommen vereinzelt vor. Zahlreiche Bäume sind etwa 125 Jahre alt, einige Eichen fast 200-jährig. Der Beschattungsgrad beträgt 80-90 %. In Lücken wächst Bergahorn nach; eine geschlossene Buschschicht ist nicht entwickelt.

Zur Erfassung der Käfer-Emergenz wurden Photoeklektoren mit Totholz von Buche oder Eiche, das nach den Zielparametern Durchmesser, Zersetzungsstufe, Besonnungsgrad und Zonierung unterschieden werden konnte, von März bis November beschickt (Abb. 1). Das Totholz befand sich in geschlossenen Photoeklektoren, die teilweise auf Paletten montiert waren. Zur Erfassung von Phänogrammen wurden die mit Eisessig-Alkohol gefüllten Kopfdosen der Eklektoren monatlich geleert. Die Käfer wurden nach FREUDE et al. (1964-1994) determiniert. Die jeweils 8-10 Parallelen der jeweiligen Fangserien ermöglichen eine statistische Auswertung. Die Auswertung der Daten erfolgte mit EXCEL 97 und SPSS 11.0.

Die Datenerhebung erfolgte zwischen 1994 und 1999 im Rahmen von Diplomarbeiten, von denen Teilaspekte bereits publiziert wurden (KLEINEVOSS et al. 1996; HAASE et al. 1998; HARZ & TOPP 1999). Eine zusammenfassende Betrachtung der Untersuchungen geben KAPPES & TOPP (im Druck).

3. Ergebnisse

3.1. Baumarten, Durchmesser, Zersetzung

Insgesamt wurden 11 m³ Totholz (Eiche/Buche) beprobt. Aus diesem schlüpften 32 477 Individuen, die sich auf 342 Arten verteilten. Hierunter befanden sich zahlreiche regional seltene Arten. Die Artengemein-

Abb. 1: Photoeklektoren im Wald bei Niederelbert.
Fig. 1: Photoeclectors in the forest at Niederelbert.

schaften waren unabhängig von Durchmesser und Herkunft des Totholzes durch einen hohen Anteil (60 % aller Arten) räuberischer Taxa geprägt. Xylophage Spezies waren seltener (<25 % aller Arten). Es kamen nur wenige Käferarten vor, die als Schadinsekten gelten können. Diese waren außerdem selten. Ausnahmen von diesen Befunden konnten jedoch vorkommen. So schlüpften aus frischem Buchentotholz gelegentlich die beiden Scolytidae *Xylosandrus germanus* und *Taphrorychus bicolor* in höheren Dichten und führten so zu erhöhten Gesamtemergenzen (Abb. 2).

Die Individuenzahlen der schlüpfenden Käfer hing von Durchmesser und Zersetzungsgrad des Totholzes ab. Der in Abbildung 2 erkennbare positive Zusammenhang zwischen dem Alter von Eichenzweigen und den Schlupfdichten ist nicht signifikant (Kruskal-Wallis Test, $p>0,05$), wohl aber die Abnahme der Individuenzahlen der schlüpfenden Käfer mit zunehmendem Alter von Buchenzweigen und Ästen beider Baumarten (Kruskal-Wallis Tests, $p<0,05$). Der Totholzdurchmesser hatte für beide Baumarten einen größeren Einfluss auf die Artenzahlen der schlüpfenden Käfer als der Zersetzungsgrad (zweifaktorielle ANOVAs, Durchmesser: $p<0,01$; Zersetzung: $p>0,05$). Darüberhinaus konnte zwischen Oberfläche des Holzes und den Schlupfzahlen der Käfer eine Beziehung hergestellt werden. Aus Eichentotholz schlüpften immer mehr Arten pro Oberfläche (Median ca. 22 Arten/m²) als aus Buchentotholz (Median ca. 13 Arten/m²; U-Tests, $p<0,001$). Die Zunahme der Artenzahlen mit zunehmender Oberfläche des Totholzes war unabhängig von der Baumart, von der das Totholz stammte; die Steigungen der Arten-Areal-Regressionen für Buchen- und Eichentotholz unterschieden sich nicht signifikant voneinander (Regressionslinienvergleich, $p>0,05$).

Die Befunde für die Artenzahlen wurde durch die Analysen der Shannon-Wiener Indices (H_S) als Maß für die Diversität bestätigt. In den ersten zwei Jahren Liegezeit hatte Eichentotholz (H_S-Werte > 2) gegenüber gleich altem Buchentotholz (H_S-Werte fast ausnahmslos zwischen 0,5 und 2) eine deutlich höhere Diversität. Höhere Diversitäten wurden auch mit zunehmender Zersetzung gefunden (H_S zwischen 0,5 und 3 bei 1-2 Jahre

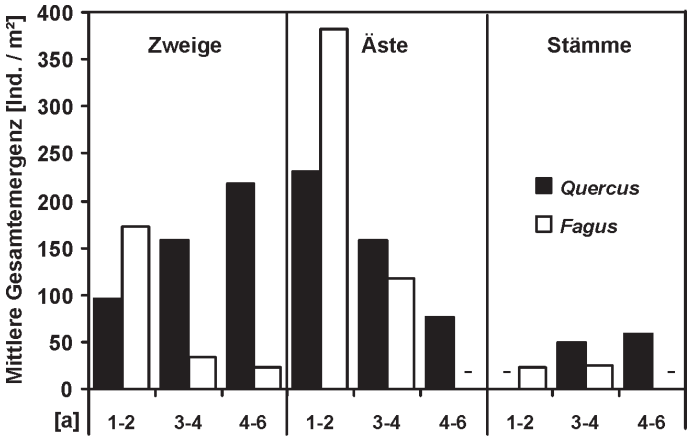

Abb. 2: Mittlere Schlupfdichten (Individuen/m²) aller Coleoptera, die zwischen März und November aus Totholz verschiedener Herkunft (Eiche: *Quercus*, Buche: *Fagus*), Durchmesser (Zweige: 5-7 cm, Äste: 15-21 cm, Stämme: 40-60 cm) und Alter [a, Jahre] schlüpften. - : nicht beprobt.
Fig. 2: Mean number of all Coleoptera (individuals/m²) which emerged between March and November from oak (*Quercus*) and beech (*Fagus*) deadwood of different diameter (twigs: 5-7 cm, branches: 15-21 cm, trunks: 40-60 cm) and age [a, years]. - : not sampled.

altem Totholz; H_S zwischen 2,2 und 3,8 bei 4-6 Jahre altem Totholz). Die geringe Diversität in frischem Buchenholz war weniger auf eine geringe Artenzahl als vielmehr auf die Dominanz einiger weniger Spezies, wie den beiden Borkenkäfern *X. germanus* und *T. bicolor*, zurückzuführen.

3.2. Lagerung

Um den Einfluss der Lagerung auf die Besiedlung und den Schlupf der Käferfauna, besonders auf die Emergenz der Borkenkäfer, zu analysieren, wurde frisch geschlagenes Holz für eine Zeitspanne von zwölf Monaten entweder in der Sonne oder im Schatten gelagert. Das Sonnholz zeigte gegenüber dem Schattholz im Folgejahr sowohl erhöhte Käferdichten, als auch erhöhte Artenzahlen. Der Effekt war unabhängig von der Baumart und vom Durchmesser des Totholzes (zweifaktorielle ANOVAs, KAPPES & TOPP, im Druck).
Aus frischem Buchentotholz schlüpften besonders zahlreich Scolytiden mit maximalen Schlupfdichten von ca. 800 *Taphrorychus bicolor*/m² Totholzoberfläche bzw. 1000 *Xylosandrus germanus*/m² Totholzoberfläche. Beide Arten unterschieden sich in der Phänologie voneinander. *T. bicolor* schlüpfte überwiegend von Mai bis Juni. Weitere Individuen gelangten in den nachfolgenden Sommermonaten in die Kopfdosen. Im September ergab die Schlupfrate ein zweites Maximum, das auf eine zweite Generation hinwies. Adulte von *X. germanus* schlüpften fast ausschließlich im Juni. Beide Arten unterschieden sich außerdem in der Besonnungspräferenz. Aus Schattholz schlüpfte überwiegend *X. germanus*, aus Sonnholz überwiegend *T. bicolor*.

3.3. Hiebsmaßnahmen

Altholz, das als abgestorben klassifiziert wurde (kein Blattaustrieb), wurde teilweise eingeschlagen. Drei Jahre nach dem Einschlag wurde dieses liegende Totholz besammelt und mit der Emergenz aus dem weiterhin stehenden Totholz verglichen. Aus dem stehenden Eichen- und Buchentotholz schlüpften mehr Arten, als aus dem

liegenden Totholz. Im Gegensatz zu den vorhergehenden Untersuchungen schlüpften aus stehendem Buchentotholz mehr Arten als aus stehendem Eichentotholz (101 versus 89 Arten).

Insgesamt ergab diese Teilstudie 15 Erstnachweise für den Westerwald, so u.a. *Myrmecocephalus* (=*Falagria*) *concinna* Erichson, 1839. Neu für das Rheinland waren *Acrotrichis sjoebergi* Sundt, 1958 und *Dinaraea arcana* (Erichson, 1839). Mit insgesamt 35 seltenen oder lokal bemerkenswerten Arten fanden sich in stehendem Totholz doppelt so viele faunistische Besonderheiten wie in dem drei Jahre zuvor gefällten Altholz.

Nicht nur die Artenzahlen, auch die Abundanzen wurden durch das Fällen signifikant vermindert. Dies galt -unabhängig von der Baumart- besonders für die Staphyliniden (zweifaktorielle ANOVA; Baumart: $p>0,1$, Hiebsmaßnahme: $p<0,001$). Vor allem für *Phloeopora testacea* (Mannerheim, 1830) konnte unabhängig von der Baumart eine Präferenz für stehendes Totholz nachgewiesen werden. Die Emergenz der zoophagen Staphylinidae war positiv mit derjenigen der Scolytidae korreliert ($R^2 = 0,29$, $p<0,01$). Als weitere, potenzielle Borkenkäfer-Antagonisten wurden *Rhizophagus bipustulatus* (Fabricius, 1792) und *Nemosoma elongatum* (Linnaeus, 1761) nachgewiesen, die bereits im April ihre grösste Schlupfdichte erreichten (*R. bipustulatus* mit 37 Individuen, *N. elongatum* mit 18 Individuen), und deren Phänogramme in etwa parallel zu dem von *T. bicolor* (Abb. 3) verliefen. Seltenere Scolytiden waren *Scolytus intricatus* (Ratzeburg, 1837) (insgesamt 14 Individuen), *Xyloterus domesticus* (Linnaeus, 1758) (insgesamt neun Individuen), *Xyleborus saxeseni* (Ratzeburg, 1837) (insgesamt sieben Individuen). Andere, regelmässig nachgewiesene xylophage Arten waren *Orchesia undulata* Kraatz, 1853, *Leiopus nebulosus* (Linnaeus, 1758), und *Trachodes hispidus* (Linnaeus, 1758). Alle drei Arten sind offenbar zeitlich unterschiedlich eingenischt (vgl. Abb. 3).

4. Diskussion

Strukturelle Heterogenität, Habitatverbund und Habitatstabilität sind wichtige Faktoren für die Diversität der Fauna in Wäldern (Økland et al. 1996; Bengtsson et al. 2000; Grove 2002). Der Artenreichtum der Totholz-Käferfauna kann außerdem vom Waldtyp, der Produktivität und der Totholzqualität abhängig sein (Sippola et al. 2002). Die hier festgestellte Anzahl an Artnachweisen (342 Arten) lässt sich nicht mit Angaben aus Literaturquellen vergleichen, denn Methode, Intensität oder Dauer der Aufsammlungen sind verschieden. Ein Vergleich ist allerdings innerhalb von Untersuchungen möglich. So führen wir die höhere Artenzahl und Diversität der aus Eichentotholz schlüpfenden Käfer u.a. auf die reich strukturierte Borke zurück. Dort überwintern neben den xylophagen Insekten auch Arten wie der Buchenspringrüssler *Rhynchaenus fagi* (Linnaeus, 1758), deren Entwicklung nicht an Eiche gebunden ist (Haase et al. 1998; Kappes & Topp im Druck). Die im Vergleich zum liegenden Totholz höhere Anzahl der aus dem stehenden Totholz schlüpfenden Arten kann auf eine Horizontalverteilung der Käfer zurückzuführen sein. In unseren Untersuchungen war die hohe Anzahl aber sicherlich auch auf ein heterogenes Mosaik von noch lebenden und schon absterbenden Stammpartien des stehenden Totholzes zurückzuführen. Dieses Mosaik dürfte mehreren Arten gleichzeitig Entwicklungsmöglichkeiten bieten. Die heterogene Mosaikstruktur der absterbenden Buchenstämme war möglicherweise deutlicher ausgeprägt als die der absterbenden Eichenstämme. Dies würde die im Vergleich zum stehenden Eichenaltholz höhere Artenzahl aus dem stehenden Buchenaltholz erklären.

An potenziellen Schadkäfern emergierten ausschliesslich Scolytidae in höherer Anzahl aus frischem Totholz. Dort, wo viele Scolytidae emergierten, schlüpften ebenfalls viele potenzielle Prädatoren aus dem Totholz. Hierbei handelte es sich überwiegend um Staphyliniden, aber auch um den Trogositiden

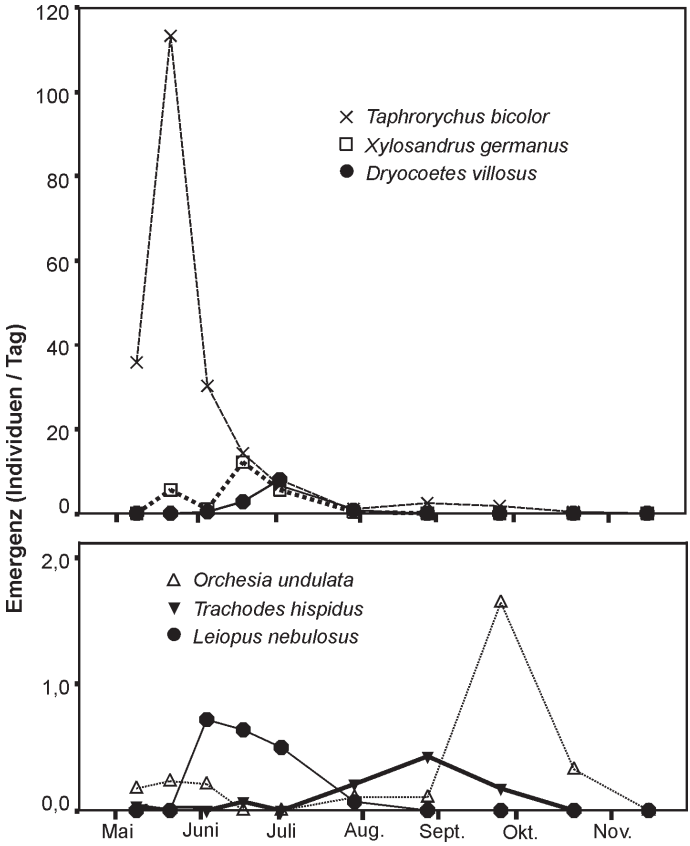

Abb. 3: Phänogramme einiger xylophager Käferarten nach Schlupfdichten in Photo-Eklektoren in einer Studie zum Einfluss von Hiebsmaßnahmen. Die Daten der 56 Eklektoren wurden auf Individuen pro Tag Standzeit verrechnet; die Punkte geben die Leerungstermine an.
Fig. 3: Phenology of some xylophagous beetle species based on the emergence densities in photoeclectors of a study on the influence of felling. The data of the 56 photoeclectors were recalculated as the number of individuals emerging per day; the sampling dates are represented as dots.

Nemosoma elongatum Linnaeus, 1761 (HARZ & TOPP 1999; KAPPES & TOPP im Druck). Für *Thanasimus dubius* (Fabricius, 1777) konnte REEVE (1997) nachweisen, dass dieser Prädator die Dichten seiner Beute *Dendroctonus frontalis* Zimmermann, 1868 kontrollierte.

Der hohe Anteil von räuberischen Arten, der in allen Probeserien aus dem Totholz emergierte, ist bemerkenswert. Im Gegensatz zu den Emergenzen aus dem naturnahen Wirtschaftswald fing KÖHLER (2000) in Naturwaldzellen ca. 50 % xylophage Arten und nur ca. 20 % zoophage Arten. In Niederelbert könnte eine langfristig intensive Bewirtschaftung und ein Mangel an Totholz in dem vermutlich einst gerodeten Gebiet den geringen Anteil an xylophagen Arten erklären. Darüber hinaus zeigten HAASE et al. (1998), dass im collinen Buchen-Eichen-Mischwald erst bei ca. 20 m³ Totholz pro Hektar und Baumart eine Artensättigung der Käferfauna auftritt. Die bisherigen Totholzanreicherungen erreichen erst ca. ¼ dieses anzustrebenden Zielwerts.

Nicht nur Prädatoren können Schadarten entgegenwirken. Auch einfache Manage-

ment-Maßnahmen, wie Hiebsmaßnahmen oder die Wahl der Holzlagerstätte, haben deutlichen Einfluß auf den Scolytidenbefall. Die höheren Emergenzen von *X. germanus* in Schattlagen resultieren aus gezieltem Anflug und Eiablage auf Schattholz (ZACH et al. 2001). Im Gegensatz dazu besiedelte *T. bicolor* überwiegend Totholz in Sonnlagen. Die Schlupfdichten beider Arten sind allerdings kaum als Kalamität zu bewerten und beide Arten befallen keine vitalen Bäume (SCHWENKE 1974). Allerdings berichten SCHÖNHERR & KRAUTWURST (1979) von einer Massenvermehrung von *T. bicolor* in physiologisch gestressten Buchenbeständen. Dort verursachte er anscheinend mehr Schaden, als der gleichzeitig aufgetretene Prachtkäfer *Agrilus viridis* (Linnaeus, 1758). Daher empfehlen wir, frisch geschlagenes Holz, das noch längere Zeit im Wald verbleibt, in heiß-trockenen Jahren nicht sonnig zu lagern. In klimatisch normalen Jahren hingegen kann der positive Effekt der Besonnung auf die Artenzahlen der Totholzfauna ausgenutzt werden.

Danksagung

Unser Dank gilt den Herren W. WEHR und G. KLEIN, Forstamt Montabaur, für die Unterstützung vor Ort und Herrn KÖHLER, Brühl, für die Nachdetermination kritischer Arten und Informationen zu ihrer regionalen Verbreitung. Teile der Arbeit wurden durch die Forstliche Versuchanstalt Rheinland-Pfalz, Trippstadt, gefördert.

Literatur

AMMER, U. (1991): Konsequenzen aus den Ergebnissen der Totholzforschung für die forstliche Praxis. Forstwissenschaftliches Centralblatt 110: 149-157.

BENGTSSON, J., NILSSON, S.G., FRANC, A., & MENOZZI, P. (2000): Biodiversity, disturbances, ecosystem function and management of European forests. Forest Ecology and Management 132: 39-50.

FREUDE, H., HARDE, K., & LOHSE, G.A. (1964-1994): Die Käfer Mitteleuropas. Vol. 1-14. Goecke & Evers; Krefeld.

GROVE, S.J. (2002): Saproxylic insect ecology and the sustainable management of forests. Annual Review of Ecology and Systematics 33: 1-23.

HAASE, V., TOPP, W., & ZACH, P. (1998): Eichen-Totholz im Wirtschaftswald als Lebensraum für xylobionte Insekten. Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz 7: 137-153.

HARZ, B., & TOPP, W. (1999): Totholz im Wirtschaftswald: eine Gefahrenquelle zur Massenvermehrung von Schadinsekten? Forstwissenschaftliches Centralblatt 118: 302-313.

JONSELL, M., WESLIEN, J., & EHNSTRÖM, B. (1998): Substrate requirements of red-listed saproxylic invertebrates in Sweden. Biodiversity and Conservation 7: 749-764.

KAPPES, H., & TOPP, W. (im Druck): Emergence of Coleoptera from deadwood in a managed broadleaved forest in Central Europe. Biodiversity and Conservation.

KLEINEVOSS, K., TOPP, W., & BOHAC, J. (1996): Buchen-Totholz im Wirtschaftswald als Lebensraum für xylobionte Insekten. Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz 2: 85-95.

KÖHLER, F. (2000): Totholzkäfer in Naturwaldzellen des nördlichen Rheinlands. Schriftenreihe der LÖBF 18: 1-352.

KORPEL, S. (1995): Die Urwälder der Westkaparten. Fischer; Stuttgart.

MCMINN J.W., & CROSSLEY D.A. (Hrsg., 1996): Biodiversity and coarse woody debris in southern forests. Proceedings of the workshop on coarse woody debris in southern forests: effects on biodiversity. USDA Forest Service; Asheville, NC.

NILSSON, S.G., & BARANOWSKI, R. (1997): Habitat predictability and the occurrence of wood beetles in old-growth beech forests. Ecography 20: 491-498.

ØKLAND, B., BAKKE, A., HÅGVAR, S., & KVAMME, T. (1996): What factors influence the diversity of saproxylic beetles? A multiscaled study from a spruce forest in southern Norway. Biodiversity and Conservation 5: 75-100.

REEVE, J.D. (1997): Predation and bark beetle dynamics. Oecologia 112: 48-54.

SCHÖNHERR, J., & KRAUTWURST, K. (1979): Beobachtungen über den Buchenborkenkäfer *Taphrorychus bicolor* (Col., Scolytidae). Anzeiger

für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz 52: 161-163.

SCHWENKE, W. (1974): Die Forstschädlinge Europas. Vol. 2. Verlag Paul Parey; Hamburg.

SIPPOLA, A.-L., SIITONEN, J., & PUNTTILA, P. (2002): Beetle diversity in timberline forests: a comparision between old-growth and regeneration areas in Finnish Lapland. Annales Zoologici Fennici 39: 69-86.

THEUNERT, R. (1998): Die holzbewohnenden Solitärstechimmen (Insecta: Hymenoptera) im geplanten "Nationalpark Nördlicher Kellerwald". Verhandlungen Westdeutscher Entomologentag 1997: 105-110.

ZACH, P., TOPP, W., KUFLAN, J., & SIMON, M. (2001): Colonization of two alien ambrosia beetles (Coleoptera, Scolytidae) on debarked spruce logs. Biologia (Bratislava) 56: 175-181.

Dr. Heike Kappes
Prof. Dr. Werner Topp
Terrestrische Ökologie
Zoologisches Institut der Universität zu Köln
Weyertal 119
D-50923 Köln, Germany
E-Mail: heike.kappes@uni-koeln.de
w.topp@uni-koeln.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Entomologie heute

Jahr/Year: 2004

Band/Volume: 16

Autor(en)/Author(s): Kappes Heike, Topp Werner

Artikel/Article: Totholz im collinen/montanen Laubwald: Erhöhung der Käfer-Diversität oder Vermehrung von Forstschädlingen? Deadwood in Colline/Montane Broadleaved Forests: Enhancement of Coleopteran Diversity or Enhancement of Pest Species? 157-164