

Laufkäfer unterschiedlich bewirtschafteter fränkischer Eichenwälder, unter besonderer Berücksichtigung der Bedeutung von Mittelwäldern für die Biodiversität

Stefan MÜLLER-KROEHLING

Abstract: Ground beetles differently managed Frankisk oak forests with particular consideration of the importance of coppice-with-standards for the biodiversity. – Ground beetles were sampled in northern Bavarian oak forests using pitfall traps, flight intercept traps in the canopy and near the ground, and canopy fogging. Additional sampling was done by hand on dead wood and using light traps.

Coppices with standards-stands are relatively rich in species, but neither more diverse nor richer in terms of either individuals caught or endangered or protected species than transition forests and high forests and strict forest reserves. No ground beetles were found to be restricted to oak forests used as coppice with standards. The species richness of this forest type derives from the number of open field species and of species from clearings entering the forest in its freshly cut stage. For the same reason, i.e. the lack of open spaces, monostructured high forests are lowest in their species numbers.

Species typical of primary oak forests such as *Abax carinatus* or *Carabus monilis* showed no preference for coppice with standards stands. Some species occurred in young coppice stands only, but are not specific for these stands as they can be found outside the forest as well. They are not endangered and do not have European protection status.

The specific ground beetle community of oak forests in Northern Bavaria can be preserved by diverse silvicultural strategies and practices including, for example, small clear-cuts and coppice with standards stands. The high value of strict reserves, even for a group of insects not living in or off dead wood, must be emphasized.

1 Einleitung

Eichenwälder befinden sich in Bayern im Rückgang. Die meisten sind aus früherer Mittelwald-Nutzung hervorgegangen und stocken auf Standorten, die natürlicherweise von Buchen(misch)wäldern eingenommen würden. Auch der Gesundheitszustand vieler Eichenbestände gibt Anlass zur Sorge. Ihr Erhalt und ihre Bewirtschaftung werfen daher einige Fragen auf (SDW 1999).

Eichen-Mittel- und Niederwälder gelten als besonders artenreich (BOLZ 1999, TREIBER 2003, BÄRNTHOL 2003). Ihr hoher naturschutzfachlicher Wert wird zum Teil auch damit begründet, dass sie jene Strukturen abbildeten, die der ursprünglich halboffenen Landschaft der so genannten „Megaherbivoretheorie“ entsprechen (GEISER 1992, 1994, BOLZ 1999; vgl. aber MÜLLER-KROEHLING & SCHMIDT 1999). Der starke Rückgang, ja Nie-

dergang dieser Bewirtschaftungsform wird daher unter anderem aus Gründen des Artenschutzes bedauert, und eine Aufrechterhaltung, ja Reaktivierung dieser Bewirtschaftungsform gefordert (BOLZ 1999, COCH & MÜLLER-BAUERNFEIND 2002).

Untersuchungen, in denen Eichen-Mittel- und Hochwälder hinsichtlich ihres Beitrages zum Erhalt der Biodiversität wissenschaftlich verglichen werden, sind jedoch vergleichsweise selten. Laufkäfer sind eine besonders geeignete Gruppe für die ökologische Charakterisierung aller Landlebensräume. Sie sind artenreich, taxonomisch und ökologisch sehr gut erforscht, verfügen sowohl über flugfähige als auch über ausbreitungsschwache, reliktiäre Arten und ermöglichen daher Aussagen über wichtige ökologische Aspekte im Zusammenhang mit der Biodiversität (MÜLLER-KROEHLING 2001).

Systematische vergleichende Untersuchungen über die Laufkäferfauna von Eichenwäldern und

speziell Mittel- und Hochwäldern liegen allerdings ebenfalls bislang nur in sehr geringem Umfang vor. DEMUTH (1994) untersuchte 12 Mittelwald- und Überführungswald-Probeflächen (und weitere 6 Offenland-Flächen) im NSG „Gräfholz und Dachsberge“, das im selben Naturraum wie die hier vorgelegten Untersuchungen gelegen ist. Wegen der Vergleichbarkeit der Methodik und räumlichen Nähe wird im Artikel auf diese Ergebnisse mehrfach Bezug zu nehmen sein.

Wenn BÄRNTHOL (2003) hingegen schreibt, dass „die offenen, vegetationsfreien Flächen, die nach einem Unterholzhieb entstehen, Laufkäfern eine gute Entwicklungsmöglichkeit bieten“ (abgebildet ist dazu der Laufkäfer (*Cicindela hybrida*), sind also Sandlaufkäfer, bzw. konkret der Dünen-Sandlaufkäfer, und nicht Laufkäfer allgemein gemeint. StMLU & ANL (1996) erwähnen für Mittelwälder unter den Laufkäfern den Berg-Sandlaufkäfer (*Cicindela silvicola*) und den Großen Puppenräuber (*Calosoma sycophanta*) als Besonderheiten.

Ferner gibt es einige Untersuchungen zu Laufkäfern in den strukturell teilweise ähnlichen Hudewäldern (ASSMANN & FALKE 1997, FALKE & ASSMANN 2001, FALKE et al. 2000a, 2000b, VOSSEL & ASSMANN 1995) und Niederwäldern (HOCHHARDT 2001). Auch wurden in verschiedenen Untersuchungen Eichenwälder untersucht, wobei es sich vielfach um ehemalige Mittel- und Niederwälder handelt.

2 Material und Methodik

2.1 Untersuchungsgebiet und Probeflächen

Die Untersuchungen erfolgten im Rahmen des Kuratoriumsprojektes „Waldökologischer Vergleich von Mittelwäldern und Eichenmischwäldern“ (V56). Die Ergebnisse aller untersuchten Gruppen und eine detaillierte Beschreibung der Untersuchungsflächen findet sich bei MÜLLER-KROEHLING (2003).

Das Untersuchungsgebiet liegt im Bereich des bayerischen Zentrums noch existierender Mittelwälder, im Bereich der Wuchsgebiete Fränkische Platte (4) und Keuper (5) an der Grenze zwischen Mittel- und Unterfranken. Aufgrund pedologischer (Tonstandorte) und klimatischer (Wärmegunst) Faktoren haben Eichen hier von jeher eine weite Verbreitung, auch wenn heute ihre Rolle in der ursprünglichen natürlichen Vegetation als deutlich

weniger bedeutsam angesehen wird als früher (WALENTOWSKI et al. 2001).

Eine tabellarische Kurz-Charakteristik der 10 Probeflächen zeigt, dass diese in vielen Punkten von ihren standörtlichen Gegebenheiten vergleichbar sind (Tab.1).

Die Flächen werden in den folgenden Darstellungen von „licht nach dunkel“ jeweils für die Behandlungsarten Mittel-, Überführungs-, Hochwald und Naturwaldreservat (NWR) von links nach rechts gereiht. Da die Fläche MWD vom Nutzungszeitpunkt (20 Jahre zurückliegend) zwischen MWL (frischer Mittelwaldhieb) und MWM (40 Jahre zurückliegend) steht, wurde sie abweichend von ihrer Benennung eingruppiert, zumal sie lichter als MWM ist, wenn die Strauchschicht mit berücksichtigt wird.

2.2 Methodik

Mittig in der möglichst homogenen Probefläche (PF) wurden 6 Bodenfallen in einer Reihe im Abstand von 5 m platziert, wobei 0,2 l-Plastikbecher mit einer Öffnungsweite von 7 cm und durchsichtige Plexiglasdächer verwendet wurden. Zum (wenn auch unvollkommenen) Schutz vor Wildschweinen wurden die Fallen gegebenenfalls mit Zelnägeln im Boden fixiert.

Fangflüssigkeit war angesäuertes Natriumbenzoat (10 %ig), bzw. im April Kupfersulfat. Die Fallen waren von April bis Oktober 2002 exponiert, Leerungen erfolgten ca. alle drei Wochen durch Hilfskräfte. In einigen Flächen gab es nennenswerte, jedoch offenbar nicht protokollierte Verluste der Bodenfallen durch Wildschweine (Simon, mdl. Mitt.). Mangels präziser Dokumentation muss dieser Umstand hier vernachlässigt werden.

Da im Rahmen des Projektes noch weitere Gruppen wie die xylobionten Käfer und Nachtfalter untersucht wurden, standen Laufkäfer-Fänge auch noch aus weiteren Fallentypen zur Verfügung.

Fensterfallen hingen in der Krone (FFK) bzw. in ca. 1,50 m Höhe (FFB). Das Foggig erfolgte am 20./21. Juli 2002. Gefoggt wurde mit natürlichem Pyrethrum auf 6 der 10 Probeflächen.

Einige Laufkäfer wurden als „Beifänge“ auch bei Lichtfallen-Untersuchungen gefangen. Es wurden 6 der 10 Probeflächen mit dieser Methode beprobt. Im Rahmen der Totholzkafer-Untersuchungen wurden auch Handfänge gemacht. Hierbei wurde aus der Familie der Laufkäfer nur die subcortical leben-

Fläche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Name	MwL	MWM	MWD	ÜWD	NWR_E	ÜWM	ÜWL	NWR_W	HW_JP	HW
Geologie	Löß	Löß / Estherien- schichten	Löß	Löß	Löß	Löß	Löß	Myophorien schichten des GK	Löß	Löß / Estherien- schichten
WuBez	4.2	5.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	5.2/1	4.2	5.2
pot.Veg	G.o.F	G.o.F	G.o.F	G.o.F	G.C.	G.o.F	G.o.F	G.C.	G.o.F	G.o.F
NN	380	340	390	390	380	390	390	340	390	340
Standort	307/ (239)	302/307	317	307	449	708	402	407/507	407 / 807	882
Ellenbergzahlen										
Lichtzahl	5.7	5.0	5.7	4.5	4.2	5.2	4.9	4.5	4.8	4.9
Feuchtezahl	5.9	5.1	5.2	5.2	5.7	5.5	5.7	4.8	5.5	4.7
Reaktionszahl	5.0	5.6	4.9	5.5	6.9	5.0	5.7	5.8	5.2	6.6
Stickstoffzahl	4.0	5.0	3.8	4.6	6.2	4.3	5.3	4.4	4.7	5.0
Temperaturzahl	5.2	5.4	5.6	5.5	5.6	5.4	5.5	5.8	5.4	5.6
Deckung Vegetation										
Deckung 1. Baumschicht (%)	21.9	31.5	48.6	64.8	76	59.5	62.3	72.8	5.3	57.3
Deckung 2. Baumschicht (%)	0.9	19.1	24.8	10.6	22.4	11.8	10.1	33.5	20.6	32.3
Deckung Strauchschicht (%)	5.4	69.5	33.8	20.4	8.4	1.2	11.4	3.8	73.2	14.5
Deckung Krautschicht (%)	83.3	50.9	67.8	47.8	76.3	80.4	90.3	27.6	28.9	24.6
Gesamtdeckung Baum- schichten (%)	22.8	50.6	73.4	75.4	98.4	71.3	72.4	106.3	25.9	89.6
pH-Wert Messung	4,41	4,37	4,21	4,68	5,59		4,67		4,43	4,66
Totholz > 20 cm										
ZG1	1	2.1	0	1.6	10.9	7.8	2.9	11.7	0	6
ZG2	1.9	3.1	11.8	0.9	13.3	2.5	1.6	11.1	0.5	1.5
ZG3	1.2	2.9	0.2	4.4	3.6	1.9	3.4	6	0.5	2.6
ZG4	4.8	7	0.9	4.3	11.8	1.5	12.1	4.3	0	1.1

Tab. 1: Kurzcharakteristik der Probestellen (MW = Mittelwald; ÜW = Überführungswald; HW = Hochwald; JP = Jungwuchsfläche; NWR = Naturwaldreservat; L = Licht, M = Mittel, D = dicht; ZG = Zersetungsgrad; G.o.F. = Galio-Fagetum; G.C. = Galio-Carpinetum).

de Art *Tachyta nana* nachgewiesen.

Frühere Daten aus dem Projektgebiet liegen aus dem Naturwaldreservat (NWR) Wolfsee vor, einem der 21 bayerischen Schwerpunktreservate (SCHUON 1994). Ferner sind von einigen weiteren Naturwaldreservaten mit Eichenbestockung Vergleichsdaten vorhanden, die hier teilweise einfließen.

Eine detaillierte Beschreibung der Methodik findet sich bei MÜLLER-KROEHLING (2003).

2.3 Bestimmungsarbeiten und verwendete Nomenklatur

Die Bestimmung erfolgte anhand FREUDE (1976) mit ASSMANN et al. (1998) und HURKA (1996). Die Nomenklatur richtet sich nach TRAUTNER & MÜLLER-MOTZFELD (1995). Abweichend davon wird *Platynus assimilis* hier bereits als *Limodromus assimilis* geführt.

Die Tiere aus den Lichtfängen wurden von A. Skale determiniert. Die verfügbaren Belegtiere aus den früheren Untersuchungen im NWR Wolfsee (vgl. SCHUON 1994) wurden überprüft. Einige Exemplare (v.a. *Amara*) wurde durch M.-A. Fritze (Bayreuth) überprüft. Eine nach Berichterstellung (MÜLLER-KROEHLING 2003) erfolgte Revision der als *A. communis* und *A. convexior* determinierten

Tiere durch P. Schäfer (Telgte) ergab, dass sich hinter *A. communis* in dieser Untersuchung vollständig die Art *A. makolskii* ROUBAL, 1923 verbirgt.

3 Ergebnisse

3.1 Gesamtartenzahl und Rote-Liste-Arten

Es wurden insgesamt 60 Arten in 1288 Individuen nachgewiesen (vgl. Tab. 2). 17 Arten (= 28 %) wurden nur über Fensterfallen, Lichtfallen und/oder Fogging nachgewiesen (Tab. 3).

Insgesamt wurden 5 Roteliste-Arten der bayerischen und der deutschen Roten Liste, sowie 6 Arten der Vorwarnstufen (V einschließlich G = insufficient Data) nachgewiesen (Stand der Roten Listen nach LORENZ 2003, TRAUTNER et al. 1996). Somit stehen 18 % der nachgewiesenen Arten auf den Roten Listen oder sind durch Rückgang potenziell gefährdet, 10% der Arten sind „gefährdet“ oder „stark gefährdet“. Vom Aussterben bedrohte Arten (RL 1) traten nicht auf.

DEMUTH (1994) fand im Wesentlichen die selben Roteliste-Arten, sowie eine weitere Art, die in Kategorie „2“ geführte Art *Calosoma inquisitor*, in einem Exemplar. Auf die Eichen-spezifischen Puppenräuber-Arten wird in der Diskussion eingegangen.

Alphabetische Gesamtartenliste	Nachweis mittels						Summe	
	Ökol. Char. (vgl. Tab. 3)	RL-Status (RL 2003)	LichtF	BF	FFBK	Fog		
<i>Abax carinatus</i> (Duftschmid, 1812)	HW	By: 3		56			56	
<i>Abax ovalis</i> (Duftschmid, 1812)	LW			19			19	
<i>Abax parallelipedus</i> (Piller & Mitterbacher, 1783)	W			257			257	
<i>Abax parallelus</i> (Duftschmid, 1812)	LW		1	117			118	
<i>Agonum afrum</i> (Duftschmid, 1812)	S			2			2	
<i>Agonum sexpunctatum</i> (Linne, 1758)	O			1			1	
<i>Agonum mülleri</i> (Herbst, 1784)	O				1		1	
<i>Amara aenea</i> (de Geer, 1774)	O				18		18	
<i>Amara makolskii</i> (Roubal, 1923)	W			12			12	
<i>Amara convexior</i> (Stephens, 1828)	LIW			9			9	
<i>Amara lunicollis</i> (Schiodte, 1837)	O				1		1	
<i>Amara ovata</i> (Fabricius, 1792)	O			1	4		5	
<i>Amara similata</i> (Gyllenhal, 1810)	O			1	2		3	
<i>Asaphidion flavipes</i> (Linne, 1761)	O				1		1	
<i>Badister lacertosus</i> Sturm, 1815	HW			1			1	
<i>Bembidion articulatum</i> (Panzer, 1796)	LIW		1				1	
<i>Bembidion biguttatum</i> (Fabricius, 1779)	S				5		5	
<i>Bembidion lampros</i> (Herbst, 1784)	LIW			10			10	
<i>Bembidion lunulatum</i> (Geoffroy, 1785)	O				4		4	
<i>Bembidion mannerheimii</i> C.R. Sahlberg, 1827	S			3			3	
<i>Bembidion quadrimaculatum</i> (Linne, 1761)	O				2		2	
<i>Bradycellus harpalinus</i> (Audinet-Serville, 1821)	O			7	27		34	
<i>Bradycellus verbasci</i> (Duftschmid, 1812)	LI	By: G	1				1	
<i>Calodromius spilolus</i> (Illiger, 1798)	A					6	6	
<i>Carabus arvensis</i> (Herbst, 1784)	LIW	By: 3		4			4	
<i>Carabus auronitens</i> Fabricius, 1792	W	By: V	1	18	1		20	
<i>Carabus cancellatus</i> Illiger, 1798	LIW	By: V		1			1	
<i>Carabus coriaceus</i> Linne, 1758	LIW			8			8	
<i>Carabus granulatus</i> Linne, 1758	S			1			1	
<i>Carabus monilis</i> Fabricius, 1792	LIW	By: 3		21			21	
<i>Carabus nemoralis</i> O.F. Müller, 1764	LW			60			60	
<i>Carabus ullrichii</i> Germar, 1824	LIW	By: V		1			1	
<i>Demetrias atricapillus</i> (Linne, 1758)	A					1	1	
<i>Diachromus germanus</i> (Linne, 1758)	LIW	By: V			3		3	
<i>Dromius agilis</i> (Fabricius, 1787)	A				66	49	115	
<i>Dromius quadrimaculatus</i> (Linne, 1758)	A				27	38	65	
<i>Harpalus laevipes</i> Zetterstedt, 1828	LIW			1			1	
<i>Harpalus latus</i> (Linne, 1758)	LIW			3			3	
<i>Leistus terminatus</i> (Hellwig in Panzer, 1793)	S				1		1	
<i>Limodromus assimilis</i> (Paykull, 1790)	S			25	1	13	39	
<i>Loricera pillicomis</i> (Fabricius, 1775)	HW			2	9		11	
<i>Microlestes minutulus</i> (Goeze, 1777)	LIW				1		1	
<i>Molops elatus</i> (Fabricius, 1801)	LW			14			14	
<i>Molops piceus</i> (Panzer, 1793)	W			50			50	
<i>Nebria brevicollis</i> (Fabricius, 1792)	HW			4			4	
<i>Notiophilus aestuans</i> Dejean, 1826	O	By: V			1		1	
<i>Notiophilus biguttatus</i> (Fabricius, 1779)	W			23	2		25	
<i>Notiophilus palustris</i> (Duftschmid, 1812)	W			4			4	
<i>Poecilus cupreus</i> (Linne, 1758)	O			2			2	
<i>Poecilus versicolor</i> (Sturm, 1824)	O			2			2	
<i>Pseudophonus rufipes</i> (De Geer, 1774)	O		2				2	
<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798)	LIW			39			39	
<i>Pterostichus melas</i> (Creutzer, 1799)	LIW	By: V		7			7	
<i>Pterostichus niger</i> (Schaller, 1783)	W			60			60	
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (Fabricius, 1787)	W			72			72	
<i>Pterostichus ovoideus</i> (Sturm, 1824)	HW			19			19	
<i>Pterostichus strenuus</i> (Panzer, 1796)	S			3			3	
<i>Tachys bistriatus</i> (Duftschmid, 1812)	HW	By: 3		1			1	
<i>Tachyta nana</i> (Gyllenhal, 1810)	A				1		1	
<i>Trechus quadristriatus</i> (Schränk, 1781)	LI			3	55		58	
Summe				6	944	231	107	1288
Anzahl Arten				5	41	22	5	60

Tab. 2: Gesamtartenliste, nach Methoden, mit Angaben zur ökologischen Charakterisierung (vgl. Tab. 3) und zum Roteliste-Status.

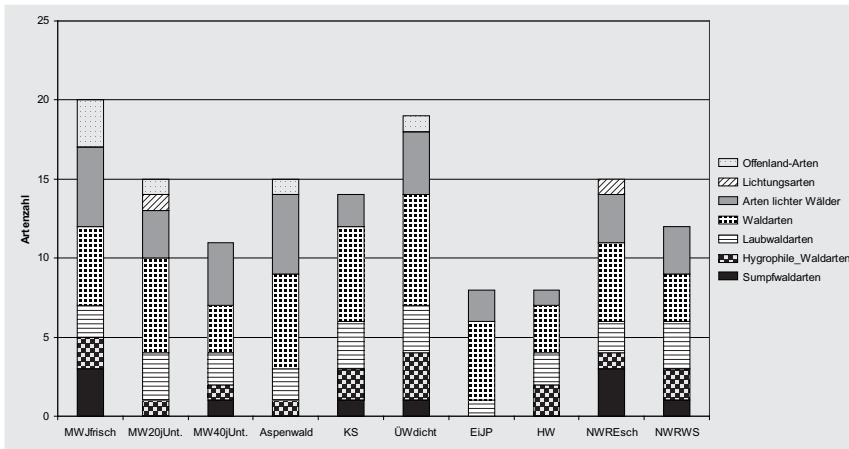


Abb. 1: Artenzahlen (nach ökologischen Gruppen) in den Probenflächen (Bodenfallen).

3.2 Bodenfallen

In den Bodenfallen wurden 41 Arten in 944 Exemplaren nachgewiesen.

Alle nachgewiesenen Arten wurden nach eigenen Ergebnissen (vgl. u. a. MÜLLER-KROEHLING 2001, 2005) und der Literatur (v.a. KOCH 1989, BAEHR 1980 und HÜRKA 1996, ergänzt durch LINDROTH 1996 und MARGGI 1992) in sieben ökologische Gruppen unterteilt (Tab. 3). Diese Einteilung ist auswertungsbezogen und gilt nur für bayerische Verhältnisse.

Artenvielfalt und Faunenzusammensetzung

Die Artenzahl allein ist nur bedingt ein geeignetes Maß für die Artenvielfalt. Die Aufteilung der Arten in ökologische Gruppen erlaubt es, den Beitrag der verschiedenen Varianten zur Artenvielfalt differenzierter zu betrachten (Abb. 1).

Die Artenzahl ist mit jeweils 20 bzw. 19 Arten in der frischen Mittelwald-Fläche (MWL) und im dichten Überführungswald (ÜWD) am höchsten. Mit jeweils nur 8 Arten ist sie in den beiden strukturärmsten Hochwald-Flächen JP und HW am geringsten. Besonders artenreich ist die Probenfläche MWL durch hinzutretende Offenland-Arten und hygrophile Arten.

Durchgehend dominieren Waldarten im weiteren Sinne, und machen auf allen Probenflächen mehr als 80 % der Arten aus. Nur etwa 15 % sind den „Offenland-Arten“ (einschließlich einer „Lichtungsart“) zuzuordnen, also Arten, die Wälder nur sporadisch und nur dann nutzen, wenn sie (sehr) licht sind. Bei den meisten dieser Arten handelt es sich um makroptere oder flügeldimorphe Arten.

Viele Offenland-Bewohner in Wäldern sind für ihre rasche Besiedlungsfähigkeit neu entstandener Freiflächen bekannt (TRAUTNER & RIETZE 2001). In den lichterem Wäldern (allen voran MWL, aber auch der frisch genutzte Überführungswald) treten erwartungsgemäß mehr Offenland-, Lichtwald und Lichtungsarten auf. Arten lichter Wälder machen zwischen ca. 10 und 30 % der festgestellten Artenzahlen aus und fehlen in keiner Probenfläche völlig, da Eichenwälder als Bestockungstyp offenbar grundsätzlich licht genug sind. Eichenwälder dürften für die Ausbreitung dieser Arten auch keine Barriere darstellen, wie die Ergebnisse der Fensterfallen zeigen (s. u.).

Die Individuenanteile geben noch besser Aufschluss darüber als die Artenzahl, wie der aktuelle Zustand sich ökologisch bewerten lässt (Abb. 2). Mit 75 % des Gesamtfanges über alle Flächen hinweg nehmen die Waldarten im engsten Sinne (Waldarten und Laubwaldarten) den breitesten Raum ein. Auf allen Flächen außer der frischen

Tab. 3: Ökologische Gruppeneinteilung der Laufkäfer im Rahmen dieses Projektes. In Klammern die verwendeten Schlüsselziffern.

Gruppe	Definition
Sumpfwaldarten (S)	Nur oder weit überwiegend in Naß- und Feuchtwäldern (oder anderen schattigen Sumpfflächen)
Hygrophile Waldarten (HW)	bevorzugt in feuchten Wäldern
Laubwaldarten (LW)	bevorzugt oder ausschließlich in Laubwäldern (und Laubmischwäldern)
Waldarten (W)	bevorzugt oder ausschließlich in Wäldern, unabhängig von der Baumartenzusammensetzung
Arten lichter Wälder (LIW)	bevorzugt oder ausschließlich in lichten Wäldern, sowie im Offenland
Lichtungsarten (LI)	bevorzugt oder ausschließlich in Lichtungen von Wäldern, sowie im Offenland
Offenland-Arten (O)	ausschließlich im Offenland, sehr selten im Wald
Arboricole Arten (A)	baumbewohnende Arten incl. subcorticoles Arten

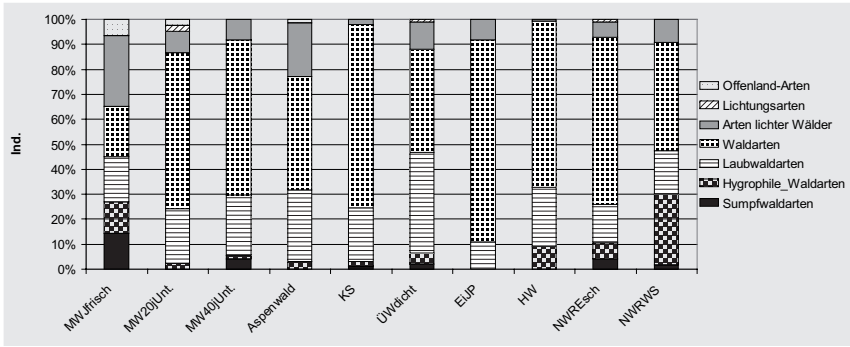


Abb. 2: Individuenanteile der ökologischen Gruppen, getrennt nach Probeflächen, angeordnet von frischem Mittelwaldhieb über Übergangswald zu Hochwald und Naturwaldreservaten (Bodenfallen).

Tab. 4: Kurzvergleich der Untersuchungen von DEMUTH (nur Waldflächen) und des Eichenwaldprojektes (nur Bodenfallen).

	Anzahl Probe- flächen (nur Wald)	Artenzahl (nur Wald- flächen)	exklusive Arten	gemeinsame Arten	Arten der RL BY 2003 (\cup = incl. V)
Eichenwaldprojekt (LWF 2002)	10	41	13	28	4 (8)
NSG Gräfhholz-Dachsberge (DEMUTH 1994)	12	45	17	28	3 (6)

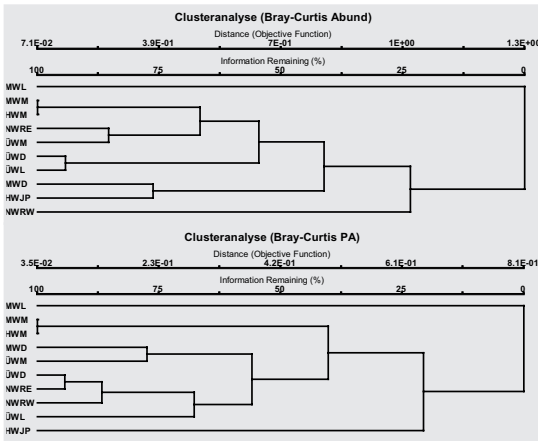


Abb. 3: Clusteranalyse (Bodenfallen) der Probeflächen (oben Bray-Curtis, Abundanzen, unten Präsenz-Absenz).

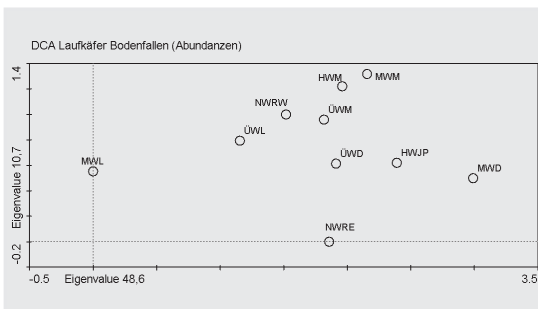


Abb. 4: Korrespondenzanalyse (DCA, Abundanzen) (Bodenfallen).

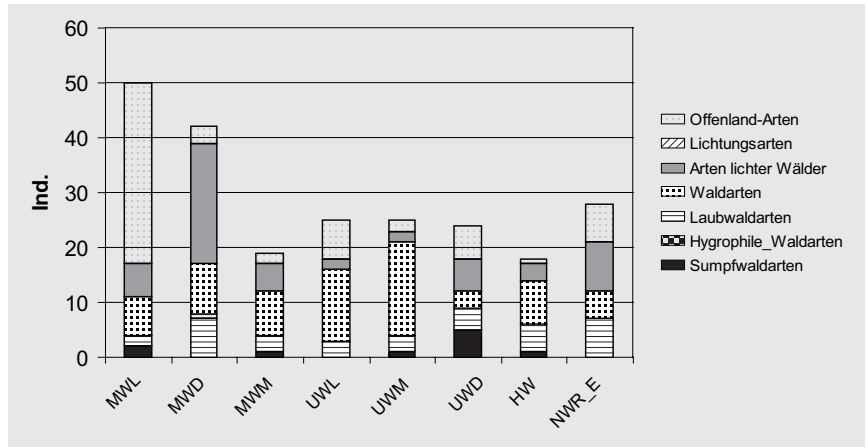
Mittelwald-Hiebsfläche (MWL) machen diese beiden Gruppen zusammen mehr als zwei Drittel der Individuen aus.

Auf allen Flächen setzt sich die Individuenzahl (bzw. Aktivitätsdichte) der Arten zu mehr als 75 % aus Waldarten im eigentlichen Sinne (einschließlich der Laubwaldarten, hygrophilen Waldarten und Sumpfwaldarten) zusammen. Schließt man die Arten lichter Wälder mit ein, sind auf allen Probeflächen sogar mehr als 90 % der Individuen als Waldarten aufzufassen. Durchschnittlich nur 1 % der Individuen der Bodenfallen sind Offenlandarten und Lichtungsarten. Je lichter die Probefläche durch einen relativ frisch zurückliegende Hiebsmaßnahme, desto größer der Anteil der Lichtungs-Arten. Am höchsten ist er auf der frischen Mittelwald-Hiebsflächen MWL und nimmt hier zusammen mit den Offenland-Arten ein Drittel des Fanges ein.

In der frischen genutzten Mittelwaldfläche erreicht der Individuenanteil der heliophilen Arten also den höchsten Anteil, geht dann aber mit dem Hochwachsen der Stockausschläge, d.h. dem Übergang von der Schlagphase und der Saumphase in die Gebüschphase des Mittelwald-Zyklus (vgl. TREIBER 2003) wieder rasch auf das relativ geringe Durchschnittsniveau zurück, so dass 40 Jahre nach dem Eingriff Offenland-Arten ganz verschwunden sind und die Lichtwald-Arten bei knapp 10 % der Individuenzahl liegen.

Bemerkenswert ist auch der hohe Individuenanteil hygrophiler Waldarten und Sumpfwaldarten in Probefläche MWL und den beiden Naturwaldreservaten Eschenschlag und Wolfsee. Bei erstem machen die Sumpfwaldarten deutlich über 10 % aus, was sich durch die Standortverhältnisse auch gut erklären lässt.

Abb. 5: Individuenzahlen der ökologischen Gruppen in den Fensterfallen (nach Probestflächen).



Ähnlichkeitsberechnungen (Cluster- und Korrespondenzanalyse)

Die Cluster-Analyse (Abb. 3) ergibt eine Sonderstellung der lichten Mittelwaldfläche (MWL). Auch das NWR Wolfsee und die Jungwuchsfläche (JP) stehen, je nach verwendetem Index, relativ isoliert.

Das Ergebnis der Korrespondenzanalyse (DCA, Abundanzen) ist in Abb. 4 wiedergegeben. Die feuchteren Flächen des frischen Mittelwaldhiebs (MWL) und des NWR Eschenschlag (NWRE) liegen abseits der übrigen Flächen. Alle anderen Flächen liegen relativ dicht beieinander. Das dicht geschlossene NWR Wolfsee liegt im zentralen Bereich der Ordination, anders als der dichte Mittelwald (MWD), der das Pendant zum lichten Mittelwald am anderen Ende der Beschirmungs-Skala darstellt. Dies kann möglicherweise durch den vertikalen und horizontalen Strukturreichtum dieses schon relativ lange nutzungsfreien Naturwaldreserves erklärt werden.

Auswertungstechnisch problematisch ist, dass die lichteste Mittelwaldfläche auch die feuchteste ist, so dass die beiden Hauptfaktoren (Beschirmung, Bodenfeuchte) schwer zu trennen sind. Auch bei DEMUTH (1994) waren 5 der 6 untersuchten Mittelwaldflächen mit frischem Stockhieb wechselseucht bis (stark) feucht.

Vergleich mit den Untersuchungen von DEMUTH (1994)

Die Untersuchungen von DEMUTH (1994) sind den hier vorgelegten von der Methodik her gut vergleichbar (s.o.). Einen Vergleich einiger Kenngrößen beider Untersuchungen gibt die Tabelle 4

wieder, wobei nur die Waldflächen in den Vergleich einbezogen sind.

Mit 5 Arten wurden relativ wenige Arten ausschließlich bei DEMUTH (1994) gefunden. Alle 5 Arten wurden jeweils nur auf einer der 12 untersuchten Probestflächen gefunden, und alle außer *Carabus purpurascens* nur in Form von Einzeltieren. Es handelt sich um die Waldarten *Carabus purpurascens* und *Calosoma inquisitor*, sowie die Sumpfwaldarten *Agonum fuliginosum*, *Oxyptelabus obscurus* und *Badister sodalis*.

Der arboricole Eichenbewohner *Calosoma inquisitor* wurde in den Untersuchungen von DEMUTH (1994) nur auf einer Probestfläche in einem Einzeltier nachgewiesen, und zwar nicht in den immerhin 6 untersuchten Probestflächen frisch genutzter Mittelwälder, sondern in einem älteren Mittelwald in der „Waldphase“. Der Fund stammte zudem aus dem Untersuchungsjahr 1991 und mithin dem zeitlichen Kontext der Schwammspinner-Massenvermehrung Anfang der 1990er Jahre, in dessen Folge sich auch beide Puppenräuber-Arten merklich vermehrt hatten (im Gebiet des Kehrenberges auch bereits 2001, Skatulla, mdl. Mitt.).

Auch *Carabus purpurascens* (bei DEMUTH als *C. violaceus*) als anspruchsvolle Art wechselfeuchter Wälder wurde nur in dieser Probestfläche gefunden.

3.3 Fensterfallen

Es wurden 8 der 10 Probestflächen mit dieser Methode beprobt, und dabei 22 Arten in 231 Individuen nachgewiesen, davon 12 Arten ausschließlich mit dieser Methode.

Vier dieser Arten sind in mehr als der Hälfte der Probeflächen und mit einer Gesamtfangzahl von über 10 Individuen vertreten. Zwei davon sind arboricol und wurden ebenfalls durch das Fogging (s. u.) in hoher Stetigkeit nachgewiesen (*Dromius agilis*, *D. quadrimaculatus*). Beide wurden in allen 8 Probeflächen gefangen und machen 41 % der Fänge der Fensterfallen aus (überwiegend in den Kronen-Fensterfallen, FFK).

Zu diesen arboricolen Arten kommen mit *Trechus quadristriatus* und *Amara aenea* zwei bodenbewohnende Lichtungs- bzw. Offenland-Arten. *Trechus quadristriatus* wurde in allen 8 Probeflächen und sogar in doppelt so hoher Aktivitätsdichte wie *Dromius quadrimaculatus* nachgewiesen. Die Art fand sich in den Bodenfallen hingegen nur sehr vereinzelt (2 Probeflächen, 3 Individuen). Bei HOCHHARDTS (2001) Untersuchungen von Niederwäldern fehlen Nachweise dieser Art völlig, und sowohl bei DEMUTH (1994) wie auch bei TRAUTNER et al. (1998) in Eichen-Bannwäldern gelang nur der Nachweis von Einzeltieren. SIEBART (1984) fand *T. quadristriatus* in hohen Fangzahlen in Flugfallen und wesentlich seltener in Bodenfallen. Bei Untersuchungen von Laubwald-Kronen (BRAUNE 2007, ARNDT & HIELSCHER 2007) wurde die Art mehrfach in höheren Aktivitätsdichten nachgewiesen und scheint ein regelmäßiger Bestandteil des „Luftplanktons“ in Laubwäldern zu sein.

Die flugstarke Art (BOUSQUET & SMETANA 1984) kann – als Erklärungsversuch für das geschilderte Nachweisverhalten (und nur für den Wald) – als „Lichtungsbewohner“ gelten, der durch starke Flugaktivität versucht, geeignete Lebensräume (wie z. B. Lichtungen im Wald) zu erreichen. Von einer arboricolen Lebensweise ist hingegen eher nicht auszugehen, da Nachweise mit Astelektoren praktisch fehlen (ARNDT & HIELSCHER 2007). Allerdings frisst diese Art auch Blattläuse (BOUSQUET & SMETANA 1984).

Diacromus germanus (RL By: V) ist hauptsächlich phytophag und ernährt sich u. a. von Gräserpollen (MARGGI 1992), die an den Grashalmen kletternd erreicht werden (DAHL 1924). Sie ist wärmeliebend, und bewohnt nach KOCH (1989) und MARGGI (1992) weniger Wälder, als vielmehr Waldlichtungen und Waldwiesen. Es gibt jedoch auch mehrere Hinweise auf ein regelmäßiges Vorkommen in Wäldern (z. B. TRAUTNER et al. 1988, 1998, KITTEL 1876), wobei es sich fast ausschließ-

lich um Eichenwälder handelt. Auch Bussler (mdl. Mitt.) fand die Art in primären Galio-Carpineten des mittelfränkischen Keupers in Fensterfallen. Die Art scheint neben einer lichten Bestockung (LINDROTH 1986) wechselfeuchte Standorte zu bevorzugen (Baehr, mdl. Mitt.), was als Bindung an die prägenden Standortsbedingungen der Labkraut-Eichen-Hainbuchenwälder verstanden werden kann. Funde gelangen bei vorliegender Untersuchung nur auf den zur Pseudovergleyung neigenden Lößstandorten. *Diacromus germanus* kann daher wohl in Bayern als Charakterart primärer Galio-Carpineten angesehen werden (MÜLLER-KROEHLING 2005).

Nachweise gelangen nur mittels Boden-Fensterfallen, in den Probeflächen 3, 4 und 7 (siehe auch im Abschnitt Fensterfallen), wahrscheinlich bei der Nahrungssuche. Bei DEMUTH (1994) gelangen hingegen – möglicherweise aus methodischen Gründen (nur Bodenfallen) – keine Nachweise der Art. MÜLLER (1983) fand *D. germanus* bei großer Fallenzahl in wenigen Individuen in Bodenfallen. *Diacromus germanus* ist über Bodenfallen möglicherweise nicht mit hinreichender Sicherheit nachzuweisen.

Amara aenea fand sich in den Bodenfallen-Untersuchungen gar nicht, jedoch in 6 der 8 Probeflächen mit Fensterfallen, was für eine hohe Stetigkeit des Vorkommens spricht. Diese relativ eurypote, häufige Offenland-Art kommt auch an Waldrändern und sicher auch auf (größeren) Lichtungen vor.

Leistus terminatus ist nicht flugfähig. Offenbar gelangte ein Exemplar in der Vegetation kletternd in eine bodennahe Fensterfalle. Auf gleichem Weg fing sich ein *Carabus auronitens* in einer Kronen-Fensterfalle. Von dieser Art ist bekannt, dass sie regelmäßig auch in die Krone zu Jagd aufsteigt (HOCHMANN et al. 1989). *L. terminatus* ist (neben Vorkommen in Niedermooren) eine Charakterart lichter, mäßig feuchter Laubwälder wie z. B. der Hartholzau. Er wird daher häufiger auch in Eichenwäldern nachgewiesen, jedoch selten in höheren Dichten (MÜLLER-KROEHLING 2005).

Notiophilus aestuans (RL By: V) ist eine „Heide-Art“, die u. a. auch größere Waldlichtungen und sehr lichte Wälder besiedelt (KOCH 1989, MARGGI 1992). Ein Einzeltier dieser sicher für Wälder nicht typischen Art fand sich in Probefläche ÜWL, d.h. im lichten Überführungswald, in einer Kronen-Fensterfalle. Auch in Fensterfallen in Ulmenkronen

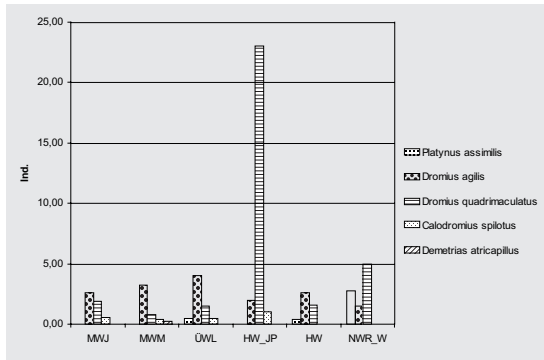


Abb. 6: Durchschnittliche Individuenzahlen baumbewohnender (arboricoler) Carabiden pro Baum in den sechs mittels Fogging untersuchten Probeflächen.

gelang ein Einzelnachweis der offenbar ausbreitungsstarken Art (BRAUNE 2007).

Bradycellus barpalinus ist ebenfalls eine Art heideartiger Vegetation. Da er sich bevorzugt in der Vegetation aufhält, wird er eher durch Käschern als durch Bodenfallen nachgewiesen (MARGGI 1992), was auch mit dem Nachweisbild in vorliegender Untersuchung übereinstimmt. Die Art wurde wie bei den Bodenfallen-Untersuchungen ausschließlich in der Probefläche MWL nachgewiesen, und hier in hoher Aktivitätsdichte (27 Individuen). Bei DEMUTH (1994) trat diese Art hingegen nicht auf.

Tachyta nana lebt als einziger heimischer Laufkäfer obligat unter der Rinde (subcorticol) und wurde daher nur mittels Fensterfallen (Boden) in einem Einzeltier gefangen. Die Art wird beim Fogging offenbar aufgrund der subcorticolen Lebensweise nicht erfasst. Es gelang der Nachweis eines Einzeltiers im MWL. Eine Bindung an die ökologischen Verhältnisse des frischen Mittelwaldhiebes besteht für diese Art jedoch sicher nicht, denn im Wege von Handaufsammlungen gelang Bussler der Nachweis von insgesamt 7 Exemplaren der Art in den Probeflächen ÜWL (5 Expl.) und JP (2 Expl.).

Ökologische Zusammensetzung der Fensterfallen-Fänge

Die Artenzusammensetzung der Fensterfallen-Fänge (Kronen- und bodennahe Fallen zusammengefasst) enthält über alle Flächen zusammen 44 % Offenlandland-Arten, ein deutlich höherer Anteil als bei den Bodenfallen-Fängen. Der Individuenanteil dieser ökologischen Gruppe liegt bei 21 %. Offenland-Arten sind mit dieser Methodik in allen

untersuchten Probeflächen nachweisbar, und dies zeigt, dass sie regelmäßig eine Flugaktivität in Wäldern entfalten können.

Beim Vergleich der Flächen (Abb. 5) wird wiederum die Sonderstellung des frischen Mittelwald-Hiebs (MWL) deutlich, wo erwartungsgemäß deutlich über die Hälfte der gefangenen Tiere Offenland-Arten sind. Im 20 jährigen Mittelwald-Hieb dominiert die „Lichtungsart“ *Trechus quadristriatus* den Fang. In den restlichen Probeflächen ist die Zusammensetzung nach ökologischen Gruppen relativ ähnlich. Auf den meisten Flächen machen arboricole Arten mindestens 50 % der Fänge aus.

Somit wird erkennbar, dass die Aktivitäten der Carabiden oberhalb der Bodenschicht einer deutlichen, gerichteten Sukzession unterliegen.

3.4 Fogging

Auf den 6 mittels Fogging beprobten Flächen wurden 155 Laufkäfer in 5 Arten nachgewiesen. Die Mehrzahl der obligat arboricolen Arten ist noch relativ schlecht erforscht (vgl. SIMON 2001), da sie überwiegend im Winterlager am Stammfuß gefunden werden, im Sommerhalbjahr aber in der Krone leben (MARGGI 1992).

In Abbildung 6 sind die durchschnittlichen Fangzahlen der Probebäume je Probefläche dargestellt. Zahlenmäßig überwiegen mit *Dromius agilis*, *D. quadrimaculatus* und *Calodromius spilotus* drei arboricole Arten. Auf drei der Flächen (ÜWL, HW, und besonders NWR Wolfsee) tritt der bodenbewohnende *Limodromus assimilis* hinzu.

Dromius agilis kommt arboricol auf Nadel- und Laubbäumen gleichermaßen vor und ernährt sich von Blattläusen und Milben (MARGGI 1992, WACHMANN et al. 1995). Er wurde auf allen Flächen gefunden, ohne eine erkennbare Bevorzugung.

Eher ein Laubbaum-Bewohner ist *Dromius quadrimaculatus* (MARGGI 1992, LINDROTH 1986). Die Nachweiszahlen sind in Hochwald und NWR Wolfsee deutlich höher als im Mittel- und Überführungswald. Besonders hohe Werte erreicht diese Art auf der Alteiche in der Jungwuchsfläche (JP).

Calodromius spilotus ist auf Bäume mit stark strukturierter Rinde spezialisiert (MARGGI 1992), und soll dabei Kiefer und Fichte (Rindenschuppen) bevorzugen (WACHMANN et al. 1995, LINDROTH 1986). Die Art wurde im Mittelwald und dem Jungbestand (JP) gefunden und fehlt in NWR und

älterem Hochwald. Sie fehlt auch in der Fläche 10, trotz der dort eingestreuten Kiefern.

Demetrius atricapillus fand sich lediglich in einem Einzeltier in einer Mittelwald-Fläche. Sie gilt als Bewohnerin verschiedener nicht bewaldeter Lebensräume und wird häufiger unter faulenden Pflanzenresten gefunden (MARGGI 1992, LINDROTH 1986). Nur gelegentlich wird auch von Funden auf Bäumen berichtet. Bussler (mdl. Mitt. 2002) allerdings fand die Art in 2000 bei Fogging-Untersuchungen im Steigerwald auf 20 % der untersuchten Bäume. Ebenfalls im fränkischen Keuper gelang ein Nachweis in der Krone einer Fichte (MÜLLER-KROEHLING unveröff.). Möglicherweise wird diese Art also nur deswegen seltener gefunden, da ihre (teilweise) arboricole Lebensweise bislang unterschätzt wurde, ein Phänomen, das bereits von anderen Arten und Artengruppen beschrieben wurde.

Limodromus assimilis als hygrophile Art fand sich beim Fogging nur im Hoch- und Überführungswald. Scharf genutzte aktive Mittelwälder dürften ihren Feuchtigkeitsansprüchen tendenziell zuwiderlaufen. Dass er sich in den Bodenfallen-Untersuchungen dennoch am häufigsten in der frischen Mittelwald-Fläche (MWL) fand, liegt mit großer Wahrscheinlichkeit wiederum daran, dass diese Fläche die feuchteste ist, und nicht an der Mittelwald-artigen Struktur bzw. Lichtigkeit.

Das Fogging ergab also, dass die meisten der wenigen mit dieser Methode nachgewiesenen Arten (nämlich die drei häufigen Dromiiden) mit hoher Stetigkeit vorkommen, d. h. auf fast allen beprobten Bäume vorhanden sind. Dabei sind Verbreitungstrends erkennbar, da eine normalerweise eher Nadelbäume bevorzugende Art sich praktisch nur im Mittel- und Überführungswald und nicht im älteren Hochwald und dem NWR, dafür aber in Jungbeständen des Hochwaldes fand. Die in die Probefläche „MWL“ eingestreuten Nadelbäume (Fichten) sind wohl nicht verantwortlich für das (verstärkte) Auftreten dieser Art, denn sie fand sich auch in Nadelbaum-freien Probeflächen.

Eine für feuchte Laubwälder typische Art (*Limodromus assimilis*) fand sich (im Fogging) nur im Hochwald und NWR und fehlte im Mittelwald vollständig. In den Bodenfallen trat sie in 6 der 10 Probeflächen und mit bei weitem höchster Abundanz im frischen Mittelwald auf, was aber mit hoher Wahrscheinlichkeit wiederum standörtlich bedingt ist (s. o.), und nicht in der Mittelwald-Be-

wirtschaftung begründet liegt.

3.5 Lichtfang

Ein quantitativer Vergleich mit den anderen Methoden ist schon wegen des unterschiedlichen Aufwandes nicht sinnvoll. Immerhin wurden aber drei Arten exklusiv mit dieser Methode nachgewiesen (vgl. Tab. 2, Tab. 5).

Bradycellus verbasci (RL By: G (=Gefährdung anzunehmen)) ist eine hygrophile, zumindest teilweise phytophage Art, und kommt unter anderem auf Waldlichtungen, Kahlschlägen, in lichten Wäldern und an Waldrändern vor (LINDROTH 1986, HÜRKA 1996). Sie wird häufig am Licht nachgewiesen (MARGGI 1992), oft ausschließlich mit dieser Methode (z. B. BAEHR 1980). So auch hier, wo ein Nachweis in Probefläche 2 mittels Lichtfalle gelang.

3.6 Besondere Arten und bemerkenswerte Funde

Die Bodenfallen-Fänge erlauben einen Vergleich mit der großen Fülle anderer, mit dieser Methode getätigter Untersuchungen. Einige Arten sollen hier besprochen werden, da ihr Vorkommen aufgrund verschiedener Umstände (Rote Liste-Status, Seltenheit im Naturraum, usw.) auf eine indikatorische Eignung oder naturschutzfachliche besondere Bedeutung hinweist, oder da sie als charakteristische Arten der Eichen-Hainbuchenwälder gelten können (MÜLLER-KROEHLING 2005).

Carabus monilis (RL BY: 3; RL D: V)

Diese westliche Art ist in Westeuropa in verschiedenen Waldtypen und anderen Lebensräumen z.T. recht häufig, während sie in Mitteleuropa, wo sie den östlichen Arealrand erreicht, stenöker einzustufen ist, und als thermophile Art Habitate der extensiv genutzten Kulturlandschaft, Feuchtgrünland und Brachen bevorzugt. Nach TURIN et al. (2003) und BAEHR (1980) ist sie in Gehölzbiotopen eher selten und dort nur in lichten Wäldern und Buschland zu finden. Daneben kommt sie BAEHR (1980) und ARNDT (1989) zufolge in Hartholz- und Bachauwäldern vor.

In 6 der 10 Probeflächen nachgewiesen, ist die Art in den untersuchten Eichenwäldern offenbar nicht selten. Eine Präferenz für Mittelwälder oder sehr lichte Wälder konnte nicht beobachtet wer-

den. In den Untersuchungen von DEMUTH (1994) gelang kein Nachweis der Art.

Carabus arvensis (RL BY: 3; RL D: V)

Im Süden und Osten Europas zunehmend auch in geschlossenen Wäldern (TURIN et al. 2003), kann *Carabus arvensis* bei uns als hygrophile Art lichter Wälder und subalpiner Heiden beschrieben werden. Im Nürnberger Reichswald ist die Art eine Charakterart feuchter Kiefernforste (HEIMBUCHER 1988).

Carabus arvensis wurde in der vorliegenden Untersuchung nur im frischen Mittelwaldhieb (MWL, PF 1) nachgewiesen. Ob dies eher dem feuchten Charakter oder der Auflichtung zuzuschreiben ist, muss offen bleiben. DEMUTH (1994) fand die Art im NSG „Gräfhholz-Dachsberge“ ebenfalls ausschließlich in den jungen Mittelwaldstadien (und hier mit hoher Stetigkeit), aber wiederum ebenfalls ausschließlich auf (teils stark) feuchten Standorten, aber nicht in den trockeneren Varianten. *C. arvensis* wurde im dicht bestockten NWR Wolfsee zusammen mit einer Reihe hygrophiler Arten nachgewiesen (SCHUON 1994), so dass möglicherweise eher der hygrophile als der heliophile Aspekt der Habitatpräferenz überwiegt.

Abax carinatus (RL BY: 3; RL D: 3)

Die anspruchsvollste, hygrophilste der vier *Abax*-Arten ist in Feucht- und Auwäldern heimisch, sowie z.T. auf wechselfeuchten Standorten (BAEHR 1980).

Abax carinatus kann als Charakterart der Eichen-Hainbuchenwälder gelten (MÜLLER-KROEHLING 2005). Bei Untersuchungen im Steigerwald-NWR „Mordgrund“ (FRITZE unveröff. 2002) trat die Art beispielsweise praktisch nur im Galio-Carpinetum auf, und hier in relativ hoher Dichte, nicht jedoch in den dort schwerpunktmäßig untersuchten Buchen- und Schluchtwaldgesellschaften. Auch bei Buchen- und Schluchtwald-Untersuchungen des Jura (FRITZE unveröff. 2001) fand sie sich (neben quelligen Wäldern) bevorzugt auf wechselfeuchten, Eichen-dominierten Standorten. In Südbayern ist sie mittlerweile fast ausgestorben, mit Reliktvorkommen u. a. noch im Bereich der Echinger Lohe einem Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald (SIEREN & FISCHER 2000).

Von DEMUTH (1994) wurde die stenöke Art nur auf wenigen Flächen, und in hoher Aktivitätsdichte nur in einem feuchten Überführungswald nachge-

wiesen, im frisch genutzten Mittelwald hingegen nur einmal in einer (feuchten) Probefläche.

In vorliegender Untersuchung gelangen in immerhin 6 der 10 Probeflächen Nachweise. Eine Bevorzugung von Mittelwald-Flächen ist nicht erkennbar. Auffallend ist, dass die Art fast „vikariierend“ mit *Carabus monilis* auftritt. Lediglich in den beiden Naturwaldreservaten und dem dichten Überführungswald kommen beide Arten syntop vor. Diese „Vikarianz“ könnte mit Konkurrenz zusammenhängen (vgl. MÜLLER 1983). Die bei weitem größte Aktivitätsdichte der Art wurde im NWR Wolfsee festgestellt. Bemerkenswert ist dort auch das syntope Vorkommen aller vier heimischen *Abax*-Arten.

Amara makolskii (RL BY: k.A.)

Diese Art wird in Deutschland meist zu *A. communis* gestellt (vgl. FREUDE 1976, MÜLLER-MOTZFELD 2004), obwohl ihre Abtrennung auch ökologisch sinnvoll erscheint. Anders als die Offenland-Bewohnerin *A. communis* ist *A. makolskii* eine Waldart und dabei Bewohnerin lichter Wälder (BURAKOWSKI 1967, HURKA 1996). Die von BURAKOWSKI (1967) postulierte direkte Bindung an Birkenvorkommen bestätigt sich, denn die Art trat u. a. auf den zwei Flächen mit der höchsten Beimischung von Birken auf, und auf allen drei Nachweisstellen finden sich Birken in der Bestockung.

4 Diskussion

4.1 Methodische Fragen

Auswahl der Probeflächen

Es gibt im natürlichen Eichenwaldareal Frankens praktisch keine alten Eichen-Hochwälder, da – bis auf wenige und meist kleinflächige Ausnahmen – alle Eichenwälder in ihrer Bestandsgeschichte über längere Zeiträume Mittelwald-artig bewirtschaftet wurden. Dies gilt daher sogar für die beiden hier untersuchten Naturwaldreservate. Die alten Eichenhochwälder des Spessarts sind sekundäre Eichenbestockungen auf Standorten des Hainsim-

Tab. 5: Artenzahlen und Zahl der exklusiven Arten nach angewandeter Methodik.

Methodik	untersuchte Flächen	nachgewiesene Arten	Individuen	exklusiv nachgewiesene Arten
Barberfallen	10	41	940	32
Fensterfallen	8	22	231	12
Fogging	6	5	107	2
Lichtfallen	6	5	6	3
Gesamt	10	60	4	-

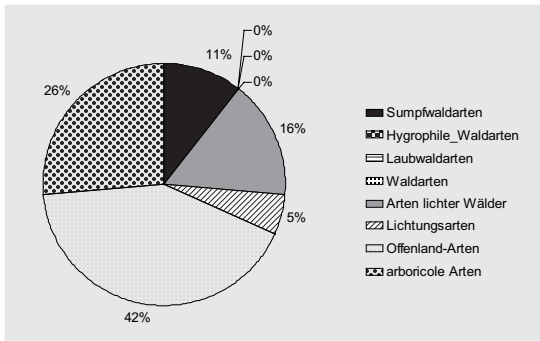


Abb. 7: Anteile der ökologischen Gruppen an den nicht über Barberfallen nachgewiesenen Arten.

sen-Buchenwaldes. Insofern fehlt zwangsläufig eine Vergleichsfläche mit Hochwald-Tradition. Es ist daher nicht ausgeschlossen, dass bestimmte stenöke Waldarten mit starker Bindung an ein Waldklima in den untersuchten Beständen oder sogar im gesamten Gebiet aufgrund der Bestandsgeschichte ausgestorben oder verschollen sind, zumal die Mittelwälder früher tendenziell stärker („schärfer“) genutzt wurden (stärkere Eingriffe, dadurch lichter Oberholz, kürzere Umtriebszeit) als heute.

Die Auswahl der Probestellen ist unter diesen Vorzeichen zu sehen. Da die frische Mittelwald-Hiebsfläche (MWL) durch den hier am feuchtesten Standort (und angrenzenden Graben), sowie ferner auch durch den höchsten (wenn auch nicht hohen) Nadelholz-Anteil aller Probestellen beeinflusst ist, sind die Ergebnisse teilweise nicht eindeutig zu interpretieren. Es wäre zweifellos wünschenswert gewesen, pro Behandlungsvariante mit mehr Wiederholungen zu arbeiten. Ebenfalls wäre eine echte Zeitreihe auf einer Probestelle interessant, ergänzend zu dem hier verfolgten „space for time“-Ansatz.

Waldflächen auf Feuchtstandorten sind grundsätzlich artenreicher als solche auf „normalen“, nicht-hygomorphen Waldstandorten. Mittel- oder Hudewälder mit Habitattradition auf intakten, nassen Standorten unterscheiden sich erwartungsgemäß deutlich in ihrer Wertigkeit von aus Erstaufstörungen hervorgegangenen, jüngeren Hochwäldern auf entwässerten Standorten (VOSEL & ASSMANN 1995), doch lässt dies keinen Schluss darauf zu, welche der genannten Faktoren entscheidend dafür ist. POSPISCHIL (1981) hat die Bedeutung eines intakten Wasserhaushaltes gerade für Eichen-Hainbuchenwälder und ihre stenöken Bewohner anhand einer Wiederholungsaufnahme

nach Grundwasserabsenkung belegt.

Methodenvergleich: Laufkäfer in der „dritten Dimension“

Stammraum und Krone gelten als schlecht erforschter Lebensraum, in dem sich noch viele unerwartete Funde verbergen, beispielsweise von lichtliebenden Arten, denen es im Bestandesinnern zu dunkel ist. Auch unter den Laufkäfern sind die arboricole Arten hinsichtlich ihrer Verbreitung und auch ihrer Habitatpräferenzen noch relativ wenig bekannt, denn die Stamm- und Kronenfauna ist normalerweise nicht Gegenstand von Laufkäfer-Untersuchungen. Einen Vergleich über die Nachweise nach dem hier angewandten Satz an Methoden gibt Tabelle 5. Bei einem quantitativen Vergleich der Methoden ist die teilweise sehr unterschiedliche Intensität zu beachten. Es kann als gesichertes Erkenntnis gelten, dass eine (annähernd) vollständige Arterfassung der Carabiden nur unter Anwendung mehrerer Methoden zu erreichen wäre.

Die meisten der nachgewiesenen Arten fanden sich in den Bodenfallen. Immerhin 41 % der Arten wurden jedoch nur mit anderen Methoden nachgewiesen. Mit den Methoden der Fensterfallen, des Foggings und des Lichtfangs können dabei nicht nur arboricole Carabiden wie die Dromiiden, sondern auch verschiedene andere Arten, die die Krautschicht oberhalb des Bodens besiedeln bzw. zur Nahrungsaufnahme nutzen, oder stark flugaktive Arten erfasst werden, die in Bodenfallen-Untersuchungen offenbar unterrepräsentiert sind.

Betrachtet man jedoch die Zugehörigkeit der zusätzlich über die zusätzlichen Methoden nachgewiesenen Arten zu ökologischen Gruppen (Tab. 6), so relativiert sich die hoch erscheinende Zahl zusätzlicher Arten.

Etwa zwei Drittel der 19 über andere Methoden als Bodenfallen nachgewiesenen Arten sind arboricole Arten (26 % Anteil) und waldmeidende Offenland-Arten (42 %). Von letzteren wurden fünf nur in Einzeltieren nachgewiesen. Hinzu kommen Lichtwald-Arten und Lichtungsbewohner mit zusammen 21 %, und Sumpfwaldarten mit 11 %. Der Anteil von Waldarten im engen Sinne tritt völlig in den Hintergrund, wie überhaupt der Anteil von (bodenbewohnenden) Waldarten im weitesten Sinne mit ca. einem Drittel gering bleibt. Daraus kann der Schluss gezogen werden, dass mit ergänzenden Methoden neben den zu erwartenden arboricolen überwiegend Arten erfasst werden,

von denen zu einem erheblichen Teil (vor allem bei den waldmeidenden Offenland-Arten) vermutet werden kann, dass sie nicht zum autochthonen Artbestand der Probeflächen gehören.

Der zusätzliche Erkenntnisgewinn weiterer Methoden für die Charakterisierung und Bewertung der Flächen aus carabidologischer Sicht erscheint daher trotz der relativ großen Zahl, nicht mit Bodenfallen nachgewiesener Arten, begrenzt. Für die ökologische Charakterisierung der Probeflächen reichen die Bodenfallen aus, denn die anderen Methoden erbrachten keine Ergebnisse, die eine andere Interpretation ergäben. Ferner haben Bodenfallen als Standard-Methode auch den Vorteil der Vergleichbarkeit mit zahlreichen anderen Untersuchungen.

Allerdings können zusätzlich angewandte Methoden dazu beitragen, einige weitere Fragestellungen zu beleuchten:

- die Ausbreitung von Arten, v. a. auf Lichtungen,
- die Bewertung des Waldes als (vermeintlicher) Ausbreitungsbarriere,
- das Vorkommen und die Habitatbindung arboricoler Arten,
- das Vorkommen auch nicht-arboricoler Arten im Stamm- und Kronenraum,
- das offenbar immer noch ungenügend bekannten Vorkommen mancher in der Krautschicht kletternder Arten

Sie vervollständigen das Bild gerade bei einem grundlegenden Vergleich verschiedener Bewirtschaftungsformen (wie hier von Eichenwäldern) insofern durchaus. Hervorzuheben ist beispielsweise der Nachweis des für Labkraut-Eichen-Hainbuchenwälder charakteristischen *Diachromus germanus* auf drei Probeflächen, der über Bodenfallen nicht gelang. Bei den Untersuchungen von MÜLLER (1983) und TRAUTNER et al. (1998) gelangen teilweise aber Nachweis dieser Art in Eichen-Hainbuchenwäldern auch mit Bodenfallen.

Für angewandte Fragestellungen erscheint insgesamt die Nutzung dieser zusätzlichen Methoden (bei den Laufkäfern) nicht obligat.

Großer und Kleiner Puppenräuber und Eichenwälder

Die beiden arboricolen Puppenräuber-Arten *Calosoma sycophanta* und *C. inquisitor* sind in hohem Maß an Eichenwälder angepasst, wenn auch nicht an jene gebunden. StMLU & ANL (1996)

erwähnen beide Puppenräuber-Arten als typische Bewohner von Mittelwäldern. Das Fehlen beider Arten in allen Probeflächen und trotz der breiten Untersuchungsmethodik, bedarf insofern einer Interpretation.

Beide Arten treten nur in „Raupejahren“ häufiger auf, und dann ohne erkennbare Bindung an bestimmte Waldstrukturen. In Normaljahren dürften sie hingegen unter der Nachweisdichte liegen.

Ob ein Nachweis der beiden Puppenräuber-Arten mittels Foggings möglicherweise wegen der feuchten Witterung im fraglichen Zeitraum nicht gelang, kann nur vermutet werden. Zumindest *C. inquisitor* ist mit Foggging während der Aktivitätsperiode jedenfalls grundsätzlich nachweisbar (Floren, mdl. Mitt.).

Beide Arten sind nicht an Mittelwald-Strukturen gebunden. Das Vorkommen von *C. sycophanta* in Neu-England, wo die Art zur Bekämpfung des eingeschleppten Schwammspinners (*Lymantria dispar*) eingebürgert wurde (BURGESS 1911, WESELOH 1985a, 1985b, 1988, 1990, 1993, 1996) und wo Mittelwald-Wirtschaft nicht verbreitet ist, legt nicht die Vermutung nahe, dass Mittelwald-artige Strukturen ein Schlüsselfaktor für diese Art sind, wie von TRAUTNER (1996) postuliert. Für *C. inquisitor* ist dies aufgrund zahlreicher Funde in Hochwäldern auszuschließen. Von *C. sycophanta* wird jedoch eine starke Bindung an wärmeres Klima angenommen (LINDROTH 1986), so dass die Wärmetönung sehr lichter Bestandsphasen sich auf diese Art in der Tat günstig aufwirken dürfte.

Naturschutzfachliche Bewertung

Die Artenzahl ist ein sehr grobes und z. T. auch ungeeignetes Maß für die Artenvielfalt im Sinne der Biodiversitätskonvention, die letztlich auf den Schutz der typischen, und nicht maximal vieler Arten abzielt.

Die nachgewiesene Gesamt-Artenzahl ist, gemessen an der Anzahl von Probeflächen und vor allem der Auswahl möglichst homogener Flächen, unter Aussparung von Sonderstandorten, als mindestens durchschnittlich anzusehen. Die mit Bodenfallen nachgewiesene Artenzahl von 41 Arten ist mit der von DEMUTH (1994) von 45 Arten auf 12 Wald-Probeflächen in Einklang. Ein Vergleich mit den Untersuchungen von DEMUTH (1994) ist grundsätzlich trotz der leicht unterschiedlichen Methodik (Fangflüssigkeit usw.) zulässig, da die Fallenzahl und Expositionsdauer vergleichbar wa-



Frisch genutzter Mittelwald am Kehrenberg (Foto: S. Müller-Kroehling)

ren, wie auch der durchschnittliche Jahresfang pro Probefläche nahelegt (hier: 94,4 versus Demuth: 95,8 Ind./Probefläche/Jahr).

Der Anteil gefährdeter Arten (einschließlich der potenziell gefährdeten) von 18 % in der gesamten Untersuchung ist nicht hoch, aber für eine Untersuchung relativ homogener Waldflächen auch nicht niedrig.

Bindung stenöker Arten an bestimmte Waldphasen oder -bewirtschaftungsarten

Einige Arten mit Mittelwald-Bindung laut Literatur, wie die beiden Puppenräuber-Arten, wurden bereits besprochen. Folgende Arten traten (und nicht nur als Einzeltiere) ausschließlich im frischen Mittelwald-Hieb (MWL) auf: *Bradycellus barpalinus*, *Pterostichus melas* und *Carabus arvensis*.

Bradycellus barpalinus wurde sowohl in den Bodenfallen als auch den Fensterfallen nur im frischen Mittelwaldhieb nachgewiesen, und könnte daher für die vorliegenden Untersuchung durchaus als „Mittelwald-Art“ gelten. Allerdings ist sie nicht an Wälder gebunden, sondern tritt auch in verschiedenen anderen, eher offenen, oft heideartigen Biotopen auf.

Pterostichus melas (RL By: V) ist eine wärme-liebende, lehmige Standorte bevorzugende Art mit oberflächlich grabender Lebensweise (BAEHR 1980, MARGGI 1992), die u. a. auch in verschiedenen lichten Laubwäldern gefunden werden kann (BURMEISTER 1939), auch wenn BAEHR (1980) für den Schönbusch angibt, sie meide den Wald. Nach MARGGI (1992) besteht möglicherweise eine Kalkbindung, was jedoch nicht zu bestätigen ist (Funde in großer Aktivitätsdichte auf saurem Lössboden). Bei vorliegender Untersuchung wurde die Art zwar

nur im frischen Mittelwald nachgewiesen, konnte jedoch auch in hochwaldartig bewirtschafteten Eichenwäldern nachgewiesen werden (MÜLLER 1985), und kommt ferner auch im Offenland vor. Sie kann daher nicht als „Mittelwald-Art“ gelten.

Carabus arvensis trat in der vorliegenden Untersuchung – (mit 4 Individuen) ebenfalls nur in der frischen Mittelwaldfläche auf. Wie dargestellt dürfte dies vorrangig an der Hygrophilie der Art liegen, denn die Art wurde bei früheren Untersuchungen u. a. auch im NWR Wolfsee gefunden.

Von einigen weiteren Arten gelangen ebenfalls nur Nachweise im Mittelwald, jedoch nur in wenigen Einzeltieren. Das Vorkommen dieser Arten erklärt sich standortsbedingt aus ihrer Hygrophilie (*Bembidion mannerheimii*, *Agonum agrum*, *Pterostichus strenuus*) bzw. ihrer Bevorzugung offener Flächen (*Agonum sexpunctatum* und *Poecilus versicolor*).

Weitere Arten traten zwar nicht ausschließlich, aber doch in den höchsten Aktivitätsdichten aller Untersuchungsflächen im frischen Mittelwald-Hieb (MWL) auf. Es sind wiederum einige hygrophile (*Limodromus assimilis*, *Pterostichus ovoideus*) bzw. euryöke, heliophile Arten (*Pt. melanarius*, *Bembidion lampros*), die nicht als Mittelwald-Arten gelten können.

Pterostichus melanarius kann stellvertretend für das Phänomen stehen, dass in lichten Wäldern, auf Hiebsflächen im Wald bzw. auf Waldlichtungen vorübergehend bzw. verstärkt so genannten „Offenland-Arten“ („Feldarten“) Arten auftreten. Sofern solche Arten aber sehr regelmäßig auch in Wäldern auftreten, ist die Einstufung als „Offenland-Art“ fragwürdig, selbst dann, wenn im Offenland meist höhere Aktivitätsdichten erreicht werden (MÜLLER-KROEHLING 2001). *Pterostichus melanarius* wird gerade in Eichenwäldern mit hoher Regelmäßigkeit nachgewiesen (MÜLLER-KROEHLING 2005; vgl. z. B. die Daten in REHAGE 1972, MÜLLER 1983, TRAUTNER et al. 1998). Eine Trennung in „Wald-“ und „Offenland-Arten“ ist also ein grob vereinfachendes Modell und darf je nach Fragestellung nicht zu starr ausgelegt werden. Keineswegs sind zwingend nur jene Arten Waldarten, die ausschließlich im Wald vorkommen, obwohl der Begriff häufig so verwendet wird (MÜLLER-KROEHLING 2001).

Darüber hinaus dringen aber auch echte Offenland-Arten wie *Poecilus versicolor*, die in Wäldern normalerweise nicht auftreten, auf Waldlichtungen oder Schlagflächen in den Wald ein, so auch im

frischen Mittelwaldhieb.

Arten, die hier ausschließlich oder vorrangig im lichten Mittelwald auftraten, kommen demnach zusammenfassend regelmäßig auch in nicht Mittelwald-artig genutzten Wäldern oder aber außerhalb des Waldes vor, wenn auch zum Teil in geringeren Aktivitätsdichten. Eine Bindung von Laufkäfer-Arten an mittelwaldartige Strukturen kann nach den vorliegenden Ergebnissen der Laufkäfer (einschließlich DEMUTH 1994), daher nicht angenommen werden. Dies deckt sich mit den Ergebnissen für Niederwälder des Schwarzwaldes (HOCHHARDT 2001).

Bemerkenswert ist die Artenvielfalt der Laufkäfer, gerade auch stenöker Waldlaufkäfer, in den Naturwaldreservaten. So trat beispielsweise der montan getönte *Abax ovalis* nur im NWR Wolfsee auf, und nur hier kamen alle vier *Abax*-Arten gemeinsam vor.

Bewertung von Mittelwäldern für den Erhalt der Biodiversität

Gemessen an ihrer Laufkäferfauna kommt den untersuchten Mittelwäldern keine herausragende Bedeutung für den Erhalt der Biodiversität zu. Sie sind artenreich, jedoch nicht bedeutend artenreicher als strukturreiche Hochwälder oder Naturwaldreservate. Es sind keine Arten erkennbar, die an Mittelwälder bzw. mittelwaldähnliche Strukturen gebunden wären, und nicht auch in anderen Lebensräumen, wie z. B. im Offenland, in Gebüsch, Hecken, Heiden usw. vorkämen. Keine Laufkäferart würde also im Bezugsraum aussterben, wenn es keine Mittelwälder mehr gäbe (was natürlich nicht angestrebt wird). Auch für die für Labkraut-Eichen-Hainbuchenwälder Bayerns charakteristischen Arten wie *Abax carinatus*, *Carabus monilis*, *Calosoma inquisitor* oder *Diachromus germanus* (MÜLLER-KROEHLING 2005) konnte keine Bevorzugung von Mittelwäldern festgestellt werden.

Die Ergebnisse stehen in Einklang mit den Daten von DEMUTH (1994). Inwiefern die in früheren Jahrhunderten „schärfere“ Nutzung der Mittelwälder (höhere Eingriffstärken und raschere Eingriffswiederkehr, weniger Laßreitell auf der Fläche), anders zu bewerten wäre, muss mangels Verfügbarkeit solcher Untersuchungsflächen offen bleiben. Tendenziell dürften jedoch die beobachteten Ergebnisse und Trends auch hier gelten.

Auch für die Gruppe der arboricolen Laufkäfer

ist der Mittelwald weder artenreicher, noch individuenreicher oder naturnäher. Den Naturnähezeigern wie der typischen Laubwaldart *Dromius quadrimaculatus* und der hygrophilen Waldart *Limodromus assimilis* bietet im Gegenteil der Hochwald die besseren Lebensbedingungen, ganz besonders wiederum das Naturwaldreservat Wolfsee. WEIGEL (1996) untersuchte die xylobionte Käferfauna eines Eichen-Totalreservates und eines angrenzenden Eichen-Mittelwaldes im NSG „Gottesacker“ in Thüringen mit einem Methoden-Mix. Es gelang auch der Nachweis von fünf arboricolen Laufkäfer-Arten, von denen drei auch in der vorliegenden Untersuchung gefangen wurden (*Dromius agilis*, *D. quadrimaculatus*, *Calodromius spilotos*). Er fand ferner noch die seltenen und themophilen Arten (vgl. TRAUTNER 1984) *Dromius schneideri* und *Philorhizus notatus*, ersten über Lichtfang, zweiten über einen Stammelektor. Bemerkenswert ist, dass alle fünf Arten im Totalreservat, aber nur zwei davon (*D. quadrimaculatus*, *P. notatus*) im Eichen-Mittelwald nachgewiesen wurden.

Bei Betrachtung der ökologischen Wertigkeit darf auch nicht übersehen werden, dass die noch vorhandenen Mittelwälder oftmals in ökologisch besonders intakten Landschaften mit hohem Laubwaldanteil zu finden sind, und dass diese Wirtschaftsform ferner oftmals gerade dort noch erhalten geblieben sind, wo die Standortverhältnisse extrem sind, sich einer Nutzungsintensivierung entzogen haben und daher vom Menschen noch relativ unverändert sind (oftmals strenge Tone oder stark wechselfeuchte oder wechsellückene, oder auch relativ feuchte Standorte). Auf solchen Standorten ist schon von vornherein eine artenreiche Artenzusammensetzung und ein relativ hoher Anteil gefährdeter Arten zu erwarten.

Hochwälder, die hinsichtlich ihrer Eingriffsstärke vielfältig bewirtschaftet werden, können zum Erhalt der Biodiversität der Laufkäfer nach den vorliegenden Untersuchungen eine ebensolchen Beitrag leisten, wie Mittelwälder. Die lichtliebenden Arten sind wohl überwiegend mobil genug, um die Hiebsflächen zu erreichen, wenn sie nicht ohnehin (in geringer Dichte) im Vorbestand vorhanden sind.

Der Wert alter und sehr alter Bestände mit Bestandsklima und einer „Waldtradition“ für die Laufkäfer-Fauna ist ganz besonders hervorzuheben. Sie sind regelmäßig die Heimat stenöker Traditionszei-

ger unter den Laubwaldarten, wie *Carabus intricatus*. Nachweise solcher Arten fehlen in der vorliegenden Untersuchung, da auch entsprechende Voraussetzungen seitens des Waldbestandes fehlen. Es ist nicht ausgeschlossen, dass die Mittelwaldnutzung, zumal die in früheren Zeiten noch schärfer ausgeprägte, zu einer lokalen bis regionalen Auslöschung solcher ausbreitungsschwachen Waldarten geführt hat.

Dass die beiden untersuchten Naturwaldreservate, obwohl ehemalige Mittelwälder und noch weit von der lichten Zerfallsphase entfernt, dennoch den hohen Wert ungenutzter und älterer Bestände aufzeigen, ist bemerkenswert. Die Ursache könnte in der erheblich höheren Totholzmenge alter Stadien und ungenutzter Wälder liegen, die eine Bereicherung des Bodenlebens und somit auch der verfügbaren Nahrungsressourcen für Laufkäfer bewirken.

Zusammenfassung

Laufkäfer auf 10 Probeflächen in Mittel- und Unterfränkischen Eichenwäldern wurden mittels Bodenfallen (10 PF), Boden- und Kronen-Fensterfallen (8 PF), sowie Fogging (6 PF) untersucht und verglichen. Weitere Beifänge gelangen bei Lichtfängen und Handaufsammlungen an Totholz.

Mittelwälder sind hinsichtlich ihrer Carabidenfauna zwar relativ artenreich, unterscheiden sich hinsichtlich des Vorkommens gefährdeter und geschützter Arten und typischer Arten der Eichen-Hainbuchenwälder aber nicht von Überführungswäldern, hochwaldartig bewirtschafteten Wäldern und ungenutzten „Naturwäldern“ (Naturwaldreservaten). Es sind keine Waldarten erkennbar, die ausschließlich oder vorzugsweise in Mittelwäldern vorkommen. Die „größere Artenvielfalt“ kommt vielmehr überwiegend durch „Offenland-Arten“ und Arten der Waldlichtungen zustande. Relativ artenarm sind aus dem gleichen Grund einheitlich strukturierte Hochwälder.

Auch stenöke Eichenwald-Bewohner wie *Abax carinatus* und *Carabus monilis* waren in den untersuchten Mittelwald-Probeflächen nicht häufiger oder steter in ihrem Auftreten als in den Vergleichsflächen. Zwar traten einige Arten in der vorliegenden Untersuchung nur im frischen Mittelwaldhieb auf, doch sind dies Arten, von denen Vorkommen auch außerhalb des Waldes oder in

Hochwäldern bekannt sind. Es handelt sich bei diesen auch nicht um besonders hochgradig gefährdete Arten, oder solche mit einer besonderen Schutzverantwortung Mitteleuropas.

Durch eine vielfältige Bewirtschaftung der Eichen-Hochwälder kann die in Eichenwäldern zu findende, typische Fauna der Laufkäfer ebenso erhalten werden wie durch eine Mittelwaldwirtschaft. Außer, dass sie vielfältige naturnahe Strukturen (horizontale und vertikale Strukturvielfalt, Baumarten, Totholz) schaffen sollte, sind seitens der Laufkäfer-Biodiversität keine speziellen Anforderungen an die Bewirtschaftung von Eichenwäldern zu stellen.

Die hohe Wertigkeit ungenutzter Wälder, selbst für eine nicht xylobionte Gruppe, muss hervorgehoben werden.

Danksagung

Die Auswertung erfolgte als Teil des Kuratoriumsprojektes V56, das von der Bayerischen Staatsforstverwaltung finanziert wurde. Die Projektleitung hatten J. Müller und U. Simon inne.

Für die zur Verfügung gestellten Vergleichsdaten wird der Regierung von Mittelfranken, Herrn K. Demuth und Herrn Prof. Dr. N. Grosser (Erfurt), für die Überprüfung einiger Tiere Herrn M.-A. Fritze (Bayreuth) und P. Schäfer (Telgte) herzlich gedankt. Mein Dank geht ferner an die unbekannteren Reviewer der Arbeit für ihre konstruktiven Anmerkungen.

Literatur

- ARNDT, E. (1989): Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Gattung *Carabus*. – Beitr. Ent.39(1): 63–103.
- ARNDT, E. & S. HIELSCHER (2007): Ground beetles in the forest canopy: species composition, seasonability, and year-to-year fluctuation. – In: UNTERSEHER, M., MORAWETZ, W., KLOTZ, S. & E. ARNDT (Hrsg.): The canopy of a temperate floodplain forest. Results from five years of research at the Leipzig canopy crane. – Leipzig University, S. 106–110.
- ASSMANN, T. (1994): Epigäische Coleopteren als Indikatoren für historisch alte Wälder der Nordwestdeutschen Tiefebene. NNA–Ber. 7(3): 142–151.
- ASSMANN, T. & B. FALKE (1997): Bedeutung von Hudelandschaften aus tierökologischer und naturschutzfachlicher Sicht. – Schriftenr. Landschaftspf. u. Naturschutz 54: 129–144.
- ASSMANN, T., BALKENOHL, M., DAFFNER, H., GEBERT, J., HIEKE, F., LOHSE, G.A., LOMPE, A., MÜLLER-MOTZFELD, G., SCHMIDT, J., TRAUTNER, J. & D.W. WRASE (1998): 1. Familie Carabidae. – In: LUCHT, W. & B. KLAUSNITZER (Hrsg.): Die Käfer Mitteleuropas, Bd. 15, S. 23–76.

- BAEHR, M. (1980): Die Carabidae des Schönbuchs bei Tübingen. 1. Faunistische Bestandsaufnahme. – Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.Würt. 51/52(2): 515–600.
- BÄRNTHOL, R. (2003): Nieder- und Mittelwald in Franken. Waldwirtschaftsformen aus dem Mittelalter. – Bad Windsheim, 152 S.
- BEUTLER, A. (1997): Das Weidlandschaftsmodell: Großtiere und Vegetation Mitteleuropas im Jungpleistozän und Frühholozän, Versuch einer Rekonstruktion der natürlichen Landschaft. – Natur und Kulturlandschaft 2: 194–206.
- BOLZ, R. (1999): Mittel- und Hutewälder als ein Leitbild für eine „natürliche“ Waldform in Mitteleuropa. – Natur- und Kulturlandschaft 3: 198–207.
- BRAUNE, A. (2007): Vergleich der Insektenfauna von einheimischen Ulmen und *Ulmus x resist*a im Stadtgebiet München. – Unveröff. Diplomarbeit TU München, 75 S. + Anh.
- BOUSQUET, Y. & A. SMETANA (1984): *Trechus quadristriatus*, a palearctic species introduced into North America. – Canadian Entomologist 116: 215–220.
- BURAKOWSKI, B. (1967): Biology, evology and distribution of *Amara pseudocommunis* BURAK. – Ann. Zool. 24: 485–526.
- BURGESS, A.F. (1911): *Calosoma sycophanta*: its life history, behavior, and successfull colonization in New England. – U.S. Dept. Agric. Bur. Ent. Bull. 101, 94 S.
- BURMEISTER, F. (1939): Biologie, Ökologie und Verbreitung der europäischen Käfer auf systematischer Grundlage. I. Adephaga. I. Familienreihe: Caraboidea.
- COCH, T. & M. MÜLLER-BAUERNFEIND (2002): Wiederaufnahme des Mittelwaldbetriebes im Opfinger Mooswald. – Naturschutz und Landschaftsplanung 34(6): 165–170.
- DAHL, T. (1924): Beiträge zur Kenntnis der Ökologie der deutschen Carabiden. – Kiel, 99 S.
- DEMUTH, K. (1994A): Laufkäfer (Carabidae). – In IFANOS (1993): Pflege- und Entwicklungsplan NSG 500.27 „Gräbholz und Dachsberge“ (Unveröff. Gutachten im Auftr. Reg. von Mittelfranken) S. 94–107.
- FALKE, B. & T. ASSMANN (2001): Laufkäferuntersuchungen in nordwestdeutschen Hudewäldern und Hudelandschaften. – Angewandte Carabidologie Supplement 2: 51–54.
- FALKE, B., OEVERMANN, S. & T. ASSMANN (2000a): Bedeutung und Folgen der Waldweide für stenotope Laufkäferarten in nordwestdeutschen Wäldern. – Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. 12: 289–294.
- FALKE, B., OEVERMANN, S. & T. ASSMANN (2000b): Ground beetles in an medieval wood-pasture reserve in north-west Germany. – In BRANDMAYR et al. (Hrsg.): Natural History and Applied Ecology of Carabid Beetles: 265–275.
- FREUDE, H. (1976): Carabidae (Laufkäfer). In: FREUDE, H., HARDE, K.W. & LOHSE, G.A. (Hrsg.): Die Käfer Käfer Mitteleuropas, Bd. 2. – Krefeld, 302 S.
- FRITZE, M.-A. (2002): Erfassung von Laufkäfern in ausgewählten Naturwaldreservaten und naturnahen Wäldern in Nordbayern. – Unveröff. Gutachten i. Auftr. LWF, 28 S. + Anh.
- GAUSS, R. (1963): Bermerkenswerte badische Käferfunde. – Mitt. Bad. Landesverb. Naturkunde und Naturschutz N.F. 8: 439–443.
- GEISER, R. (1992): Auch ohne *Homo sapiens* wäre Mitteleuropa von Natur aus eine halboffene Weidlandschaft. – Laufener Seminarbeiträge 2/92: 22–34.
- GEISER, R. (1994): Artenschutz für holzbewohnende Käfer. – Ber. ANL 18: 89–114.
- HEIMBUCHER, D. (1988): Vergleichende Habitatanalyse und -bewertung in Kiefernwäldern mit Hilfe der Bodenfauna. – Schriftenr. Bayer. LfU H. 83: 101–149.
- HOCHHARDT, W. (2001): Die Laufkäferbesiedlung ehemaliger und rezenter Niederwälder des Mittleren Schwarzwaldes. – Angewandte Carabidologie Supplement 2: 55–60.
- HOCKMANN, P., SCHLOMBERG, P., WALLIN, H. & F. WEBER (1989): Bewegungsmuster und Orientierung des Laufkäfers *Carabus auronitens* in einem westfäligen Eichen-Hainbuchen-Wald (Radarbeobachtungen und Rückfangexperimente). – Abh. Westf. Mus. Naturkd. 51(1): 1–71.
- HÜRKA, K. (1996): Carabidae of the Czech and Slovak Republics. – Zlin, 565 S.
- JANSSEN, W. (1982): Jahresrhythmik und Aktivitätsdichte von Carabiden in einem Eichen-Hainbuchenwald (Quercu-Carpinetum im NSG Hasbruch bei Oldenburg/Nds.). – Drosera 82(1): 33–38.
- KITTEL, G. (1876): Systematisches Verzeichnis der Sandkäfer und Laufkäfer, welche in Bayern und der nächsten Umgebung vorkommen. – Jahresbericht über das königliche Lyceum zu Passau für das Studienjahr 1875/76, 16 S.
- KOCH, K. (1989): Die Käfer Mitteleuropas. Ökologie, Bd. 1. – Krefeld, 440 S.
- LORENZ, W. (2003): Rote Liste gefährdeter Lauf- und Sandlaufkäfer Bayerns. – Schriftenr. Bayer. LfU 166: 102–111.
- LORENZ, W. et al. (2004): Arbeitsatlas der Laufkäfer in Bayern. – www.carabidfauna.de
- LUX, A. (2000): Die Dynamik der Kraut-Gras-Schicht in einem Mittel- und Niederwaldsystem. Untersuchungen im Gebiet des Kehrenberges bei Bad-Windsheim. – Diss. Bot. 333, 224 S. + Anl.
- MARGGI, W. A. (1992): Faunistik der Sandlaufkäfer und Laufkäfer der Schweiz, Teil 1 (Text). – Documenta Faunistica Helvetica 13. – Neuchatel, 477 S.
- MÜLLER, J.K. (1983): Konkurrenzvermindung durch ökologische Sonderung bei Laufkäfern. Untersuchungen zur Einnischung der bodenlebenden Carabiden eines Eichen-Hainbuchen-Waldes mit einer Vorbemerkung zur Aussagekraft der Fallenfangmethode. – Diss. Univ. Freiburg, 214 S.
- MÜLLER-MOTZFELD, G. (2001): Laufkäfer in Wäldern Deutschlands. – Angewandte Carabidologie Supplement 2: 9–20.
- MÜLLER-MOTZFELD, G. (2004, HRSG.): Bd. 2 Adephaga 1: Carabidae (Laufkäfer). – In: FREUDE, H., HARDE, K.W., LOHSE, G.A. & B. KLAUSNITZER (Hrsg.): Die Käfer Mitteleuropas. (2. Aufl.) – Heidelberg/Berlin, 521 S.
- MÜLLER-KROEHLING, S. & O. SCHMIDT (1999): Großtiere als Landschaftsgestalter? – Nationalpark 3/99: 8–11.
- MÜLLER-KROEHLING, S. (2001): Welchen Lebensräumen entstammt die heutige Artenvielfalt in Mitteleuropa (am Beispiel der Laufkäfer). – Natur und Kulturlandschaft 5: 99–109.
- MÜLLER-KROEHLING, S. (2003): Teilband 5: Laufkäfer. – In MÜLLER, J. et al. (2003): Waldökologischer Vergleich von Eichenmischwäldern und Mittelwäldern. Abschlussbericht Projekt V56 der Bayer. LWF, 37 S. (www.lwf.bayern.de).
- MÜLLER-KROEHLING, S. (2005): Laufkäfergemeinschaften als Zielartensystem für die nach Artikel 13d BayNatschG geschützten Waldgesellschaften und die Wald-Lebensraumtypen des Anhanges I der FFH-Richtlinie in Bayerns Wäldern, unter Einbeziehung der natürlicherweise waldfreien Sonderstandorte im Wald. – Abschlussbericht des Kuratoriumsprojektes V52 (LWF), 248 S.

- NILSSON, I. N. (1987): Jordlöparsamhället i ekdomineradeskogar i Sydsvrige [Carabid beetles in Oak Forests in Southern Sweden]. – Entomologiske Meddelelser 55(2–3): 171–174.
- PABST, M. (2004): Untersuchungen zur Schutzwürdigkeit des FND "Loh" bei Großliebringen (Ilm-Kreis, Thüringen) unter Berücksichtigung von Pflege und Entwicklung. – Unveröff. Diplomarbeit FH Erfurt.
- POSPISCHIL, R. (1981): Die Entwicklung der Käferfauna des Naturschutzgebietes "Im Hölken" von 1958 bis 1977 und die Bedeutung einiger Käferarten als Bioindikatoren. – Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal 34: 78–91.
- RATHS, U. & U. RIECKEN (1999): Laufkäfer im Drachenfelsen Ländchen. – Raumeinbindung und Biotopnutzung sowie Aspekte zur Methodenoptimierung und Landschaftsentwicklung. – Schriftenr. Landschaftspfll. Naturschutz 59, 156 S.
- RAUH, J. (1993): Faunistisch-ökologische Bewertung von Naturwaldreservaten anhand repräsentativer Tiergruppen. – Schriftenreihe Naturwaldreservate in Bayern 2: 199 S.
- REHAGE, H.-O. (1972): Ökologisches Verbreitungsmuster von Carabiden und Staphiliniden im Stadtholz Wiedenbrück. – Natur und Heimat 32(2): 59–65.
- SCHUON, M. (1994): Faunistisch-ökologische Charakterisierung von 21 Naturwaldreservaten Bayerns anhand der Laufkäferarten. – Unveröff. Diplomarbeit LMU München, 68 S.
- SDW (SCHUTZGEMEINSCHAFT DEUTSCHER WALD, 1999): Zehn Thesen zum Eichenmischwald in Bayern. Positionspapier des „Arbeitskreises Eichenmischwald“ der SDW vom 10.5.1999, 4 S.
- SIEBART, H. (1984): Die Käfer in Buchenwäldern bei Braunschweig. – Braunschw. Naturk. Schr. 2(1): 131–143.
- SIEREN, E. & F.P. FISCHER (2000): Dynamik der Laufkäferfauna. – In: Pfadenhauer, J. et al. (Hrsg.): Sicherung und Entwicklung der Heiden im Norden von München. – Angewandte Landschaftsökologie 32: 119–169.
- SIMON, U. (2001): Vertikalverteilung und Saisonalität von Arten der *Dromius*-Gruppe an Waldkiefern (*Pinus sylvestris* L.). – Angewandte Carabidologie Supplement 2: 117–122.
- STMLU & ANL (1996): Landschaftspflegekonzept Bayern, Bd. II.13 Nieder- und Mittelwälder. – München/Laufen, 302 S.
- TRAUTNER, J. (1984): Zur Verbreitung und Ökologie der *Dromius*-Arten in Württemberg. – Jh. Ges. Naturkde. Württemberg 139: 211–215.
- TRAUTNER, J. (1996): Der Große Puppenräuber (*Calosoma sycophanta*) in Südwestdeutschland. Aktuelle und historische Verbreitung, Biologie, Habitat, Gefährdung und Schutz. – Mitt. internat. entomol. Ver. Frankf./Main 21(3/4): 81–104.
- TRAUTNER, J., GEISSLER, S. & J. SETTELE (1988): Zur Verbreitung und Ökologie des Laufkäfers *Diachromus germanus*. – Mitt. Ent. Ver. Stuttgart 23: 86–105.
- TRAUTNER, J., MÜLLER-MOTZFELD, G. & BRÄUNICKE, M. (1996): Rote Liste der Sandlaufkäfer und Laufkäfer Deutschlands. (2. Fassung, Stand Dez. 1996). – Naturschutz und Landschaftsplanung 29(9): 261–273.
- TRAUTNER, J., BRÄUNICKE, M. & J. RIETZE (1998): Laufkäfer. In BÜCKING, W. (Hrsg.): Faunistische Untersuchungen in Bannwäldern: 118–155 + Anl.
- TRAUTNER, J. & J. RIETZE (2001): Entwicklung der Laufkäferzönose einer Waldbrandfläche im Odenwald. – Angewandte Carabidologie Supplement 2: 69–80.
- TREIBER, R. (2003): Genutzte Mittelwälder – Zentren der Artenvielfalt für Tagfalter und Widderchen im Südsaß. – Naturschutz und Landschaftsplanung 35(1): 50–63.
- TURIN, H. (2000): De Nederlandse Loopkevers. Verspreiding en Oecologie. – Utrecht, 666 S.
- TURIN, H., PENEV, L. & A. CASALE (2003): The Genus *Carabus* in Europe. A Synthesis. – Sofia-Moscow, 511 S.
- VOSSSEL, E. & T. ASSMANN (1995): Die Chilopoden, Diplopoden und Carabiden unterschiedlich genutzter Waldflächen bei Bentheim (Südwest-Niedersachsen): Vergleich eines Wirtschaftshochwaldes mit zwei ehemaligen Hudeflächen. – Drosera 95(29): 127–143.
- WACHMANN, E., PLATEN, R. & D. BARNDT (1995): Laufkäfer. Beobachtung, Lebensweise. – Augsburg, 295 S.
- WALENTOWSKI, H., GULDER, H.-J., KÖLLING, C., EWALD, J. & W. TÜRK (2001): Die regionale natürliche Waldzusammensetzung Bayerns. – LWF-Berichte 32, 96 S.
- WEIGEL, A. (1996): Untersuchungen zur Holzkäferfauna (Coleoptera xylobionta) des Mittelwaldes im NSG „Gottesholz“ bei Arnstadt (Thüringen). – Insecta 4: 58–79.
- WESELOH, R.M. (1985a): Predation by *Calosoma sycophanta*: Evidence for a large impact on Gypsy Moth (*Lymantria dispar*) pupae. – Canadian Entomologist 117: 1117–1126.
- WESELOH, R.M. (1985b): Changes in population size, dispersal behavior, and reproduction of *Calosoma sycophanta*, associated with changes in Gypsy Moth (*Lymantria dispar*) abundance. – Environ. Entomol. 14(3): 370–377.
- WESELOH, R.M. (1988): Prey preferences of *Calosoma sycophanta* larvae and relationship of prey consumption to predator size. – Canadian Entomologist 120: 873–880.
- WESELOH, R.M. (1990): Experimental forest releases of *Calosoma sycophanta* against the Gypsy Moth. – J. Econ. Entomol. 83(6): 2229–2234.
- WESELOH, R.M. (1993): Adult feeding affects fecundity of the predator *Calosoma sycophanta*. – Entomophaga 38(4): 435–439.
- WESELOH, R. M. (1996): Rearing the cannibalistic larvae of *Calosoma sycophanta* in groups. – J. Entomol. Sci. 31(1): 33–38.

Anschrift des Verfassers

Stefan MÜLLER-KROEHLING
 Bayerische Landesanstalt für Wald und
 Forstwirtschaft
 Am Hochanger 11
 85354 Freising
 E-mail: mkr@lwf.uni-muenchen.de