

Laufkäfergemeinschaften typischer Lebensräume in Mittelfranken/Bayern

(Coleoptera: Carabidae)

von

BERND NAUMANN

Summary: This paper is part of a project of the FH Weihenstephan, Department Triesdorf for characterisation and evaluation of habitats by means of indicator species. For typical habitats in western Middle Franconia/Bavaria ground beetle communities (Coleoptera, Carabidae) are determined and evaluated on the basis of different parameters such as dominance class, body size, type of reproduction, wing situation, ecological type, biotope connection and habitats preferred. For the different biotope types often no exclusive indicator species can be identified with the ground beetles. It is however possible to describe species collectives within the regional context. These typical groupings are characterised by high steadiness for certain ecological behavior. The species involved reveal with their partially high dominances the great importance for the appropriate biocoenosis. During the years 1999–2001 altogether 3260 ground beetles from 102 species were recorded.

Zusammenfassung: Die vorliegende Arbeit ist Teil eines Projektes an der FH Weihenstephan, Abt. Triesdorf zur Charakterisierung und Bewertung von Lebensräumen mittels Leitarten. Für typische Lebensräume in Westmittelfranken/Bayern werden Laufkäfergemeinschaften (Coleoptera, Carabidae) ermittelt und anhand verschiedener Parameter wie Dominanzklasse, Körpergröße, Fortpflanzungstyp, Flügelsituation, Ökologischer Typ, Biotopbindung und Vorzugslebensraum bewertet. Für die unterschiedlichen Biotoptypen lassen sich bei den Laufkäfern oftmals keine exklusiven Leitarten identifizieren. Es ist aber möglich, Artenkollektive im regionalen Kontext zu beschreiben. Diese charakteristischen Gruppierungen zeichnen sich durch hohe Stetigkeit für bestimmtes ökologisches Verhalten aus und die beteiligten Arten offenbaren mit ihren teilweise hohen Dominanzen die große Bedeutung für die entsprechende Biozönose. Insgesamt wurden in den Jahren 1999–2001 3260 Carabiden aus 102 Arten nachgewiesen.

1. Einleitung

Verlust und zunehmender Gefährdung vieler Lebensräume versucht der Naturschutz durch Ergreifen zutreffender Schutzmaßnahmen entgegenzuwirken. Langfristig überlebensfähige Tier- und Pflanzenbestände sollen erhalten bzw. wiederhergestellt werden. Hierfür müssen aber Zustände und Entwicklungen von Ökosystemen beurteilbar sein. Zum Charakterisieren und Bewerten von Lebensräumen eignet sich neben der Vegetation auch das Vorkommen von Tierarten, wenn sich diese durch einen ausreichend hohen Bindungsgrad an ihren Lebensraum auszeichnen. Oft jedoch sind die meisten Tierarten nicht oder nicht ausschließlich an vegetationskundlich definierte Raumeinheiten gebunden (MIOTK, 1986). Vielmehr ist eine Vielzahl weiterer Parameter für die Habitatbindung von Tierarten verantwortlich (siehe RIECKEN, 1990). Zur Bewertung des Vorkommens von Tierarten sind auf Vollständigkeit ausgerichtete Bestandsaufnahmen wegen des hohen Aufwandes kaum durchführbar (MIOTK, 1986). Als Konsequenz daraus wird die Erstellung lebensraumtypenbezogener Verzeichnisse von Zeigerorganismen gefordert (PLACHTER, 1989). Sie sollten sogenannte Leitarten mehrerer ausgewählter Artengruppen aus verschiedenen Straten der beobachteten Biotope enthalten. Stellvertretend für andere Arten einer Biozönose sollen Leitarten Aussagen über Zustand und Entwicklung eines Raumes ermöglichen (SACHTELEBEN, 1998). Das Vorkommen oder Fehlen einzelner Arten, die mehr oder weniger komplette Zusammensetzung von Taxozönosen sowie von bestimmten ökologischen Gilden (epigäische Raubarthropoden, Blütenbesucher, Phytophage, Parasitoidenkomplexe usw.) bilden hierbei wertbestimmende Faktoren (RIECKEN, 1997). Überdies sollten Leitarten zur Minimierung des Zeitaufwandes vergleichsweise leicht erfaßbar sein. Da die Verbreitung, Habitatwahl und Reaktionsnorm vieler Arten starken regionalen Unterschieden unterworfen ist, sollten die Zeigersysteme außerdem regionalen oder lokalen Bezug aufweisen (PLACHTER, 1989; RIECKEN, 1990; NETTMANN, 1991; MÜLLER-MOTZFELD, 1991).

Als Bewertungsmerkmale zum Vorkommen von Tierarten dienen nach RECK (1990) folgende Kriterien:

Gefährdung,
Seltenheit,
Vollständigkeit (der Zönose),
Vielfalt (der biotoptypischen Arten).

Dazu müssen

Erwartungswerte für Artenvorkommen (verschiedene Bezugsräume) bekannt sein (oder ermittelt werden),
Bestandsmonitoring (oder ersatzweise eine Einschätzung für die „Roten Listen“) vorliegen
Faunistik und
Autökologie bekannt sein.

Für die Familie der Laufkäfer können viele der oben genannten Bedingungen als erfüllt angesehen werden. So ist, neben dem Auftreten in allen Landlebensräumen einschließlich der Uferbereiche, von einem vergleichsweise guten faunistischen und ökologischen Kenntnisstand auszugehen (TRAUTNER, 1993). Auch liegen für Deutschland (TRAUTNER et al., 1997) sowie für Bayern (LORENZ, [2004]) Rote Listen vor. Darüber hinaus sind (ergänzt nach TRAUTNER, 1993),

der gute taxonomische Kenntnisstand zusammen mit den vorhandenen Standardwerken zur Bestimmung,

die Vergleichbarkeit durch die lang zurückliegende Tradition faunistischer Arbeiten,

die gute Erfassbarkeit mittels verlässlicher und reproduzierbarer Methoden,

der zum Teil hohe Gefährdungsgrad und

die empfindliche Reaktion auf Umweltveränderungen

weitere wichtige Gründe, welche diese Gruppe als besonders geeignete Bioindikatoren ausweisen.

In diesem Zusammenhang soll die vorliegende Arbeit zur Kenntnis der Laufkäfergemeinschaften typischer Biotoptypen in Westmittelfranken beitragen. Die Daten entstammen einem Projekt an der Fachhochschule (FH) Weihenstephan, Abt. Triesdorf zur Charakterisierung und Bewertung von Lebensräumen mittels Leitarten.

2. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt in der Region Westmittelfranken in der dort typischen Schichtstufenlandschaft. Es erstreckt sich als Transekt mit einer Länge von 12 km (beginnend 11 km südwestlich von Ansbach bei Kleinbreitenbronn) in südwestlicher Richtung bis zum Gelben Berg im Hahnenkamm am nordwestlichen Ausläufer der Südlichen Frankenalb. Das Untersuchungsgebiet ist Teil der Naturräume Mittelfränkisches Becken (113) und Vorland der Südlichen Frankenalb (110) (MEYNEN & SCHMIDTHÜSEN, 1956). Es liegt damit in einem naturräumlich stark wechselnden Gradienten, der sich in Unterschieden bezüglich Geologie, Höhenlage, Klima, Bodenart und Vegetation ausdrückt. In diesem Zusammenhang steht die vielfältige Ausstattung mit Biotoptypen im Untersuchungsgebiet (siehe Abb. 1).

Geologie und Hydrologie

Im Naturraum Südliches Mittelfränkisches Becken gehen die dilluvialen Aufschüttungssande der Altmühl und ihrer Nebenflüsse ohne Geländestufe in die sandigen Keuperschichten über. Gelegentlich wird der Sandsteinkeuper durch Lößlehm verdeckt (MEYNEN & SCHMIDTHÜSEN, 1956). Bei den anstehenden Schichten des Sandsteinkeupers handelt es sich um Blasen- und Bursandstein.

Die Ablagerung quartärer, meist feinkörniger Sedimente führte zur charakteristischen breiten und flachen Talform der Altmühl und ihrer Aue. Durch das äußerst geringe Gefälle (0,055‰) und die damit

verbundene geringe Fließgeschwindigkeit wurde die Altmühl mit ihren Zuflüssen zum Mäandrieren gezwungen. Durch natürliche Laufverlegung und häufige Überschwemmungen bildete sich ein ausgeprägtes Mikrorelief aus, welches wiederum einen kleinräumig differenzierten Wechsel der Bodenfeuchte bedingt (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN, 1996).

Seine südliche Begrenzung erfährt das Mittelfränkische Becken im Untersuchungsgebiet durch den nordwestlichen Ausläufer der Südlichen Frankenalb den Hahnenkamm. Im Altvorland dominiert zuunterst der Lias, aufgebaut aus dunklen Tonen und Mergeln, bevor der aus Opalinuston und Eisensandstein (Dogger) bestehende erste Steilanstieg der Frankenalb beginnt. Nun folgt mit vielen Quellaustritten die Ornatentonverebnung, um schließlich in einem zweiten Steilanstieg im Malm zu enden, dessen geologisches Ausgangsmaterial Mergel, Bank- und Massenkalk bilden (FUGMANN, 1984).

Höhenlage und Klima

Die Höhenlage über Meereshöhe steigt im Verlauf des Transektes von 415 m über NN an der Altmühlabdachung auf 628 m über NN am Gelben Berg im Hahnenkamm an und liegt damit im montanen Bereich. Die Höhenstufung am Albrand macht sich klimatisch bemerkbar. Die mittleren Jahresniederschläge steigen von etwa 650 mm im Altmühltal auf 850 mm auf den Malmhochflächen an. Die durchschnittlichen Jahrestemperaturen liegen zwischen 7 und 8°C, auf dem Hahnenkamm auch unter 7°C. Dort sind insbesondere die Winter etwas kälter, schneereicher und dauern auch länger, was zu einer späteren Vegetationsentwicklung führt (SCHMIDT-KALER, 1970).

Böden und Nutzung

Als Bodentypen sind im Altmühltal am weitesten verbreitet Pelosol-Auengleye (bei tieferen Grundwasserständen) und humusreiche, staunasse Auengleye (bei ganzjährig hohem Grundwasserstand). Besonders letztere werden überwiegend als Grünland genutzt (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN, 1996).

Als häufige Bodentypen treten im Altvorland Braunerden, Parabraunerden und Pelosol-Braunerden auf. Sie werden ackerbaulich intensiv genutzt. Nur stau- und hangnasse Böden werden von Wiesen oder Wald eingenommen. Die Steilheit der Doggersandsteinhänge zwingt zur Waldnutzung. Auf den Hochflächen sind aufgrund des geringen Wasserspeichervermögens Halbtrockenrasen oder Buchenwälder ausgebildet (SCHMIDT-KALER, 1970).

Potentiell natürliche Vegetation

Die potentiell natürliche Vegetation im Untersuchungsgebiet wird außerordentlich stark von der jeweiligen geologischen Ausgangslage und der klimatischen Situation geprägt. Im Sandsteinbereich des Keuper wie des Jura tritt die Rotbuche in südlichen und südwestlichen Expositionen zurück, während sie am absonnigen Hang hohe Anteile erreicht. Sowohl die Nährstoffarmut von Sandsteinen als auch das Abnehmen der Niederschlagsmenge, vor allem mit der Gefahr der sommerlichen Austrocknung, bringt vielfach ein Nachlassen der Konkurrenzkraft der Buche mit sich. An ihre Stelle treten Eichen (HOHENESTER, 1978).

Als potentiell natürliche Vegetation auf den Böden des Keuper ist das Galio-Carpinetum (Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald) zu erwarten. Bei stärker podsolierten Böden des Blasensandsteins ebenso wie auf nährstoffarmem Dogger würde das Galio-Carpinetum luzuletosum (Hainsimsen-Eichen-Hainbuchenwald) dominieren. Auf stärker sandigen nicht von Staunässe bedrohten Standorten käme das Luzulo-Fagetum (Hainsimsen-Buchenwald) vor. An den Hängen des Altvorlandes würde das Lathyro-Fagetum (Platterbsen-Buchenwald) wachsen.

Eine auf die Fluß- und Bachauen beschränkte Waldgesellschaft wäre das Pruno-Fraxinetum (Traubeneichen-Erlen-Eschen-Wald), das im Quell- und Oberlaufbereich der Gewässer vom Carici-remotae-Fraxinetum (Bach-Eschen-Erlenwald) abgelöst würde (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN, 1996).

Biotoptypen

Untersucht wurden 13 Lebensräume mit unterschiedlicher Habitatausstattung. Bei der Auswahl der Flächen wurden die wichtigsten Vegetationstypen gemäß ihrer Repräsentanz berücksichtigt. Die Untersuchungsflächen waren im Einzelnen (vgl. Abb. 1):

Erlenbruchwald (EK) in der Nähe von Kleinbreitenbronn (TK 6730) (Abb. 6):

Die Probefläche (PF) liegt in einem größeren, bachbegleitenden Urtico-Alnetum glutinosae (Brennessel-Erlenbruch), das in der Regel ganzjährig nicht überflutet wird. Der Boden ist immer feucht bis naß, gelegentlich anmoorig mit hoch anstehendem Grundwasser. Typische Arten sind z. B. *Alnus glutinosa*, *Prunus padus*, *Caltha palustris*, *Cardamine pratensis*, *Iris pseudacorus*, *Ranunculus ficaria*, *Urtica dioica*.

Sandgrube (SG) nahe Mörlach (TK 6829) (Abb. 7):

Die PF besteht teilweise aus Rohboden aus reinem Sand und ist fast gänzlich vegetationsfrei. Sie befindet sich im Ufersaum eines ephemeren Stillgewässers, das starken Bewuchs mit *Typha latifolia* aufweist und z. T. von *Calluna vulgaris* sowie im lückigen Bestand von *Pinus sylvestris* bewachsen ist. Die SG unterliegt starkem anthropogenen Einfluß und ist bereits größtenteils verfüllt. An die PF angrenzende Flächen bestehen durchweg aus Kiefernforst.

Acker (AC) in der Nähe des Wannenholtz (TK 6829):

Die PF liegt auf einer intensiv bewirtschafteten Ackerfläche, die durch den Anbau von Triticale genutzt wird. Die Bewirtschaftung erfolgt nach den Prinzipien des „Integrierten Pflanzenschutzes“. Die Ernte erfolgte Ende Juli 1999. An den AC schließt durchgängig intensiv genutztes Grünland an. Im Norden befindet sich die PF Wiese (WI).

Wiese (WI) in der Nähe des Wannenholtz (TK 6829):

Die PF besteht aus einer intensiv bewirtschafteten, zweischürigen Fettwiese. Es handelt sich um eine Weidelgras-Weißklee-Wiese mit den dominierenden Gräsern *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne* und *Poa pratensis*. Aspektbildend treten die Krautarten *Ranunculus repens*, *Taraxacum officinale* und *Trifolium repens* hinzu. Die erste Mahd erfolgte 1999 Ende Mai, die zweite Mitte August. Angrenzend an die PF ist außer der im Süden gelegenen PF AC ausschließlich weiteres Intensiv-Grünland zu finden.

Eichen-Hainbuchenwald (EI) im Wannenholtz (TK 6830) (Abb. 15):

Hier liegt die PF in einem ausgedehnten Bestand eines Galio-Carpinetum. Die Krautschicht bilden typische Arten wie *Aegopodium podagraria*, *Anemone nemorosa*, *Brachypodium sylvaticum*, *Dryopteris filix-mas*, *Geum urbanum*, *Lapsana communis*, *Luzula luzuloides*, *Melandrium rubrum*, *Milium effusum*, *Moehringia trinerva*, *Oxalis acetosella*, *Paris quadrifolia*, *Poa nemoralis*, *Polygonatum multiflorum*, *Ranunculus auricomus*, *Viola reichenbachiana*. An die Untersuchungsfläche grenzt im Süden, Westen und Osten intensiv bewirtschaftetes Grünland. In Norden setzt sich das Galio-Carpinetum fort.

Schilfbestand (SC) um einen Teich nördlich von Heglau (TK 6830):

Die Probefläche stellt sich als Übergang von reinem Phragmitetum in ein Calthion dar. Typische Arten sind *Caltha palustris*, *Cirsium oleraceum*, *Lychnis flos-cuculi*, *Phragmites australis*, *Polygonum bistorta*, *Trollius europaeus*, *Typha latifolia*. Die PF wird mosaikartig von kleinen, ephemeren Stillgewässern durchsetzt. In westlicher Richtung wird die Untersuchungsfläche durch einen Teich, in östlicher Richtung durch einen intensiv bewirtschafteten Acker begrenzt.

Erlenbruchwald (EM) im „Mönchsbruch“ etwa 2 km nördlich von Muhr am See (TK 6830):

Die PF befindet sich in einem ausgedehnten, bachbegleitenden Urtico-Alnetum glutinosae (Brennessel-Erlenbruch). Sie wird im Winter zeitweise überflutet. Der Boden ist immer naß, meistens anmoorig, vergleyt mit hohem Grundwasserstand. Es gibt kleinflächige Wechsel zwischen dauernd nassen Stellen und zeitweilig nicht wasserdurchtränkten Partien, wie etwa Erlenstubben oder Seggenbulten. Typische Arten

sind beispielsweise *Alnus glutinosa*, *Prunus padus*, *Calla palustris*, *Caltha palustris*, *Cardamine amara*, *Carex brizoides*, *Chrysosplenium alternifolium*.

Feuchtwiese/Hochstaudenflur (FW) im Randbereich des Wiesmet in der Nähe von Muhr am See (TK6830): Die PF liegt in einer kleinflächigen Hochstaudenflur mit *Alliaria petiolata*, *Deschampsia cespitosa*, *Filipendula ulmaria*, *Iris pseudacorus*, *Lychnis flos-cuculi*, *Urtica dioica*. Sie ist durchgängig von Feuchtgrünland umgeben.

Kiefernwald (KW) westlich von Gunzenhausen (TK 6830):

Die PF stellt einen Teil eines größeren, homogenen Kiefernforstes auf sandigem Untergrund dar. Charakteristische Arten der Krautschicht sind *Avenella flexuosa*, *Calluna vulgaris*, *Rubus fruticosus*, *Vaccinium myrtillus*. An die PF grenzt in westlicher Richtung Grünland an.

Eschenwald (EW) nördlich vom Gelben Berg (TK 6930):

Die PF befindet sich in einem ca. 0,5ha großen nordostexponierten Bestand eines Pruno-Fraxinetum (Traubenkirschen-Erlen-Eschenwald), welcher kleinflächig von Bachläufen durchzogen wird. Der Boden ist teilweise anmoorig mit hochanstehendem Grundwasser. Typische Arten sind etwa *Fraxinus excelsior*, *Prunus padus*, *Aegopodium podagraria*, *Allium ursinum*, *Alliaria petiolata*, *Arum maculatum*, *Caltha palustris*, *Primula elatior*, *Ranunculus ficaria*, *Urtica dioica*. An die PF schließt Acker und Grünland an.

Magerrasen (MR) am Gelben Berg (TK 6930) (Abb. 8, 9):

Die westexponierte PF besteht aus einem extensiv beweideten Halbtrockenrasen (Mesobrometum), der mit einzelnen Bäumen (z. B. *Quercus robur*, *Tilia cordata*) und Sträuchern (z. B. *Crataegus* spp., *Rosa* spp., *Salix* spp.) bestanden ist. Als kennzeichnende Arten der Krautschicht treten *Brachypodium pinnatum*, *Calamintha acinos*, *Carlina acaulis*, *Carlina vulgaris*, *Cynoglossum officinale*, *Dianthus carthusianorum*, *Echium vulgare*, *Euphorbia cyparissias*, *Galium verum*, *Helianthemum nummularium*, *Lotus corniculatus*, *Orchis militaris*, *Origanum vulgare*, *Plantago media*, *Pimpinella saxifraga*, *Potentilla tabernaemontani*, *Ranunculus bulbosus*, *Salvia pratensis*, *Thymus pulegioides* und *Vincetoxicum hirundinaria* auf. Teilweise wird die PF von Schutt(Geröll-)streifen durchzogen.

Buchenwald (BW) südlich des Gelben Berges (TK 6930) (Abb. 16):

Südexponierte stark geneigte PF mit teilweise deutlich sichtbarem Kalkschotter. Die PF ist Teil eines größeren homogenen Bestandes eines Lathyro-Fagetum (Frühlingsplatterbsen-Buchenwald). In der Krautschicht finden sich u. a. charakteristische Arten wie: *Anemone nemorosa*, *Cephalanthera damasonium*, *Galium odoratum*, *Galium silvaticum*, *Hepatica nobilis*, *Lilium martagon*, *Melittis melissophyllum*, *Primula elatior*.

Ufer an der Altmühl (UF) ca. 2 km südwestlich von Ornbau (TK 6830) (Abb. 17):

Der Uferbereich der PF weist teilweise starke Böschungsneigung auf. Er ist zum überwiegenden Teil von *Phragmites*-Beständen dominiert, zum geringeren Teil von Hochstaudenflur (*Urtica dioica*, *Phalaris arundinacea*) Als großer Einzelbaum tritt *Salix alba* auf. An den Uferbereich schließt durchgängig feuchtes Grünland an.

3. Material und Methoden

Der Untersuchungszeitraum erstreckte sich über drei Vegetationsperioden der Jahre 1999–2001. Pro Lebensraum wurden drei Bodenfallen (nach BARBER, 1931 u. STAMMER, 1948, etwas abgeändert) eingesetzt.

Im Jahr 1999 wurden 12 Biotoptypen mit insgesamt 36 Fallen untersucht. Der Fangzeitraum erstreckte sich von Mitte März bis Ende Dezember. Die Fallen waren in den verschiedenen Lebensräumen jedoch unterschiedlich lange exponiert, so daß die Anzahl der Fallentage/Biotoptyp von 191 bis 295 variiert. Im Jahr 2000 wurde nur der Biotoptyp Magerrasen (MR00) nochmals von Anfang Januar bis Mitte November an 323 Fallentagen bearbeitet. Im Jahr 2001 schließlich wurde außer dem bereits 1999 (EI99) untersuchten



Abb. 1: Lage Transekt Übersicht

Eichenwald (EI01) als dreizehnter Biotyp ein Uferbereich der Altmühl (UF) von Anfang Mai bis Ende November an 212 Fallentagen beprobt. Insgesamt waren Fallen an 10584 Fallentagen fängig gestellt.

Als Bodenfalle dienten Marmeladegläser mit einem Durchmesser von sieben Zentimeter und einer Fallenöffnungsweite von ca. sechs Zentimeter. Sie wurden in ein in den Boden eingegrabenes Führungsrohr so eingesetzt, daß ihr Rand niveaugleich mit der Bodenoberfläche abschloß. Durch die Verwendung von Führungsrohren ist ein schonender Fallenwechsel möglich, da beim Leeren die Kontaktstelle Boden/Falle nicht zerrissen wird.

Als Fangflüssigkeit wurde 1999 ein Gemisch aus Glycerin und Wasser im Verhältnis 1:4 unter Zusatz eines Detergenzmittels zur Verringerung der Oberflächenspannung verwendet. 2000 und 2001 wurde Ethylenglycol und Wasser im Verhältnis 1:1 mit Detergenzmittelzusatz eingesetzt.

Leerungstermine waren 1999 in dreiwöchigen Intervallen, 2000 und 2001 im vierwöchigen Turnus. Leider kam es zu gelegentlichen Ausfällen der Fallen durch Überschwemmung in den Untersuchungsflächen Erlbruch (EK, EM) und Eschenwald (EW), durch Ausgraben der Fallen durch Wildtiere (evtl. Fuchs, Wildschweine) im Buchen- und Eichenwald (BW, EI). Außerdem mußten die Fallen der Untersuchungsflächen Wiese (WI) und Acker (AC) wegen Mahd bzw. Ernte zeitweilig entfernt werden (1. Mahd: Ende Mai; 2. Mahd: Mitte August; Ernte: Ende Juli).

Die Determination erfolgte nach FREUDE (1976), LOMPE (1989) sowie ASSMANN et al. (1998). Die Nomenklatur folgt KÖHLER & KLAUSNITZER (1998). Im Zuge der Artbestimmung wurden Belege für die Sammlung der FH Weihenstephan, Abt. Triesdorf, sowie für die Sammlung des Autors präpariert. Exemplare deren Artzugehörigkeit Probleme bereitete, wurden von Prof. Dr. H. BUCK (Murr) einer Revision unterzogen.

4. Ergebnisse und Interpretation

Individuen-, Arten- und Rote Liste-Zahl

Im Laufe des Untersuchungszeitraums von 1999–2001 wurden insgesamt 3260 Carabiden aus 102 Arten gefangen. Davon entfielen auf das Jahr 1999: 2868 Individuen aus 91 Arten, auf das Jahr 2000: 110 Individuen aus 18 Arten und auf das Jahr 2001: 282 Individuen aus 40 Arten.

Die durchschnittliche Artenzahl beträgt 17 pro Standort. Dabei weisen die Fangzahlen eine große Streuung auf. Artenreichster Lebensraum war der Acker (AC) mit 30 Arten, artenärmster der Erlbruch bei Muhr (EM) mit acht Arten.

Die durchschnittliche Individuenzahl liegt bei 33,7 je 100 Fallentage. Wobei auch hier starke Schwankungen bei den Lebensräumen auftreten. 172,1 Individuen im Acker (AC) stehen 6,1 Individuen im Erlbruch bei Muhr (EM) gegenüber (siehe Abb. 2).

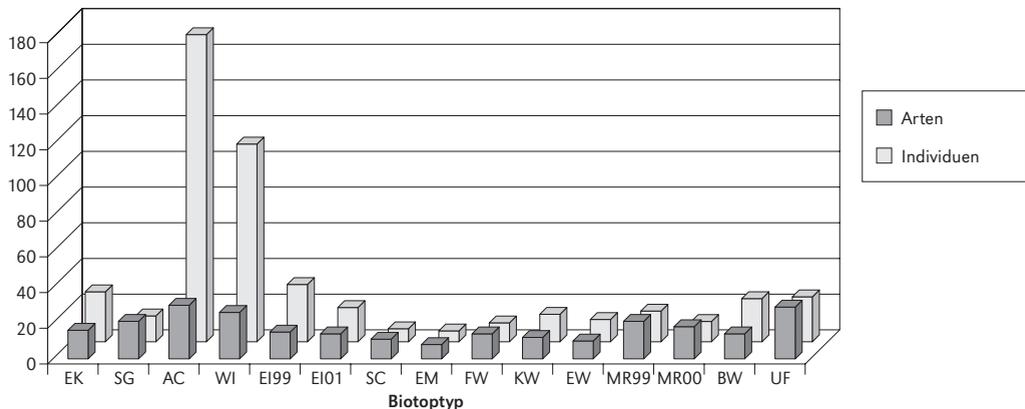


Abb. 2: Exemplare bzw. Arten pro 100 Fallentage

Von den 102 während des Untersuchungszeitraumes gefangenen Arten sind 26 in den Roten Listen Deutschland und/oder Bayern verzeichnet. Das entspricht einem Anteil von 26%.

Für fünf Arten besteht nach TRAUTNER et al. (1997) aus biogeographischer Sicht eine besondere Schutzverantwortung für Deutschland.

Insgesamt sind in den Untersuchungsflächen 22% der in Bayern heimischen Laufkäferarten vertreten. Ohne Alpenarten erhöht sich der Anteil der nachgewiesenen, einheimischen Arten auf mehr als ein Viertel (siehe Tab. 1).

Tabelle 1: Gesamtübersicht der nachgewiesenen Laufkäfer

Untersuchungsjahr	99	99	99	99	99	'01	99	99	99	99	99	'00	99	'01												
Fallentage	633	627	573	603	738	636	627	738	633	753	753	885	969	780	636											
	RLD	RI B	Größenklasse	Überwinterungstyp	Forpflanzungstyp	Flügel	Ökologischer Typ	Biotopbindung	Biotoppräferenz	Summe Exemplare	EB-KBB	Sandgrube	Acker	Wiese	Eiche	Eiche	Schilf	EB-M	Feuchtwiese	Kiefernwald	Eschenwald	Magerrasen	Magerrasen	Buchenwald	Ufer	Altmühl
Carabidae 99/00/01																										
<i>Abax parallelepipedus</i> (PILL. & MITT., 1783)			1 (L)	He	br	(h)	(s)		meWa	221	4	31			53	20					16	10	26	8	53	
<i>Abax parallelus</i> (DUFTSCHMID, 1812)			2 (I)	Fr	br	h	s		meWa	87	4				63	14								5		
<i>Acupalpus flavicollis</i> (STURM, 1825)			5 (I)	Fr	ma	h	e		Su	3		3														
<i>Agonum afrum</i> (DUFTSCHMID, 1812)			4 (I)	Fr	br	h	s		Su	18	2						2									14
<i>Agonum fuliginosum</i> (PANZER, 1809)			4 (I)	Fr	di	h	e		Su	23	1						17	2	1							2
<i>Agonum marginatum</i> (LINNE, 1758)			3 (I)	Fr	ma	h	s		Uf	1		1														
<i>Agonum micans</i> (NICOLAI, 1822)	V		4 (I)	Fr	ma	h	s		Su	5																5
<i>Agonum muelleri</i> (HERBST, 1784)			4 (I)	Fr	ma	(h)	e		Fe	25		1	15	9												
<i>Agonum thoreyi</i> DEJEAN, 1828	V		4 (I)	Fr	ma	h	s		Su	6							6									
<i>Amara aenea</i> (DEGEER, 1774)			4 (I)	Fr	ma	(x)	e		Fe	49			42	6									1			
<i>Amara bifrons</i> (GYLLENHAL, 1810)			4 (L)	He	ma	x	(s)		Fe	1		1														
<i>Amara communis</i> (PANZER, 1797)			4 (I)	Fr	ma	eu	e		Fe	5		1	1						2							1
<i>Amara convexior</i> STEPHENS, 1828			4 (I)	Fr	ma	(x)	e		Fe	8												1	5	2		
<i>Amara equestris</i> (DUFTSCHMID, 1812)	V	3	L	He	ma	x	e		Tr, Fe	1			1													
<i>Amara familiaris</i> (DUFTSCHMID, 1812)			4 (I)	Fr	ma	(x)	e		Fe	2												2				
<i>Amara fulva</i> (MÜLLER, 1776)	V	3	(L)	He	ma	x	e		Fe	1			1													2
<i>Amara lunicollis</i> SCHLÖDTE, 1837			4 (I)	Fr	ma	x	e		Tr, meWa	19		15							1	1						
<i>Amara ovata</i> (FABRICIUS, 1792)			4 (I)	Fr	ma	(x)	e		Fe	2			1									1				
<i>Amara plebeja</i> (GYLLENHAL, 1810)			4 (I)	Fr	ma	eu	e		Fe	1						1										
<i>Amara similata</i> (GYLLENHAL, 1810)			4 (I)	Fr	ma	(x)	e		Fe	2			2													
<i>Anchomenus dorsalis</i> (PONTOPPIDAN, 1763)			4 (I)	Fr	ma	(x)	s		Fe	36			35	1												
<i>Anisodactylus binotatus</i> (FABRICIUS, 1787)			3 (I)	Fr	ma	eu	e		Ubi	3		1	2													
<i>Badister bullatus</i> (SCHRANK, 1798)			4 (I)	Fr	ma	(x)	e		Tr, Fe	3																3
<i>Badister lacertosus</i> STURM, 1815			4 (I)	Fr	ma	(h)	(s)		meWa	2					2											
<i>Badister sodalis</i> (DUFTSCHMID, 1812)			5 (I)	Fr	ma	h	s		Su	1																1
<i>Bembidion biguttatum</i> (FABRICIUS, 1779)			5 (I)	Fr	ma	h	e		Su	57									13							44
<i>Bembidion dentellum</i> (THUNBERG, 1787)			4 (I)	Fr	ma	h	s		Uf	1																1
<i>Bembidion femoratum</i> STURM, 1825			5 (I)	Fr	di	(h)	e		Ubi	17		1	16													
<i>Bembidion gilvipes</i> STURM, 1825	V	V	5 (I)	Fr	di	h	s		Su	15										3						12
<i>Bembidion guttula</i> (FABRICIUS, 1792)	V	V	5 (I)	Fr	di	h	e		Su, Fe	15			3	1			3									8
<i>Bembidion lampros</i> (HERBST, 1784)			5 (I)	Fr	di	(x)	e		Fe	202			48	154												
<i>Bembidion lunulatum</i> (FOURCROY, 1785)			5 (I)	Fr	ma	h	s		Su	2	1															1
<i>Bembidion mannerheimii</i> SAHLBERG, 1827			5 (I)	Fr	di	h	(s)		Su	2							1		1							
<i>Bembidion obtusum</i> SERVILLE, 1821			5 (I)	Fr	di	(x)	e		Fe	91			80	11												
<i>Bembidion prorepans</i> (STEPHENS, 1828)			5 (I)	Fr	di	(h)	e		Fe	152			33	119												
<i>Bembidion quadrimaculatum</i> (LINNE, 1761)			5 (I)	Fr	ma	(x)	e		Fe	5			5													
<i>Bembidion stephensii</i> CROTH, 1866			4 (I)	Fr	ma	h	s		Uf	2												1		1		
<i>Bembidion tetracolum</i> SAY, 1823			4 (I)	Fr	di	h	e		Ubi	4		3	1													
<i>Brachinus crepitans</i> (LINNE, 1758)	V	V	4 (I)	Fr	ma	x	s		Tr	6													5	1		
<i>Brachinus explodens</i> DUFTSCHMID, 1812	V		4 (I)	Fr	ma	x	s		Tr	1																1
<i>Bradycellus harpalinus</i> SERVILLE, 1821			5 (I)	He	di	h	e		Su	3		3														
<i>Bradycellus verbasci</i> (DUFTSCHMID, 1812)	G		4 (I)	He	ma	h	s		Su	1		1														
<i>Calathus fuscipes</i> (GOEZE, 1777)			3 (L)	He	br	x	e		Fe	58			35	17		1							4	1		
<i>Carabus auratus</i> LINNE, 1761	V	1	I	Fr	br	(x)	s		Fe	203		1	68	14			1						54	60	5	
<i>Carabus auronitens</i> FABRICIUS, 1792	V	1	(I)	Fr	br	(h)	e		meWa	38		1			1	21					10				5	
<i>Carabus cancellatus</i> ILLIGER, 1798	V	V	1	Fr	br	(x)	s		Fe	8											8					

Untersuchungsjahr											99	99	99	99	99	'01	99	99	99	99	99	'00	99	'01			
Fallentage											633	627	573	603	738	636	627	738	633	753	753	885	969	780	636		
Carabidae 99/00/01	RL	D	RL	B	Größenklasse	Überwinterungstyp	Fortpflanzungstyp	Flügel	Ökologischer Typ	Biotoptyp	Biotoptoleranz	Summe Exemplare	EB-KBB	Sandgrube	Acker	Wiese	Eiche	Eiche	Schilf	EB-M	Feuchtwiese	Kiefernwald	Eschenwald	Magerrasen	Magerrasen	Buchenwald	Ufer Altweid
<i>Carabus convexus</i> FABRICIUS, 1775	3	V	2	1	Fr	br	(x)	(s)	Tr			11											4	5	2		
<i>Carabus coriaceus</i> LINNE, 1758				1	(L)	He	br	h	(s)	meWa		17												1	16		
<i>Carabus granulatus</i> LINNE, 1758				1	I	Fr	di	h	e	naWa, Su		7			1		1										5
<i>Carabus hortensis</i> LINNE, 1758				1	L	He	br	(h)	s	meWa		72										45		1		26	
<i>Carabus nemoralis</i> MÜLLER, 1764				1	I	Fr	br	(h)	e	meWa		111	5									8	1	5	9	13	
<i>Carabus purpurascens</i> FABRICIUS, 1787				1	(L)	He	br	(x)	(s)	Tr		35											32	3			
<i>Cicindela hybrida</i> LINNE, 1758				V	2	I	Fr	ma	x	s	Tr, Uf	2	2														
<i>Cicindela silvicola</i> DEJEAN, 1822	V	V	2	I	Fr	ma	x	s	Tr, Uf			1	1														
<i>Civina fossor</i> (LINNE, 1758)				4	I	Fr	di	eu	e	Ubi		79	1	22	33			3		14							6
<i>Cymindis humeralis</i> (FOURCROY, 1785)	3	3	3	(L)	He	br	x	s	Tr			3											2	1			
<i>Demetrias imperialis</i> (GERMAR, 1824)	V	2	4	I	Fr	ma	h	s	Su			1															1
<i>Dyschirius globosus</i> (HERBST, 1784)				5	I	Fr	br	eu	e	Ubi		75			47	28											
<i>Elaphrus cupreus</i> DUFTSCHMID, 1812				4	I	Fr	ma	h	s	Uf		17	3						10				3				1
<i>Elaphrus riparius</i> (LINNE, 1758)				4	I	Fr	ma	h	s	Uf		2		2													
<i>Ephialtes secalis</i> (PAYKULL, 1790)				5	L	He	br	h	s	Su		2								1							1
<i>Harpalus affinis</i> (SCHRANK, 1781)				3	I	Fr	ma	(x)	e	Fe		12			8	1								3			
<i>Harpalus atratus</i> LATREILLE, 1804				V	3	I	Fr	di	(x)	e	Tr	1												1			
<i>Harpalus laevipes</i> ZETTERSTEDT, 1828	V	V	3	(I)	Fr	ma	eu	e	meWa			1										1					
<i>Harpalus latus</i> (LINNE, 1758)				3	I	Fr	ma	(h)	e	Fe, meWa		3															2
<i>Harpalus tardus</i> (PANZER, 1797)				3	(I)	Fr	ma	(x)	e	Fe		1												1			
<i>Lasiothereus discus</i> (FABRICIUS, 1792)				4	L	He	ma	h	s	Su		2															2
<i>Leistus ferrugineus</i> (LINNE, 1758)				4	L	He	br	(x)	e	Fe, meWa		2													2		
<i>Limodromus assimilis</i> (PAYKULL, 1790)				3	I	Fr	ma	h	e	naWa		81	9			2			3	5		52					10
<i>Loricera pilicornis</i> (FABRICIUS, 1775)				4	(I)	Fr	ma	h	e	Ubi		6		2		2		2									
<i>Molops elatus</i> (FABRICIUS, 1801)				2	I	Fr	br	(h)	(s)	meWa		8												3	1	4	
<i>Molops picus</i> (PANZER, 1793)				3	I	Fr	br	h	(s)	meWa		28															13
<i>Nebria brevicollis</i> FABRICIUS, 1792				3	(L)	He	ma	(h)	e	Fe, meWa		61	5		2	40	4	10									
<i>Notiophilus aestuans</i> MOTSCHULSKY, 1864	V	V	5	(I)	Fr	ma	(x)	s	Fe			3		3													
<i>Notiophilus biguttatus</i> (FABRICIUS, 1779)				5	I	Fr	di	eu	e	Ubi		11		1			5						5				
<i>Notiophilus palustris</i> (DUFTSCHMID, 1812)				5	I	Fr	di	h	e	Fe		3			2											1	
<i>Oodes helopioides</i> (FABRICIUS, 1792)				V	4	I	Fr	ma	h	s	Su	3						2									1
<i>Ophonus nitidulus</i> (STEPHENS, 1828)				V	3	L	He	di	x	s	Tr	1						1									
<i>Ophonus puncticollis</i> (PAYKULL, 1798)	V	V	4	I	Fr	ma	x	s	Tr			2													1	1	
<i>Ophonus schaubergerianus</i> PUEL, 1937				4	I	Fr	ma	x	s	Tr		3													2	1	
<i>Paratachys bistriatus</i> (DUFTSCHMID, 1812)				3	5	I	Fr	ma	h	s	Su	1						1									
<i>Patrobus atrorufus</i> (STRÖM, 1768)				4	(L)	He	br	h	s	naWa		120	105						8	6							1
<i>Philorhizus notatus</i> STEPHENS, 1827	V	3	5	I	Fr	di	x	s	Tr			8												2	6		
<i>Poecilus cupreus</i> (LINNE, 1758)				3	I	Fr	ma	(h)	e	Fe		118		64	51								3				
<i>Poecilus versicolor</i> (STURM, 1824)				3	I	Fr	ma	(h)	e	Fe		43		3	25							8	7				
<i>Pseudophonus rufipes</i> (DEGEER, 1774)				2	L	He	ma	x	e	Fe		5		3	1												1
„ <i>Pterostichus anthracinus</i> (ILLIGER, 1798)“				3	I	Fr	di	h	e	Su, Fe		3		1													2
<i>Pterostichus burmeisteri</i> HEER, 1841				2	I	Fr	br	(x)	s	meWa		41														41	
<i>Pterostichus melanarius</i> (ILLIGER, 1798)				2	L	He	di	eu	e	Fe		526		362	132	16	3					8	1				4
<i>Pterostichus minor</i> (GYLLENHAL, 1827)				4	I	Fr	di	h	e	naWa, Su		4	2							2							
<i>Pterostichus niger</i> (SCHALL, 1783)				2	(I)	He	di	(h)	e	meWa, naWa		34	25			4				2		3					
<i>Pterostichus nigrita</i> (PAYKULL, 1790)				3	I	Fr	ma	h	e	naWa, Su		37	4		1					9	3		5				15
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (FABRICIUS, 1787)				3	I	Fr	di	(h)	e	meWa		82		16		25	25						13				3
<i>Pterostichus rhaeticus</i> HEER, 1837	D	3	I	Fr	ma	h	e	naWa, Su				14	4							9							1
<i>Pterostichus strenuus</i> (PANZER, 1797)				4	I	Fr	di	h	e	Su		20		1	1				8		1						9
<i>Pterostichus vernalis</i> (PANZER, 1796)				4	I	Fr	di	h	e	Fe		33		14	16	1								1			1
<i>Stenolophus teutonus</i> (SCHRANK, 1781)				4	I	Fr	br	h	e	Fe		4		4													
<i>Stomis pumicatus</i> (PANZER, 1796)				4	I	Fr	br	h	e	meWa		1						1									
<i>Synuchus vivalis</i> (ILLIGER, 1798)				4	L	He	di	(x)	e	Fe		1			1												
<i>Trechus quadristriatus</i> (SCHRANK, 1781)				5	I	He	ma	(x)	e	Fe		79	1		67	1	1	3									6
<i>Trichotichus laevicollis</i> (DUFTSCHMID, 1812)				4	I	Fr	di	(x)	s	meWa		10	2				8										
<i>Trichotichus nitens</i> (HEER, 1838)				4	I	Fr	ma	(x)	s	meWa		1							1								
Summe Arten												102	16	21	30	26	15	14	11	8	14	12	10	21	18	14	29
Summe Exemplare												3260	177	91	986	668	237	122	46	45	67	116	94	152	110	189	160
Ex./100 Fallentage												28,0	14,5	172,1	110,8	32,1	19,2	7,3	6,1	10,6	15,4	12,5	17,2	11,4	24,2	25,2	

Dominanz-Klassen

Nach ENGELMANN (1978) lassen sich die Dominanzverhältnisse einer Biozönose in fünf Klassen unterteilen: Eudominante (32,0–100,0%), dominante (10,0–31,9%), subdominante (3,2–10%), rezedente (1,0–3,1%) und subrezedente Arten (< 1,0%). Für „normale“ Standorte stellen die eudominanten, dominanten und subdominanten Arten zusammen etwa 85% der Individuen und ein Drittel der Arten. Abweichungen treten bei Standorten mit extremen, einseitigen Bedingungen auf.

Sieben Biotopflächen werden durch das Auftreten einzelner eudominanter Arten charakterisiert. 34–60% der Individuen pro Lebensraum entfallen jeweils auf nur eine Art. So wird der Erlenbruch bei Kleinsbreitenbrunn (EK) von *Patrobus atrorufus* mit 59,3% Individuenanteil dominiert. Auch der Eschenwald (EW) mit 55,3% Anteil von *Limodromus assimilis* und der Magerrasen (MR00) im Untersuchungsjahr 2000 mit 54,5% Anteil an *Carabus auratus* stellen mehr als die Hälfte ihrer Individuen aus einer Art. Die weiteren Eudominanten sind *Carabus hortensis* (KW) 38,8%, *Agonum fuliginosum* (SC) 37%, *Pterostichus melanarius* (AC) 36,7%, *Carabus auratus* (MR99) 35,5% und *Abax parallelepipedus* (SG) 34,1%.

In fünf Untersuchungsflächen werden dagegen die größten Individuenzahlen mit 60–80% von zwei bis fünf dominanten Arten erreicht. Eudominante Arten treten nicht auf. In den Lebensräumen Eichenwald (EI99) und Erlenbruch bei Muhr (EM) entfallen beispielsweise auf vier Arten 82,4 bzw. 80% der Individuen.

Die Untersuchungsfläche Altmühlufer (UF) ragt mit acht subdominanten Arten, die mit 50,2% den größten Individuenanteil stellen, als artenreiche Fläche hervor. Die einzige dominante Art *Bembidion biguttatum* erreicht nur 27,5%. (siehe Abb. 3).

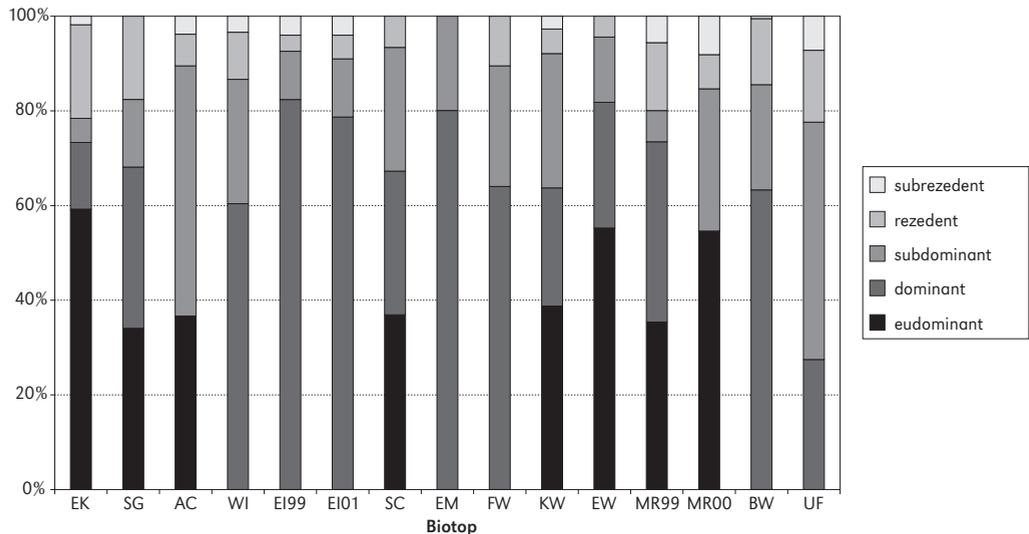


Abb. 3: Aktivitäts-Dominanzklassen nach ENGELMANN (1978)

Ähnlichkeiten

Mit Hilfe des Sørensen-Quotienten wurden die Laufkäfergemeinschaften der 13 untersuchten Lebensräume verglichen. Der Sørensen-Quotient dient zum einfachen Vergleich der Ähnlichkeit der unterschiedlichen Artengemeinschaften. Er berücksichtigt nur die Zahl der gemeinsamen Arten (MÜHLENBERG, 1993). Dabei zeigen sich erwartungsgemäß hohe Übereinstimmungen bei den beiden einzigen über zwei Vegetationsperioden untersuchten Lebensräumen. Sowohl der Magerrasen (MR99/00) als auch der Eichen-Hain-

Tabelle 2: Sörensen-Index

SG	AC	WI	EI99	EI01	SI	EM	FW	KW	EW	MR99	MR00	BW	UF	
5,4	8,7	14,2	51,6	33,3	14,8	66,7	26,7	21,4	46,2	10,8	11,8	20,0	40,0	EK
	23,5	17,0	16,7	17,1	12,5	0,0	17,1	24,2	6,5	9,5	10,3	22,9	16,0	SG
		71,4	22,2	22,7	24,4	0,0	18,2	9,5	15,0	19,6	8,3	4,5	23,7	AC
			9,8	25,0	21,6	5,9	30,0	10,5	11,1	21,3	9,1	10,0	36,4	WI
				55,2	7,7	17,4	13,8	37,0	40,0	16,7	12,1	34,5	18,2	EI99
					0,0	0,0	7,1	30,8	41,7	17,1	18,8	35,7	14,0	EI01
						10,5	32,0	0,0	0,0	6,3	0,0	8,0	30,0	SI
							36,4	10,0	33,3	0,0	0,0	0,0	32,4	EM
								15,4	25,0	0,0	0,0	0,0	55,8	FW
									18,2	18,2	13,3	38,5	9,8	KW
										12,9	14,3	33,3	20,5	EW
											71,8	40,0	4,0	MR99
												43,8	0,0	MR00
													0,0	BW

buchenwald (EI99/01) erreichen für die jeweiligen Vergleichsjahre hohe Werte. Hohe Ähnlichkeiten weisen die beiden Erlenbrüche (EK/EM) untereinander, Acker (AC) und Fettwiese (WI), Feuchtwiese (FW) und Altmühlufer (UF) sowie der Erlenbruch bei Kleinbreitbronn (EK) und der Eichen-Hainbuchenwald (EI99) auf. Als relativ eigenständig erscheinen die Laufkäfergemeinschaften des Magerrasens (MR), der Fettwiese (WI), des Ackers (AC) und der Sandgrube (SG). Hier wurden jeweils einige Arten ausschließlich in diesem Lebensraum registriert (siehe Tab. 2).

Größenklassen

Die Körpergröße von Laufkäfern in verschiedenen Lebensräumen wird oftmals in Bezug auf die dort vorherrschenden unterschiedlichen ökologischen Bedingungen interpretiert. Das Vorherrschen großer Arten gilt als charakteristisch für stabile und alte, das von kleinen Arten für instabile Lebensräume (HANDKE, 1995 und 1996).

Je nach Körperlänge wurden die Carabidenarten in fünf Größenklassen eingeteilt. Dazu wurden die Längenangaben aus FREUDE (1976) gemittelt und einer der folgenden Größenklassen zugeordnet (nach BARNDT et al., 1991):

- 1 = > 18 mm
- 2 = 13–18 mm
- 3 = 9–12,9 mm
- 4 = 5–8,9 mm
- 5 = < 5 mm

In Abb. 4 sind die Laufkäferfänge in den 13 Lebensräumen hinsichtlich ihrer Körpergröße dargestellt. Die Lebensräume Buchenwald (BW) mit 62,4%, Kiefernwald (KW) mit 75% und der Magerrasen (MR99, MR00) mit 77,6% bzw. 73,6% besitzen die höchsten Anteile an Individuen der Größenklasse 1. Dies läßt auf stabile Verhältnisse im Lebensraum bzw. auf lange Biotopkontinuität schließen.

In Lebensräumen mit hoher Dynamik wie dem Erlenbruch bei Muhr (EM) und der Feuchtwiese (FW) wurden keine großen Laufkäfer (> 18 mm) gefunden.

Hohe Anteile an Laufkäferindividuen von geringer Größe (< 5 mm) weisen dagegen die von häufigen Störereignissen betroffenen Lebensräume Fettwiese (WI) mit 47,3%, Altmühlufer (UF) mit 45,6%, und Acker (AC) mit 30,7% Anteil auf.

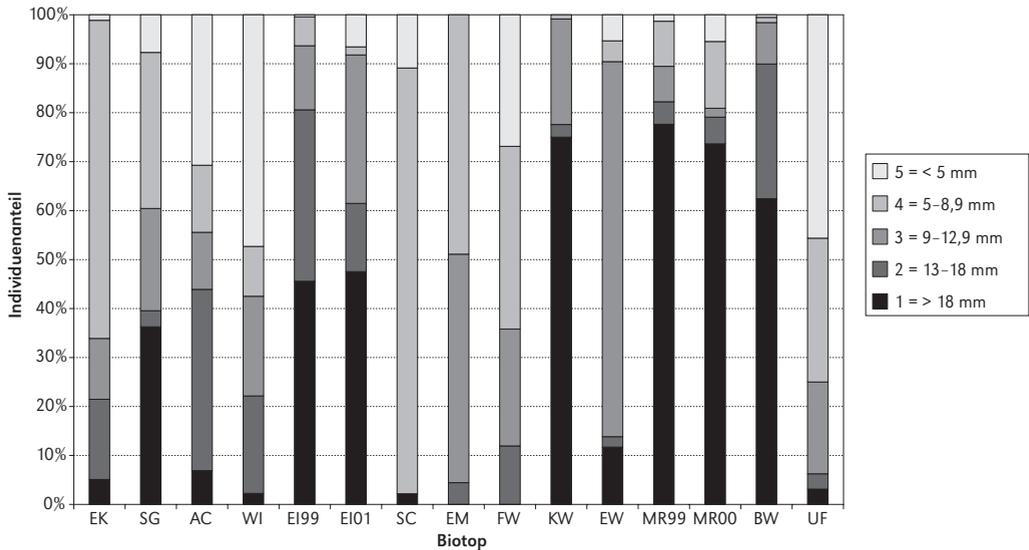


Abb. 4: Größenklassen/Individuenanteile

Fortpflanzungs- und Überwinterungstyp

Nach LARSSON (1939) und LINDROTH (1945) unterscheidet man bei Laufkäfern in unseren geographischen Breiten zwei Fortpflanzungstypen. Arten mit Imaginalüberwinterung und Frühjahrsfortpflanzung sowie Arten mit Larvalüberwinterung und Herbstfortpflanzung.

Nicht immer sind Frühjahrs- und Herbstbrüter klar zu unterscheiden, einige Arten der Frühjahrsfortpflanzler besitzen auch einen geringen Bestand im Herbst. Da aber das Auftreten junger Käfer im Herbst starken Schwankungen unterliegt (HANDKE, 1995), wurde eine Unterteilung der Frühjahrsbrüter in eine zusätzliche Gruppe mit Herbstbestand nicht vorgenommen. Während Frühjahrsfortpflanzler relativ höhere Vorzugstemperaturen bei entsprechender Feuchtigkeit benötigen, sind für Herbstfortpflanzler niedrigere Temperaturen ausreichend. Frühjahrsbrüter bevorzugen nach LARSSON (1939) Habitats mit einer Feldschicht und meiden baumbestandene oder kahle Flächen. Herbstbrüter bevorzugen Habitats mit ausgeglichenerem Mikroklima, wie z. B. Wälder.

In allen untersuchten Lebensräumen überwiegen bei den Arten die Frühjahrsfortpflanzler deutlich. Auffällig ist das Fehlen von Herbstbrütern im Biotop Schilf (SC). Es treten ausschließlich Frühjahrsbrüter auf, die als an den feuchten bis nassen Lebensraum angepasst gelten. Da die Zeit der höchsten Wasserstände ins Winterhalbjahr fällt, vermögen sich die gegen starke Nässe, Überflutung und Einfrieren empfindlichen, im Boden lebenden Larven nicht zu entwickeln. Demgegenüber werden diese Verhältnisse von vielen Adulten toleriert. Entsprechend ist der Anteil von Frühjahrsbrütern in intakten Feucht- und Naßbiotopen überdurchschnittlich hoch (TRAUTNER, 1987).

Die höchsten Anteile an Arten der Herbstbrüter stellt der Biototyp Eichenwald (EI01) mit 42,9%, ein Hinweis auf das ausgeglichene Bestandsklima im Eichenwald.

Bei den Individuen überwiegen im Erlenbruch bei Kleinbreitenbronn (EK) im Gegensatz zu den Artenanteilen die Herbstbrüter deutlich mit 79,1%. In der Mehrzahl der Lebensräume nehmen die Imaginalüberwinterer mit z. B. 90,6% am Altmühlufer (UF) die höchsten Anteile an Individuen ein (siehe Tab. 1).

Flügelsituation/Ausbreitungsfähigkeit

Die Ausbildung der Flügel, der Flugmuskulatur und die Flugfähigkeit sind nicht nur abhängig von der

Jahreszeit, vom arteigenen Biorhythmus, von der Stabilität bzw. der Häufigkeit von Störereignissen im Lebensraum (HOZAK, 1995) sondern unterliegen auch regionalen Charakteristika (LINDROTH, 1945).

Instabile Lebensräume, die von häufigen Störereignissen wie Überschwemmungen bzw. Bodenbearbeitung, Mahd oder Ernte etc. betroffen sind, zeichnen sich durch das Entstehen typischer „Pioniersituationen“ aus, wie sie oftmals auf Äckern, Ruderalflächen oder auch im Uferbereich zu finden sind. Dynamischen Ereignissen entgehen Arten solcherorts nur durch höhere Mobilität (Flugfähigkeit). Instabile Lebensräume werden daher vorwiegend von macropteren bzw. dimorphen Arten besiedelt (THIELE, 1977).

Ein hoher Anteil brachypterer Arten zeigt hingegen stabile Verhältnisse an und kann als Hinweis für lange Biotoptradition gedeutet werden. Oftmals zeichnen sich etwa Wälder durch ein ausgeglicheneres Mikroklima aus. Der Anteil nicht flugfähiger Arten steigt in der Regel mit zunehmenden Reifegrad eines Lebensraumes, aber nicht immer ist dies auch ein Hinweis auf geringere Mobilität der Arten.

Im Untersuchungsgebiet hat der Buchenwald (BW) mit einem Anteil von 78,6% die größte Zahl brachypterer Arten. Es folgen mit deutlichem Abstand der Magerrasen (MR00) mit 55,6% bzw. MR99 mit 42,9%, der Eichenwald (EI01) mit 42,9%, der Kiefernwald (KW) mit 41,7% und der Eschenwald (EW) mit 40% brachypterer Arten.

Die niedrigsten Anteile ungeflügelter Arten haben den Erwartungen entsprechend die im Untersuchungsgebiet der größten Dynamik ausgesetzten Biotope. Dazu zählen die von Überschwemmungen beeinflussten Lebensräume Altmühlufer (UF 10,3%) und Erlenbruch bei Muhr (EM 12,5%) und die intensiv bewirtschafteten Flächen Acker (AC 10%) und Fettwiese (WI 11,5%).

Umgekehrt ist daher in diesen Lebensräumen der Anteil der macropteren bzw. dimorphen Arten mit 90% im Acker (AC), 89,6% am Altmühlufer (UF), 88,5% in der Fettwiese (WI) und 87,5% im Erlenbruch (EM) besonders groß (siehe Tab. 3).

Tab. 3: Artenanteil der Flügelausbildungstypen in %

	brachypter	makropter	dimorph
EK	31,3	43,8	25,0
SG	19,1	52,4	28,6
AC	10,0	53,3	36,7
WI	11,5	46,2	42,3
EI99	26,7	40,0	33,3
EI01	42,9	21,4	35,7
SC	18,2	36,4	45,5
EM	12,5	50,0	37,5
FW	14,3	42,9	42,9
KW	41,7	41,7	16,7
EW	40,0	40,0	20,0
MR99	42,9	42,9	14,3
MR00	55,6	38,9	5,6
BW	78,6	7,1	14,3
UF	10,3	58,6	31,0

Ökologie

Die meisten Laufkäfer weisen nach MAAS (1999) eine ausgeprägte Biotopbindung auf, die in Abhängigkeit von Bodenfeuchte, relativer Feuchte der bodennahen Luftschichten, Temperatur- und Insolationsregime, Vegetations- und Habitatstruktur (somit Raumwiderstand) sowie von qualitativer und quantitativer Zusammensetzung des Nahrungsspektrums steht. Gleiche Faktorengefüge führen deshalb zu ähnlichen oder vergleichbaren Carabidenzönosen. In Norddeutschland ermittelte Biotoppräferenzen sind jedoch nicht unbedingt für Süddeutschland gültig (BAEHR, 1987).

Für die Zuordnung der nachgewiesenen Arten hinsichtlich ökologischer Typ, Biotopbindung und Vorzugslebensraum wurden unter anderem Arbeiten von LINDROTH (1945), BAEHR (1987), GERBER & PLACHTER (1987), BARNDT et al. (1991), MARGGI (1992), DÜLGE (1994), HANDKE (1996), STEGNER (1996) und MARTIN (2001) berücksichtigt.

Ökologischer Typ

Der ökologische Typ gibt die wesentliche Präferenz von abiotischen Faktoren wie Feuchtigkeit, Temperatur und Licht an. Hier wurde vorrangig die Feuchtepräferenz beurteilt. Sie zeigt das Ausmaß der Bodenfeuchte an. Die Einordnung erfolgt nach:

- h hygrophil
- (h) eingeschränkt hygrophil, jedoch auch in trockeneren Lebensräumen
- x xerophil
- (x) eingeschränkt xerophil, jedoch auch in feuchteren Lebensräumen
- eu euryök, relativ unabhängig von der Feuchtigkeit des Lebensraumes

Erwartungsgemäß überwiegen in den Biotopen Erlenbruch (EK 62,5%, EM 87,5%), Schilf (SC 81,8%), Altmühlufer (UF 75,9%), Feuchtwiese (FW 64,3%) und Eschenwald (EW 50%) die hygrophilen Arten. Deutlich zeigt sich aber auch das Übergewicht xerophiler und eingeschränkt xerophiler Arten im Magerrasen (MR99 71,5%; MR00 72,2%).

Bei den Individuen hat der Erlenbruch bei Muhr (EM) mit 95,6% den höchsten Anteil hygrophiler Ausrichtung. Es folgt Schilf (SC 91,3%), Altmühlufer (UF 86,3%), Eschenwald (EW 80,9%), Erlenbruch Kleinbreitenbronn (EK 76,3%) und schließlich die Feuchtwiese (FW) mit gerade noch 50,7% (siehe Tab. 1).

Biotopbindung

Die Toleranz gegenüber Schwankungen bestimmter Umweltbedingungen ist unterschiedlich ausgeprägt und bestimmt die Biotopbindung. Hochspezialisierte Arten, die nur bestimmte Lebensräume besiedeln, bezeichnet man als stenotop. Unspezialisierte Arten, die in mehreren verschiedenartigen Lebensräumen anzutreffen sind, nennt man eurytop. Folgende Abkürzungen wurden für die Zuordnung verwendet:

- e eurytop
- s stenotop
- (s) überwiegend stenotop, nicht an einen Biotoptyp gebunden, sondern an bestimmten Faktorenkomplex, z. B. an Wald, aber relativ unabhängig vom Waldtyp

Mit einem Anteil von annähernd 45,5% bzw. 41,4% stenotoper Arten bilden das Schilf (SC) zusammen mit dem in floristischer Hinsicht eng verwandten Altmühlufer (UF) die Biotoptypen mit der spezialisiertesten Artenausstattung des gesamten Untersuchungsgebietes. *Agonum afrum*, *Agonum micans*, *Agonum thoreyi*, *Badister sodalis*, *Bembidion dentellum*, *B. gilvipes*, *B. lunulatum*, *Carabus auratus*, *Demetrius imperialis*, *Elaphrus cupreus*, *Epaphius secalis*, *Lasiotrechus discus*, *Oodes helopioides* und *Paratichys bistriatus* gehören zu den spezialisierten Arten dieser Lebensräume.

Nimmt man die eingeschränkt stenotopen Arten mit hinzu, treten die Lebensräume Buchenwald (BW mit 64,3%) und Magerrasen (MR99/00 mit 57,2/55,6%) mit auffällender Artausstattung hinzu.

Den geringsten Spezialisierungsgrad mit 90% und 92,3% Anteil eurytoper Arten zeigen die Lebensräume Acker (AC) und Wiese (WI) (siehe Tab. 1).

Vorzugslebensraum (Schwerpunktorkommen)

Die Vorzugslebensräume wurden in Anlehnung an TRAUTNER et al. (1997) folgendermassen klassifiziert:

- Uf vegetationsarme Ufer, Bänke und Aufschwemmungen
- Su vegetationsreiche Ufer, Sümpfe und Moore, Feucht- und Sumpfteiden
- naWa Feucht- und Naßwälder
- meWa Wälder, Vorwälder und Lichtungen/Waldsäume
- Tr trockene an größeren Gehölzen freie oder arme Biotope
- Fe Biotope der weitgehend offenen Kulturlandschaft
- Ubi Ubiquisten, kein bevorzugtes Vorkommen in einem Lebensraum

Falls keine eindeutige Zuordnung möglich war, etwa bei „doppeltem ökologischen Vorkommen“, erfolgt die Zuordnung anteilig an verschiedene Lebensräume. Des weiteren wurde nach den o.g. Literaturangaben und eigenen Erfahrungen nur das Schwerpunktorkommen der einzelnen Arten beurteilt, Nebenvorkommen blieben unberücksichtigt.

Die einzelnen Arten zeigen in den verschiedenen Lebensräumen größtenteils deutliche Schwerpunktorkommen. So läßt sich für jede Untersuchungsfläche bis auf eine Ausnahme (SG) eine Carabidengemeinschaft mit den ihr eigenen, mehr oder weniger exklusiven Arten feststellen. In den Waldlebensräumen finden sich im Buchenwald (BW) mit 71,4%, Kiefernwald (KW) mit 66,7% und Eichenwald (EI) mit 56,7% in 1999 bzw. 53,6% in 2001 jeweils hohe Anteile an Arten wie *Abax parallelus*, *A. parallelepipedus*, *Carabus auronitens*, *C. coriaceus*, *C. hortensis*, *C. nemoralis*, *Molops elatus*, *M. piceus*, *Pterostichus burmeisteri*

und *P. oblongopunctatus*, die bei mesophilen Verhältnissen hier ihr Hauptvorkommen haben. Die Lebensräume Eschenwald (EW) und die Erlenbrüche (EK, EB) haben, neben Arten mit Präferenz für mesophile Verhältnisse, erwartungsgemäß höhere Anteile an typischen Arten für Feucht- und Naßwälder bzw. an Sumpffarten. Zu Nennen sind *Agonum afrum*, *Limodromus assimilis*, *Patrobus atrorufus*, *Pterostichus minor*, *P. nigrita* und *P. rhaeticus*. Im Lebensraum Schilf (SC) bilden mit 68,2% Sumpffarten wie *Agonum afrum*, *Agonum fuliginosum*, *Agonum thoreyi*, *Bembidion guttula*, *Bembidion mannerheimii*, *Oodes helopioides*, *Pterostichus strenuus* und *Paratachys bistratus* den Großteil der Arten. Sumpffarten nehmen auch am Altmühlufer (UF) mit 50% einen relativ hohen Anteil ein. Als typisch erweisen sich hier neben den bereits im Lebensraum Schilf (SC) genannten Arten *Agonum afrum*, *Agonum fuliginosum*, *Bembidion guttula*, *Oodes helopioides*, *Pterostichus strenuus* die Arten *Agonum micans*, *Badister sodalis*, *Bembidion biguttatum*, *B. gilvipes*, *B. lunulatum*, *Demetrias imperialis*, *Epaphius secalis*, *Lasiotrechus discus* und *Pterostichus anthracinus*. Als typische Uferarten treten *Bembidion dentellum* und *Elaphrus cupreus* hinzu. Auch im Biotop Feuchtwiese (FW) dominieren Sumpffarten mit 46,4%. Anzuführen sind hier *Agonum fuliginosum*, *Bembidion biguttatum*, *B. gilvipes*, *B. mannerheimii*, *Epaphius secalis* und *Pterostichus strenuus*.

Die Biotoptypen Wiese (WI) und Acker (AC) stellen mit 75% bzw. 70% Anteil Arten der offenen Kulturlandschaft. Zu Erwähnen sind *Agonum muelleri*, *Amara aenea*, *Anchomenus dorsalis*, *Bembidion lampros*, *B. obtusum*, *B. properans*, *B. quadrimaculatum*, *Calathus fuscipes*, *Harpalus affinis*, *Poecilus cupreus*, *P. versicolor*, *Pseudoophonus rufipes*, *Pterostichus melanarius*, *P. vernalis*, *Trechus quadristriatus* und *Nebria brevicollis*.

Mit 38,1%/47,2% beherbergt der Magerrasen (MR99/00) eine charakteristische Artenausstattung für Trockenbiotope mit folgenden biotoptypischen Arten: *Badister bullatus*, *Brachinus crepitans*, *B. explodens*, *Carabus convexus*, *C. purpurascens*, *Cymindis humeralis*, *Harpalus atratus*, *Ophonus nitidulus*, *O. puncticollis*, *O. schaubergerianus* und *Philorhizus notatus*.

Ein Biotoptyp dessen Artenzusammensetzung keinen deutlichen Schwerpunkt erkennen läßt, ist die Sandgrube (SG). Sie setzt sich aus einem Komplex kleinräumiger Verschachtelungen von Lebensräumen zusammen, was eine weite ökologische Amplitude zur Folge hat. Den höchsten Anteil nehmen hier noch Feldarten wie z. B. *Agonum muelleri* und *Stenolophus teutonius* mit 26,2% ein, gefolgt von Waldarten mesophiler Verhältnisse wie *Abax parallelepipedus* und *Pterostichus oblongopunctatus* sowie Sumpffarten wie *Acupalpus flavicollis*, *Bradycellus harpalinus*, *B. verbasci* und *Pterostichus anthracinus* mit jeweils 16,7% (siehe Abb. 5).

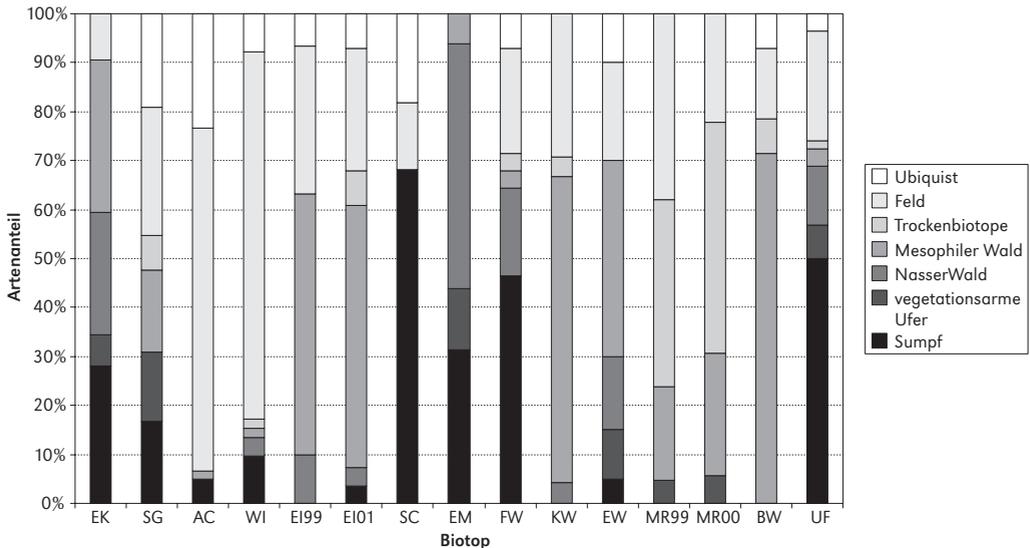


Abb. 5: Biotoppräferenz

Öko-Faunistik der Rote-Liste-Arten

Agonum micans (NICOLAI, 1822) ist nach LINDROTH (1945) eine stenotope Uferart an stehenden und fließenden Gewässern. Nach MARGGI (1992) kommt sie sowohl an Flußufern mit vegetationsreichem Uferaum und Sandboden als auch in Sumpfbereichen mit morastigem, schlammigen Boden und in Kiesgruben vor. Offene Habitats werden bevorzugt, lichte Wälder aber nicht gemieden. *Agonum micans* gilt als hygrophile Naßart. Im Untersuchungsgebiet (UG) kommt sie ausschließlich am Altmühlufer (UF) vor.

RL Bayern: V

Agonum thoreyi DEJEAN, 1828 kommt in tiefen kollinen Lagen an sumpfigen Stellen und wohl in den meisten Schilfbereichen vor. Die Art bevorzugt die Verlandungszone von Gewässern und hält sich sogar auf im Wasser schwimmenden Schilfdetritus auf (MARGGI, 1992). Im UG wurde *Agonum thoreyi* nur in der Schilffläche nördlich von Heglau (SC) nachgewiesen.

RL Bayern: V

Amara equestris (DUFTSCHMID, 1812) ist eine xerophile Art auf offenem oder schwach beschattetem Boden (MARGGI, 1992). Sie wurde als Einzelfund in der intensiv bewirtschafteten Fettwiese Nähe Wannenholtz (WI) erfaßt.

RL Bayern: V

Amara fulva (MÜLLER, 1776) bevorzugt als xerophile Art reinen Sand an offenen wenig beschatteten Stellen (LINDROTH, 1945). Sie ist aber keine exklusive Sandart, sondern toleriert leicht bewachsene Sandstellen an Seen und Flüssen oder Kiesgruben, zuweilen auch auf Sand-Lehm-Gemisch. *Amara fulva* kommt auch auf sandigem Kulturboden vor. Die Art muß allerdings die Möglichkeit haben sich tagsüber eingraben zu können (MARGGI, 1992). Im UG gelang ein Einzelnachweis im Lebensraum Acker (AC).

RL Bayern: V

Bembidion gilvipes STURM, 1825 lebt auf etwas feuchtem, mäßig beschatteten, lehmigem Boden auf Wiesen oder im Laubwald in Moos, unter Laub, Rinde und dergleichen besonders unter *Alnus glutinosa* und *Salix*-Sträuchern (LINDROTH, 1945). Das Vorkommen im UG beschränkt sich mit relativ hoher Individuenzahl auf das Altmühlufer (UF) und die Feuchtwiese in der Nähe von Muhr (FW).

RL Deutschland: V, RL Bayern: V

Bembidion guttula (FABRICIUS, 1792) lebt als Naßart an schlammigen, vegetationsreichen Ufern von fließenden und stehenden Gewässern und feuchten bis nassen Wiesen auf Humus (MARGGI, 1992). *Bembidion guttula* tritt im UG in mehreren Lebensräumen auf (SC, UF, WI, AC).

RL Deutschland: V, RL Bayern: V

Brachinus crepitans (LINNE, 1758) lebt auf offenem, sonnenexponiertem, etwas trockenem Boden mit reichlicher aber nicht zu hoch gewachsener Vegetation. Die Art hält sich gern auf Lehmgrund aber auch auf Verwitterungserde von Kalk auf (LINDROTH, 1945). Nach MARGGI (1992) ist sie als heliophil und thermophil einzustufen. Im UG erfolgte der Nachweis in mehreren Exemplaren ausschließlich im Magerrasen (MR).

RL Deutschland: V, RL Bayern: V

Brachinus explodens DUFTSCHMID, 1812 (Abb. 12) gilt nach MARGGI (1992) als thermo- und heliophile Art, die auf trockenen Wiesen, auf Kulturland und auf Ruderalstellen vorkommt. Im UG gelang der Nachweis als Einzelfund im Magerrasen (MR).

RL Bayern: V

Bradycellus verbasci (DUFTSCHMID, 1812) lebt als hygrophile Art in Sumpf- und Schilfbereichen, sowie an feuchten Stellen auf Sandboden (MARGGI, 1992). Nach LINDROTH (1945) fordert die Art Sandboden und

wird auf Heiden (z. B. unter *Calluna*) oder auf Waldlichtungen angetroffen. Im UG erfolgte ein Einzelfund in der Sandgrube (SG).

RL Bayern: G

Carabus auratus LINNE, 1761 (Abb. 14) ist eine Art der extensiv bewirtschafteten Wiesen, Felder und Gärten (MARGGI, 1992). Sie bevorzugt offenes Gelände auf Lehmboden (LINDROTH, 1945). Im UG konnte *Carabus auratus* als eine relativ stetige Art mit hoher Abundanz im Acker (AC) und im Magerrasen (MR) erfaßt werden. Er unterliegt nach TRAUTNER et al. (1997) aus biogeographischer Sicht einer besonderen Schutzverantwortung in Deutschland.

RL Bayern: V

Carabus auronitens FABRICIUS, 1792 gilt als Waldart der kollinen bis subalpinen Stufe auf mittelfeuchten Standorten. Sie verträgt Vernässungen relativ gut und kommt in wechselhaft feuchten Wäldern relativ häufig vor (MARGGI, 1992). Im UG tritt *Carabus auronitens* in mehreren Lebensräumen in Anzahl auf (BW, EI, KW, SG).

RL Bayern: V

Carabus cancellatus ILLIGER, 1798 ist eine Offenlandart, die gerne auf Äckern und sonstigem Kulturland lebt (LINDROTH, 1945), aber auch an Waldrändern und in lichten Wäldern vorkommt. Bevorzugt werden mäßig feuchte, sandige und lehmige Böden (MARGGI, 1992) besiedelt. Im UG kam die Art nur im Kiefernwald (KW) vor.

RL Deutschland: V, RL Bayern: V

Carabus convexus FABRICIUS, 1775 lebt auf mäßig bis schwach bewachsenem, sandigem oder kiesigem Boden in offener Lage oder mit mäßiger Beschattung von Laubbäumen und Sträuchern (LINDROTH, 1945). Nach MARGGI (1992) gilt die Art als Garten-, Feld- und Waldtier, welches intensiv bebautes Kulturland meidet und in Feldfluren weitgehend verschwunden ist. *Carabus convexus* tritt im UG vor allem im Magerrasen (MR) auf, vereinzelt auch im ca. 0,5 km benachbarten Buchenwald (BW).

RL Deutschland: 3; RL Bayern: V

Cicindela hybrida LINNE, 1758 (Abb. 11) gilt als psammophil und kommt damit überwiegend auf Sandböden vor (MARGGI, 1992). Die Art benötigt trockenen, sonnenexponierten Sand oder feinen Kies an Südböschungen oder an ausgeprägt warmen Stellen. Sie lebt in Sand- und Kiesgruben, aber auch im Uferbereich von Seen und Flüssen (LINDROTH, 1945). Im UG tritt *Cicindela hybrida* ausschließlich im Lebensraum Sandgrube (SG) auf.

RL Bayern: V

Cicindela silvicola DEJEAN, 1822 ist als montane und submontane Art mit eurytoper Lebensweise einzustufen. Sie lebt auf trockenen, sandigen und lehmigen Böden oder am Rande von Wegen (MARGGI, 1992). Die Art wurde als Einzelfund in der Sandgrube (SG) erfaßt. Nach TRAUTNER et al. (1997) besteht für *Cicindela silvicola* unter biogeographischen Gesichtspunkten eine besondere Schutzverantwortung in Deutschland.

RL Deutschland: V, RL Bayern: V

Cymindis humeralis (FOURCROY, 1785) (Abb. 13) lebt an Waldsäumen an sonnenexponierten, sandigen Stellen (LINDROTH, 1945) und gilt als xerotherme Art (MARGGI, 1992). Als stenotope Art trat *Cymindis humeralis* im UG ausschließlich im Magerrasen (MR) auf. Bundesweit ist diese Art als natürlicherweise selten eingestuft (TRAUTNER et al., 1997).

RL Deutschland: 3, RL Bayern: 3

Demetrias imperialis (GERMAR, 1824) ist ein stenöker Schilfbewohner in den Schilfgürteln stehender Gewässer im Schilfdetritus, auf schwimmendem Genist in der Verlandungszone und an den Stengeln von *Phragmites*. Sie läuft an den Stengeln entlang und versteckt sich bei Gefahr in den Blattscheiden (MARGGI,





Abb. 6: Erlenbruchwald in der Nähe von Kleinbreitenbronn (EK) mit in Blüte stehender *Caltha palustris*. Lebensraum u. a. von *Limosdromus assimilis*, *Patrobus atrorufus* und *Pterostichus rhaeticus* (Foto MIOTK).

Abb. 7: Sandgrube nahe Mörlach (SG) mit *Typha latifolia* im Uferbereich. Hier leben z. B. *Cicindela hybrida*, *C. sylvicola*, *Bradycellus harpalinus* und *B. verbasci* (Foto MIOTK).

Abb. 8: Der Magerrasen (MR) am Gelben Berg bildet ein regional bedeutendes Rückzugshabitat für xerophile Arten (Foto MIOTK).

Abb. 9: Der Trespen-Halbtrockenrasen *Mesobrometum* am Gelben Berg bildet beispielsweise durch Einzelbäume und Geröllstreifen komplexe Lebensraumverzahnungen für die dort zahlreich nachgewiesenen Rote-Liste-Arten (Foto MIOTK).

Abb. 10: *Agonum marginatum* ist ein hygrophiler Uferbewohner. Der einzige Nachweis im UG geschah in der Sandgrube (SG) (Foto MIOTK).

Abb. 11: Auch der Dünen-Sandlaufkäfer *Cicindela hybrida* wurde im UG als psammophile Art nur in der SG gefangen. Er kommt hier neben *C. sylvicola* vor (Foto MIOTK).

Abb. 12: Der Kleine Bombardierkäfer *Brachinus expulso* lebt als hoch spezialisierte Art in trocken-warmen Biotopen. Er benötigt sonnenbeschienene, unbeschattete Flächen wie sie am Gelben Berg durch extensive Weide erhalten werden (Foto MIOTK).

Abb. 13: Für den natürlichweise seltenen *Cymindis humeralis* gilt in Deutschland eine besondere Schutzverantwortung. Er ist als xerophile bundesweit gefährdete RL-Art auf Magerrasen der Ausprägung wie am Gelben Berg angewiesen (Foto MIOTK).

Abb. 14: Der am Gelben Berg eudominante Goldlaufkäfer *Carabus auratus* ist als Bewohner der offenen Kulturlandschaft in der bayerischen Roten Liste als Art der Vorwarnliste geführt (Foto MIOTK).

Abb. 15: Der Eichen-Hainbuchenwald im Frühjahrsaspekt mit dem Geophyten *Anemone nemorosa* in voller Blüte. U. a. Lebensraum von *Badister lacertosus*, den neuerdings in der bayerischen RL geführten *Carabus auronitens* und den beiden *Trichotichnus*-Arten *laevicollis* und *nitens* (Foto MIOTK).

Abb. 16: Deutlich ist der Hallencharakter des Buchenwaldes (BW) südlich des Gelben Berges zu erkennen. Dieser Biotoptyp beherbergt u.a. den Lederlaufkäfer *Carabus coriaceus* und den kupfrigen Grabläufer *Pterostichus burmeisteri* (Foto MIOTK).

Abb. 17: Den Uferbereich der Altmühl (UF) dominiert im Bereich der PF vor allem *Phragmites australis*. Hier gelang u. a. der Nachweis von *Lasiothrechus discus* und der RL-Art *Demetrias imperialis* (Foto MIOTK).



1992). Als Winterquartier dienen nach eigener Beobachtung u. a. die Blattscheiden von *Typha latifolia*. Im Untersuchungsgebiet konnte *Demetrias imperialis* als Einzelexemplar am Altmühlufer (UF) nachgewiesen werden.

RL Deutschland: V, RL Bayern: 2

Harpalus atratus LATREILLE, 1804 gilt nach MARGGI (1992) als eurytope Waldart, die Beschattung und mäßige Feuchtigkeit benötigt. Im UG gelang ein Einzelnachweis im Magerrasen (MR).

RL Bayern: V

Harpalus laevipes ZETTERSTEDT, 1828 ist eine weitere der wenigen Waldarten unter den einheimischen *Harpalus*-Arten. Sie lebt in Laub- und Mischwäldern, die licht und nicht zu feucht sind und eine ausgeprägte Humusdecke besitzen und ist auch an Waldsäumen sowie im Dickicht von Sträuchern anzutreffen. Beschattung scheint sie nicht entbehren zu können (LINDROTH, 1945). Nach MARGGI (1992) gilt *Harpalus laevipes* für das Südaereal des Verbreitungsgebietes als eurytope Feldart mit besonderer Vorliebe für schattige Habitate. *Harpalus laevipes* wurde als Einzelfund im Kiefernwald (KW) erfaßt.

RL Deutschland: V, RL Bayern: V

Notiophilus aesthuans MOTSCHULSKY, 1864 ist eine Art, deren Lebensweise noch recht unbekannt zu sein scheint. Nach LINDROTH (1945) ist sie xerophil. *Notiophilus aesthuans* lebt auf offenem, trockenen Kies- und Sandboden (zuweilen mit Lehmeimischung) z. B. in *Calluna*-Heiden, auf sandigen Äckern, Sanduferrn von Seen, auch in Kiesgruben. Jedoch kommt sie auch auf schwerem Lehm Boden etwa in Lehmgruben vor und scheint Kalk zu fordern (MARGGI, 1992). Im UG wurde *Notiophilus aesthuans* in drei Exemplaren nur im intensiv bewirtschafteten Acker (AC) gefangen.

RL Deutschland: V, RL Bayern: V

Oodes helopioides (FABRICIUS, 1792) gilt nach MARGGI (1992) als extrem hygrophiler Schilf- und Sumpfbewohner auf morastigem und lehmigem Boden. Die Art ist in der Verlandungszone auch auf schwimmendem Schilfdetritus zu finden. Sie lebt teilweise subaquatisch, bei Gefahr taucht sie längs der Pflanzen unter die Wasseroberfläche (LINDROTH, 1945). Im UG tritt *Oodes helopioides* in der Schilffläche (SC) bei Heglau und am Altmühlufer (UF) mit wenigen Exemplaren auf.

RL Bayern: V

Ophonus nitidulus (STEPHENS, 1828) ist eine meso- bis xerophile Art, die eine mäßige Beschattung durch Bäume und Sträucher toleriert. Sie bevorzugt xerotherme Standorte auf Magerrasen, an Trockenhängen, auf Wegen oder Ruderalstellen (MARGGI, 1992). *Ophonus nitidulus* wurde im UG als Einzelfund im Eichenwald (EI) nachgewiesen.

RL Bayern: V

Ophonus puncticollis (PAYKULL, 1798) lebt auf trockenem Kies- oder Sandboden mit spärlicher Vegetation, z. B. an sonnenexponierten Stellen in Kiesgruben. Die Art ist wahrscheinlich an Kalk gebunden (LINDROTH, 1945) und gilt als xerophil mit einem Verbreitungsschwerpunkt in Trockenhängen und Weinbergen (MARGGI, 1992). Die Art wurde im UG erwartungsgemäß nur im Magerrasen (MR) angetroffen.

RL Deutschland: V, RL Bayern: V

Paratachys bistriatus (DUFTSCHMID, 1812) ist eine Naßart, auf allen feuchten, humusreichen und lehmigen, beschatteten Böden, auch Uferart auf Lehm. Imagines gehen auch auf Bäume (MARGGI, 1992). Als Naßart kommt *Paratachys bistriatus* typischerweise in der Schilffläche (SC) bei Heglau vor.

RL Bayern: 3

Philorhizus notatus STEPHENS, 1827 lebt an trockenen, sonnenexponierten Stellen (Wiesen, Ackerraine, Waldsäume, Haine usw.) unter Grasresten, trockenem Laub u. dgl. Die Art wird vornehmlich auf Sand- und Kiesboden, sogar auf trockenem, hartem Lehm (LINDROTH, 1945) angetroffen. Nach MARGGI (1992) ist

Philorhizus notatus als eine xerophile bis xerothermophile Art, die im Gegensatz zu anderen Dromiinae nicht unter der Rinde von Bäumen überwintert, zu klassifizieren. Den Erwartungen entsprechend erfolgte die Erfassung lediglich im Magerrasen (MR).

RL Deutschland: V, RL Bayern: 3

Pterostichus rhaeticus HEER, 1837 ist wie *Pterostichus nigrita* (PAYKULL, 1790) eine eurytope Naßart auf humus- und lehmgemischten Böden mit mäßiger Beschattung. Beide Arten kommen nebeneinander in den gleichen Lebensräumen vor. Im UG konnte *Pterostichus rhaeticus* in den beiden Erlenbrüchen (EK, EB) und am Altmühlufer (UF) zusammen mit *Pterostichus nigrita* nachgewiesen werden. Über die Lebensweise in Abweichung zu *Pterostichus nigrita* ist nach MARGGI (1992) noch nichts bekannt.

RL Bayern: D

Laufkäferfauna der verschiedenen Lebensräume

Erlenbruchwald in der Nähe von Kleinbreitenbronn (EK)

Im Erlenbruch bei Kleinbreitenbronn (EK) wurden 177 Individuen aus 16 Arten registriert. Charakterisiert wird der Artenbestand durch den eudominanten *Patrobus atrorufus* und den dominanten *Pterostichus niger*. Der überwiegende Teil der Arten erweist sich mit 62,5% als hygrophil bzw. mit 25% als eingeschränkt hygrophil. In diesem Zusammenhang sind ein Viertel des Arteninventars den Feucht- und Naßwäldern zuzuordnen bzw. 28,1% als Sumpffarten anzusprechen.

Als Fortpflanzungstyp überwiegen Frühjahrsfortpflanzler mit Imaginalüberwinterung. Die Flügelsituation weist mit annähernd zwei Dritteln geflügelter Arten auf Störereignisse wie etwa Überschwemmungen in diesem Lebensraum hin. Anders als im Erlenbruch bei Muhr (EM) (siehe unten) stellt der Anteil ungeflügelter Arten etwa ein Drittel. Sieht man die daraus abzuleitende geringere Mobilität in Verbindung mit der Bevorzugung von einem Drittel für mesophilen Wald und die etwas geringere Feuchtepräferenz, läßt sich eine Tendenz zu trockeneren Verhältnissen mit ausgeglichenerem Mikroklima im Lebensraum erkennen. Arten, die die mesophile etwas trockenere Ausprägung des Standortes anzeigen, sind die Waldarten *Abax parallelepipedus*, *Abax parallelus*, *Carabus nemoralis*, *Nebria brevicollis* und *Pterostichus niger*.

Der Erlenbruch bei Kleinbreitenbronn (EK) läßt sich anders als der Erlenbruch bei Muhr (EM) nicht mehr als völlig intakt interpretieren. Als Art der Roten Liste Bayern konnte *Pterostichus rhaeticus* nachgewiesen werden. *Pterostichus rhaeticus* gilt als Art mit defizitärer Datenlage. Verbreitung, Biologie und Gefährdung sind für eine Einstufung in die anderen Kategorien nicht ausreichend bekannt (LORENZ, [2004]).

Sandgrube nahe Mörlach (SG)

Die Sandgrube (SG) läßt als einziger Biotoptyp im Untersuchungsgebiet keine deutliche Biotoppräferenz in der Artenzusammensetzung erkennen. Sie setzt sich aus einem kleinräumigen Lebensraummosaik zusammen. Dies hat eine weite ökologische Amplitude zur Folge. So finden sich Arten aller genannten Biotoppräferenztypen mit Ausnahme der Naßwälder. Als typische Feldarten, die mesophiles Offenland bevorzugen, sind mit über einem Viertel Anteil *Amara bifrons*, *Amara communis*, *Agonum muelleri*, *Carabus auratus* und *Stenolophus teutonius* zu nennen. Als Waldarten mesophiler Verhältnisse sind mit 16,7% *Abax parallelepipedus*, *Carabus auronitens* und *Pterostichus oblongopunctatus*, als Sumpffarten mit ebenfalls 16,7% *Acupalpus flavicollis*, *Bradycellus harpalinus*, *B. verbasci* und *Pterostichus anthracinus* anzuführen. Als typische Uferarten, die offene Bereiche bevorzugen, waren mit 14,3% *Agonum marginatum* und *Elaphrus riparius*, als Arten von Trockenbiotopen, die xerotherme Verhältnisse präferieren, aber typischerweise auch in anderen Lebensräumen vorkommen können, mit 7,1% *Amara lunicollis*, *Cicindela hybrida* und *Cicindela sylvicola*, und schließlich mit 19,1% Ubiquisten wie *Anisodactylus binotatus*, *Bembidion femoratum*, *Bembidion tetracolum* und *Clivina fossor* anzutreffen. Dieses heterogene Arteninventar wird jedoch bei Betrachtung der Individuenanteile an den Präferenztypen relativiert: 61% der Individuen sind typisch für mesophile Wälder, alle anderen Präferenztypen liegen unter 10%. Der eudominante *Abax parallelepipedus*

und der dominante *Pterostichus oblongopunctatus* unterstreichen diese Tendenz. Im Biotop überwiegen mit 81% die Frühjahrsfortpflanzer deutlich. Auch bei der Flügelsituation gibt es mit 81% makropterer bzw. dimorpher Arten dieselbe Tendenz. In Bezug auf den ökologischen Typ und die Größenklassen setzt sich die Heterogenität fort. Schließlich sind in diesem Biotoptyp fünf Arten der Roten Liste Deutschland bzw. Bayern zu finden. Dies sind die auf der deutschen und/oder bayerischen Vorwarnliste stehende *Carabus auratus*, *C. auronitens*, *Cicindela hybrida* und *C. sylvicola*. Für *Bradycellus verbasci* ist bayernweit eine Gefährdung anzunehmen, jedoch ist der Status unbekannt (LORENZ, [2004]; TRAUTNER et al., 1997). Für die beiden Arten *Carabus auratus* und *Cicindela sylvicola* besteht nach TRAUTNER et al. (1997) aus biogeographischer Sicht eine besondere Schutzverantwortung in Deutschland. Insgesamt wurden 91 Individuen aus 21 Arten nachgewiesen.

Acker in der Nähe des Wannenholz (AC)

Individuen- und artenreichster Lebensraum des gesamten Untersuchungsgebietes ist der Biotoptyp Acker (AC) mit 986 Individuen aus 30 Arten. Charakteristisch ist die eudominante eurytope Feldart *Pterostichus melanarius* und das Fehlen dominanter Arten. Die Subdominanten *Bembidion obtusum*, *Carabus auratus*, *Trechus quadristriatus*, *Poecilus cupreus*, *Bembidion lampros*, *Dyschirius globosus* und *Amara aenea* folgen mit deutlichem Abstand. *Pterostichus melanarius* stellt für das gesamte Untersuchungsgebiet mit 362 gefangenen Individuen und damit einem Anteil von 36,7% die häufigste Art dar. Nach DÜLGE et al. (1994) deutet ein hoher Anteil dieser Art auf eine hohe Nutzungsintensität des Standortes hin. *Pterostichus melanarius* tritt demnach besonders stark auf intensiv bearbeiteten Äckern und Grünlandflächen auf.

Über zwei Drittel des Arteninventars dieser Untersuchungsfläche gelten als Feldarten, knapp ein Viertel als Ubiquisten. 90% aller Arten sind wenig oder gering spezialisiert und daher als eurytop zu bezeichnen. Zwei Drittel der Arten sind kleine Carabiden der Größenklasse 4 und 5. Viele kleine Arten kennzeichnen oft Standorte mit Pioniercharakter wie z.B. Ackerflächen (HANDKE, 1996). Großcarabiden mit den Arten *Carabus auratus* und *C. granulatus* nehmen nur einen geringen Anteil von 3,3% ein.

In diesem Zusammenhang steht auch der hohe Anteil (90%) geflügelter bzw. dimorpher Arten als Anpassung an instabile Verhältnisse im Lebensraum. Auch die Frühjahrsfortpflanzer bzw. Imaginalüberwinterer überwiegen bei den Fortpflanzungstypen mit 80% deutlich. Ein heterogenes Bild ergibt dagegen die prozentuale Verteilung der ökologischen Typen, wobei eine Tendenz zur Bevorzugung trockener Lebensräume besteht.

Bemerkenswert erscheint an diesem Standort, daß die subdominante Art *Carabus auratus* und die subrezedenten Arten *Amara fulva*, *Bembidion guttula* und *Notiophilus aestuans* in der Roten Liste für Deutschland und/oder Bayern (LORENZ, [2004]; TRAUTNER et al., 1997) als Arten der Vorwarnliste verzeichnet sind. Für *Carabus auratus* gilt außerdem nach TRAUTNER et al. (1997) die besondere Schutzverantwortung Deutschlands aus biogeographischen Gründen.

Wiese in der Nähe des Wannenholz (WI)

Der Biotoptyp Wiese (WI) stellt mit einem Anteil von drei Viertel Arten der offenen Kulturlandschaft. Es wurden 668 Individuen aus 26 Arten nachgewiesen. Dominiert wird der Standort von *Bembidion lampros*, *Pterostichus melanarius* und *Bembidion properans*. Mit 92,3% überwiegen wie bereits im Acker (AC) die unspezialisierten Arten deutlich. Der prozentuale Anteil an geflügelten bzw. dimorphen Arten erreicht mit 90% dieselbe Größenordnung wie im AC. Durch den Mahdrhythmus liegen auch hier instabile Verhältnisse vor. Infolgedessen ist es überlebenswichtig, hohe Mobilität zu besitzen. Auch die Parameter Fortpflanzungstyp und Größenklasse folgen demselben Schema wie im AC. Bei der ökologischen Typeneinteilung findet sich ebenfalls eine fast identische Situation wie beim AC. Der sehr hohe Ähnlichkeitsquotient von 71,4 beim Vergleich mit dem AC unterstreicht die hohe Übereinstimmung der beiden Lebensräume (siehe Tab. 2).

Als Rote Liste-Arten sind *Amara equestris*, *Bembidion guttula* und *Carabus auratus* als Arten der Vorwarnliste für Deutschland und/oder Bayern (LORENZ, [2004]; TRAUTNER et al., 1997) zu nennen. *Carabus auratus* unterliegt einer besonderen Schutzverantwortung (siehe auch AC).

Eichen-Hainbuchenwald im Wannenhholz (EI99/01)

Der Eichenwald (EI) wird durch das Vorkommen der dominanten Arten *Abax parallelepipedus*, *Abax parallelus*, *Carabus nemoralis*, *Pterostichus oblongopunctatus* gekennzeichnet. 2001 tritt als weitere dominante Art *Carabus auronitens* hinzu. Es wurden in 1999 237 Individuen aus 15 Arten und 2001 122 Individuen aus 14 Arten erfaßt. Dies entspricht insgesamt 359 Individuen aus 21 Arten. Der Sörensen-Index der Probenkollektive der beiden Vergleichsjahre zeugt mit 55,2 von relativ großer faunistischer Ähnlichkeit (siehe Tab. 2).

Das Arteninventar setzt sich erwartungsgemäß zu mehr als der Hälfte aus Arten zusammen, die mesophile Verhältnisse in Wäldern bevorzugen. Der Schwerpunkt bei Ausprägung des ökologischen Typs liegt in 1999 deutlich bei den feuchtliebenden Arten, in 2001 gibt es durch das Auftreten von xerophilen Arten wie *Calathus fuscipes*, *Ophonus nitidulus* und eingeschränkt *Trichotichnus nitens* leichte Verschiebungen zu trockeneren Verhältnissen. Hygrophile Arten wie *Limodromus assimilis*, *Loricera pilicornis* und *Pterostichus vernalis* konnten 2001 nicht mehr nachgewiesen werden.

Auffällig ist, daß der Biotoptyp Eichenwald (EI) mit 42,9% den höchsten Artanteil an Herbstbrütern und somit Larvalüberwinterern im gesamten Untersuchungsgebiet stellt. Dies kann als Hinweis auf ein ausgeglichenes Bestandsklima im Eichenwald interpretiert werden. Auf stabile Verhältnisse im Biotop deutet nicht nur die Zunahme brachypterer Arten in 2001 hin, sondern auch die Betrachtung der Individuenanteile bezüglich Ausbreitungsfähigkeit und Flügelsituation. Hier ergeben sich Anteile von 72,2% für 1999 und 59,8% für 2001.

Der überwiegende Anteil der Arten ist als eurytop zu bezeichnen. Als Arten der Vorwarnliste der Roten Liste Bayern werden *Carabus auronitens* und *Ophonus nitidulus* geführt (LORENZ, [2004]). Die Art *Trichotichnus nitens* unterliegt nach TRAUTNER et al. (1997) aus biogeographischer Sicht einer besonderen Schutzverantwortung in Deutschland.

Schilfbestand um einen Teich nördlich von Heglau (SC)

Im Biotoptyp Schilf (SC) gelang der Nachweis von 46 Individuen aus 11 Arten. Charakterisiert wird der Lebensraum von der eudominanten, hygrophilen Sumpfwart *Agonum fuliginosum*. Arten wie der stenotope *Agonum thoreyi* und *Pterostichus strenuus* treten als dominante hinzu. Erwartungsgemäß findet sich hier eine Artausstattung, die sich aus über zwei Dritteln durch hygrophile Sumpfwarten auszeichnet. Bemerkenswert erscheint das vollständige Fehlen von Herbstbrütern. Die Instabilität des Lebensraumes durch Ereignisse wie z. B. Überschwemmungen erklärt auch das deutliche Überwiegen kleiner Carabiden. Einzige Art der Größenklasse 1 ist der Einzelfund von *Carabus auratus*. In diesem Zusammenhang sind auch die 81,9% makropterer bzw. dimorpher Arten zu interpretieren. Längere Überflutungs- und Überstauungsphasen werden auch von adulten Laufkäfern nicht mehr ertragen. In solchen Fällen sind die Tiere zu einem Ausweichen in andere Lebensräume gezwungen, von denen aus bei geeigneteren Standortbedingungen eine Wiederbesiedlung erfolgt. Solche ökologischen Verhaltensweisen besitzen vor allem die flugfähigen Frühjahrsbrüter.

Fünf Rote Liste-Arten unterstreichen die hohe Bedeutung des Lebensraumes für gefährdete Arten. Im Einzelnen handelt es sich um *Agonum thoreyi* (Bayern (B) V), *Bembidion guttula* (Deutschland (D)/Bayern (B) V), *Carabus auratus* (B V), *Oodes helopioides* (B V) und *Paratachys bistratus* (B 3) (LORENZ, [2004] TRAUTNER et al., 1997). Für *Carabus auratus* gilt wie bereits beim AC und der WI erwähnt die bundesweite besondere Schutzverantwortung (TRAUTNER et al., 1997).

Erlenbruchwald im „Mönchsbruch“ nördlich von Muhr am See (EM)

Individuen- und artenärmster Lebensraum ist die Untersuchungsfläche Erlenbruch bei Muhr am See (EM) mit nur 45 Individuen aus 8 Arten. Er wird durch die dominanten Arten *Elaphrus cupreus*, *Pterostichus nigrita*, *Pterostichus rhaeticus* und *Patrobis atrorufus* charakterisiert. Als Subdominante treten *Limodromus assimilis*, *Agonum fuliginosum*, *Pterostichus minor* und *Pterostichus niger* in Erscheinung.

Alle Arten erweisen sich mit einem Anteil von 87,5% als hygrophil bzw. mit einem Anteil von 12,5% zumindest als eingeschränkt hygrophil. Deshalb läßt sich auch die Mehrzahl der gefangenen Arten als typisch

für Feucht- und Naßwälder bzw. als Sumpfsarten einstufen. Die einzige Ausnahme bildet der als stenotope Uferart bewertete *Elaphrus cupreus*. Als Fortpflanzungstyp ist der Anteil der Frühjahrsfortpflanzler mit drei Viertel aller Arten in der Mehrzahl.

Einzige ungeflügelte Art ist der stenotope *Patrobus atrorufus*. Der restliche Teil der Arten ist makropter oder dimorph. Sie können sich offensichtlich im Lebensraum durch das leistungsfähigere Ausbreitungspotential erfolgreicher behaupten.

Auffällig ist das Fehlen von Großcarabiden der Größenklasse 1 und kleinster Laufkäfer mit einer Körpergröße unter 5 mm, was eventuell auf die Erfassungslücken durch Überschwemmung zurückzuführen ist.

Es handelt sich um ein für intakte Erlenbrüche typisches Arteninventar mit der bei STEGNER (2001) genannten Leitart *Limodromus assimilis* und den begleitenden Arten *Agonum fuliginosum*, *Elaphrus cupreus*, *Pterostichus minor*, *Pterostichus niger*, *Pterostichus nigrita*, *Pterostichus rhaeticus* und *Patrobus atrorufus*. Wie im Erlenbruch bei Kleinbreitenbronn (EK) konnte als Art der RL Bayern *Pterostichus rhaeticus* nachgewiesen werden (Kategorie D, LORENZ, [2004]).

Feuchtwiese/Hochstaudenflur im Randbereich des Wiesmet in der Nähe von Muhr am See (FW)

Der Biotoptyp Feuchtwiese (FW) wird von den eurytopen Arten *Clivina fossor*, *Bembidion biguttatum*, *Poecilus versicolor* und *Pterostichus melanarius* dominiert. Im Untersuchungszeitraum wurden 67 Individuen aus 14 Arten festgestellt. Die Laufkäferfauna dieses Lebensraumes setzt sich zu 46% aus Sumpfsarten und zu 18% aus Naßwaldarten zusammen. Dies äußert sich auch mit 64,3%-Anteil hygrophiler Arten. Entsprechend den dort herrschenden Bedingungen finden sich mit *Amara communis*, *Poecilus versicolor* und *Pterostichus melanarius* auch Arten aus Grünlandökosystemen.

Der Anteil von 78,6% Imagoüberwinterer, die sich im Frühjahr fortpflanzen bzw. 85,8% Anteil makropterer oder dimorpher Arten weist auf dynamische Ereignisse im Lebensraum hin, wie ihn etwa Überschwemmungen bzw. Mahd darstellen (THIELE, 1977). Als einzige Art der Roten Liste ist *Bembidion gilvipes* (D/B V) vertreten (LORENZ, [2004]; TRAUTNER et al., 1997). Großcarabiden sind in der Feuchtwiese nicht nachgewiesen worden.

Kiefernwald westlich von Gunzenhausen (KW)

Die Carabidenfauna im Kiefernwald (KW) wird durch den stenotopen, eudominanten *Carabus hortensis* charakterisiert. 62,5% des Arteninventars sind Waldtiere, die mesophile Verhältnisse bevorzugen. 29,2% sind Feldarten, die einen xerophilen, lückigen Bestandscharakter anzeigen. Insgesamt beläuft sich die Zahl der Individuen auf 116, die sich auf 12 Arten verteilen. Drei Viertel der Arten gelten als unspezialisiert bzw. mäßig feuchtepräferent. Der Anteil geflügelter zu ungeflügelten Arten ist identisch. Mit 75% überwiegen bei den Arten Frühjahrsfortpflanzler, bei den Individuen sind die Herbstbrüter mit 55,2% Anteil im Übergewicht. Der große Anteil der Arten an der Größenklasse 1 mit 47,1%, bei den Individuen sogar 75% und das Fehlen von Kleinstcarabiden weist in diesem Zusammenhang auf „alte“ Lebensräume mit geringer Dynamik hin (Handke, 1996).

Carabus auronitens, *C. cancellatus* und *Harpalus laevipes* werden auf der Vorwarnliste der deutschen und/oder bayerischen Roten Liste geführt (LORENZ, [2004]; TRAUTNER et al., 1997).

Eschenwald nördlich Gelber Berg (EW)

Im Biotoptyp Eschenwald (EW) wurden 94 Individuen aus 10 Arten gefangen. Beherrscht wird der Lebensraum von der eudominanten Naßwaldart *Limodromus assimilis*. Mit 60% gilt der überwiegende Anteil der Arten als eurytop. Etwa die Hälfte der Arten bevorzugt hygrophile Verhältnisse im Lebensraum. Das Verhältnis von brachypteren zu makropteren Arten ist ausgeglichen. Beim Fortpflanzungstyp überwiegen jedoch die Frühjahrsfortpflanzler mit 80%. Der Schwerpunkt der Biotoppräferenz liegt mit 40% beim mesophilen Wald. Arten der Roten Liste konnten nicht nachgewiesen werden. Als typische Arten kommen *Limodromus assimilis*, *Pterostichus nigrita* und die Uferart *Elaphrus cupreus* vor. Als Begleiter können die

Laub- und Mischwaldarten feuchter und frischer Standorte wie *Abax parallelepipedus*, *Abax parallelus*, *Carabus nemoralis* und *Molops piceus* gelten.

Magerrasen am Gelben Berg (MR99/00)

Auffälligster Lebensraum hinsichtlich gefährdeter Arten ist der Magerrasen (MR) mit acht Arten der Roten Liste D/B. Dabei handelt es sich um stenotope, teilweise thermophile, Arten wie *Brachinus crepitans* (V/V), *Brachinus explodens* (-/V), *Carabus auratus* (-/V), *Carabus convexus* (3/V), *Cymindis humeralis* (3/3), *Harpalus atratus* (-/V), *Ophonus puncticollis* (V/V) und *Philorhizus notatus* (V/3), (LORENZ, [2004]; TRAUTNER et al., 1997). Nach TRAUTNER et al. (1997) gilt dabei aus biogeographischer Sicht für den eudominanten *Carabus auratus*, den natürlicherweise seltenen *Cymindis humeralis* und die aus dem nahe gelegenen Buchenwald einstrahlende Waldart *Molops elatus* eine besondere Schutzverantwortung in Deutschland. Die überragende Bedeutung dieses Biotoptyps für gefährdete Arten wird dadurch deutlich.

Im Magerrasen wurden in 1999 152 Individuen aus 21 Arten, in 2000 110 Individuen aus 18 Arten erfaßt. Insgesamt wurden 262 Individuen aus 25 Arten nachgewiesen. Der Sörensen-Index der beiden Vergleichsjahre mit 71,8 zeigt den höchsten Wert des UG überhaupt und damit die hohe faunistische Ähnlichkeit der Probeflächen (siehe Tab. 2). Für einen Magerrasen typisch erscheint das umfangreiche Vorkommen von Arten, die Trockenbiotope bevorzugen (siehe unten), ebenso wie das Vorkommen von Feldarten aus Grünlandökosystemen mesophiler Verhältnisse in geringeren Anteilen. Grünlandarten der Probefläche sind *Amara aenea*, *Amara convexior*, *Amara familiaris*, *Calathus fuscipes*, *Carabus auratus*, *Harpalus affinis*, *Harpalus tardus* und *Pterostichus vernalis*.

Typisch für den Magerrasen ist weiterhin der hohe Anteil an xerophilen bzw. mäßig xerophilen Arten mit 71,5% in 1999 und 72,2% in 2000 sowie der hohe Spezialisierungsgrad der stenotopen bzw. eingeschränkt stenotopen Arten mit teilweise über 50%. Bemerkenswert erscheinen ferner 76,2% Frühjahrsbrüter in 1999 bzw. 66,7% in 2000. Die Flügelsituation stellt sich in 1999 ausgeglichen mit gleichen Anteilen an geflügelten und ungeflügelten Arten dar. In 2000 verschiebt sich das Gleichgewicht in Richtung ungeflügelter Arten. Der Anteil von 23,8% an großen Carabidenarten in 1999 bzw. 27,8% in 2000 zeigt stabile Verhältnisse im Lebensraum an. Noch deutlicher wird dies bei den Individuen in 1999 mit 77,6% und 2000 mit 73,6% hohen Anteilen der Größenklasse 1.

Buchenwald südlich Gelber Berg (BW)

Im Biotoptyp Buchenwald (BW) wurden 189 Individuen aus 14 Arten erfaßt. Dominiert wird der Lebensraum von den drei mehr oder weniger stenotopen Waldarten *Abax parallelepipedus*, *Carabus hortensis* und *Pterostichus burmeisteri*. Der Anteil mesophiler Waldarten bewegt sich mit 71,4% in einem beträchtlichen Umfang. Hierbei handelt es sich teilweise um spezialisierte Arten, die mit 64,3% als stenotop bzw. als mäßig stenotop einzustufen sind. 71,5% der nachgewiesenen Arten gelten als feuchtepräferend bzw. eingeschränkt feuchtepräferend.

Im gesamten Untersuchungsgebiet hat der Buchenwald mit einem Anteil von 78,6% die größte Zahl brachypterer Arten. Ein hoher Anteil dieser Species zeigt stabile Verhältnisse im Lebensraum an und kann als Hinweis für eine lange Biotoptradition gedeutet werden. Oftmals, zeichnen sich etwa Wälder durch ein ausgeglicheneres Mikroklima aus. Der Anteil nicht flugfähiger Arten steigt in der Regel mit zunehmendem Reifegrad eines Lebensraumes.

Auch der erhebliche Anteil an großen Carabiden mit 42,9% zeigt verstärkt diese Tendenz. Nach HANDKE (1996) zeigen große nicht flugfähige Arten „alte“ Lebensräume mit geringer Dynamik an. Erwähnenswert erscheint ferner die große Zahl (78,6%) an Frühjahrsbrütern mit Imaginalüberwinterung.

Carabus auratus, *Carabus auronitens* und *Carabus convexus* sind in der Roten Liste Bayern (LORENZ, [2004]) als Arten der Vorwarnliste verzeichnet. Letzterer gilt sogar bundesweit als gefährdet (TRAUTNER et al., 1997). Die Arten *Carabus auratus*, *Molops elatus* und *Pterostichus burmeisteri* unterliegen nach TRAUTNER et al. (1997) aus biogeographischer Sicht in Deutschland einer besonderen Schutzverantwortung.

Ufer an der Altmühl (UF)

Für den Biotoptyp Altmühlufer (UF) ist das Vorkommen der dominanten Art *Bembidion biguttatum* kennzeichnend. Acht subdominante Arten, die mit 50,2% den größten Individuenanteil stellen, weisen darüber hinaus die Fläche als artenreich aus. Insgesamt wurden Nachweise von 160 Individuen aus 29 Arten erzielt. Die Laufkäferfauna am Altmühlufer setzt sich überwiegend sowohl aus eurytopen (58,6%), als auch aus feuchtpreferenten (75,5%) Arten zusammen. Zu ähnlichem Ergebnis kamen GERBER & PLACHTER (1987) bei ihrer Untersuchung im Bereich des Altmühlsees. Mit 41,4% ist der Anteil der spezialisierten Arten ebenfalls beträchtlich. Die Hälfte des Arteninventars stellen Sumpffarten. Der Anteil von 58,6% an makropteren bzw. 31% dimorpher Arten, ist als Anpassung an instabile Verhältnisse im Lebensraum mit Störereignissen wie etwa Überschwemmungen zu interpretieren. Durch das leistungsfähigere Ausbreitungspotential erweisen sich makroptere oder dimorphe Arten als konkurrenzstärker. Diese Tendenz wird durch die hohe Zahl von 79,3% Imagoüberwinterern mit Fortpflanzung im Frühjahr bestätigt. Auch das Überwiegen an kleinen Carabidenarten wie es mit 48,3% Anteil der Größenklasse 4 und 24,1% der Größenklasse 5 für die Probefläche zum Ausdruck kommt, weist in diese Richtung und gilt als typisch für Standorte mit Pioniercharakter wie etwa Uferbereiche (HANDKE, 1996).

Im Biotoptyp Altmühlufer (UF) konnten sechs Arten der Roten Liste Bayern und Deutschland nachgewiesen werden. Damit wird die große Bedeutung dieses Lebensraumes für gefährdete Arten aufgezeigt. In Bayern stark gefährdet und bundesweit in der Vorwarnliste geführt ist der stenotope *Demetrias imperialis*. Weitere Arten der Vorwarnliste für D und/oder B sind *Agonum micans*, *Bembidion gilvipes*, *Bembidion guttula* und *Oodes helopioides* (LORENZ, [2004]; TRAUTNER et al., 1997). *Pterostichus rhaeticus* gilt für Bayern als Art mit defizitärer Datenlage (LORENZ, [2004]).

Bewertung

Die Artausstattung der einzelnen Lebensräume entspricht größtenteils den Erwartungen. Die Ergebnisse sind aber unterschiedlich zu gewichten.

Die Lebensräume Altmühlufer (UF), Magerrasen (MR), Acker (AC) oder Wiese (WI) verfügen über ausgeprägte, biotoptypische Laufkäferzönosen. Es handelt sich dabei um artenreiche Vorkommen mit teilweise großer Individuenzahl der charakteristischen Arten bzw. typischer Begleitfauna.

Bei den Biotypen Erlenbruch bei Muhr (EM) oder Eschenwald (EW) hingegen sind die geringen Arten- und Individuenzahlen auffällig. Die Laufkäferkollektive sind nicht als vollständig einzustufen. Das Fehlen von beispielsweise *Agonum afrum*, *Agonum micans*, *Bembidion lunulatum* und *Carabus granulatus* in beiden Biotypen und zusätzlich *Agonum fuliginosum*, *Pterostichus minor*, *Pterostichus rhaeticus* und *Patrobus atrorufus* im EW ist hier anzuführen. Der geringe Datenumfang birgt darüber hinaus Risiken der Fehlinterpretation.

Die Bedeutung der Artenzahl wird in der Literatur zum Teil kontrovers diskutiert. Nach MAAS (1999) ist die Artenzahl nicht als Kriterium zur Beurteilung von Laufkäferzönosen geeignet, da Randeffekte eine große Rolle spielen. Ebenso können bei annähernd gleicher Artenzahl die Standorte von unterschiedlicher Qualität sein. Zusätzlich führen Beeinträchtigungen der Fallenfängigkeit (Überschwemmungen, Mahd, Ernte) zu Verzerrungen. Nach HANDKE (1995) steigt die Artenzahl zum einen mit Dauer und Intensität der Beobachtung und ist zum anderen vom Strukturreichtum einer Fläche abhängig. TRAUTNER (1996) sieht eine artenreiche Laufkäferfauna als wichtiges Kriterium zur Einstufung in eine Bewertungsskala für Untersuchungsflächen.

Im Untersuchungsgebiet ist als Negativfaktor einer optimalen Erfassung die geringe Fallenzahl in allen Lebensräumen zu nennen. Spezielle Kleinlebensräume pro Biotoptyp blieben bei der Untersuchung sicherlich unberücksichtigt. Bei höherer Fallenzahl ist mit höheren Arten- und Individuenzahlen zu rechnen, was auch Aussagen über die Dominanzstruktur und weitere ökologische Parameter sicherer machen würde. Folgeuntersuchungen mit größerer Fallenzahl wurden bereits in einem Niedermoor durchgeführt (MIOTK & NAUMANN, in Vorbereitung).

Andererseits werden durch Bodenfallen typische Bewohner anderer Strata als der Bodenoberfläche nicht oder kaum erfaßt. MIOTK gelang 2002 beispielsweise auf dem Magerrasen am Gelben Berg der Nachweis des auf Gehölzen kletternden (LINDROTH, 1945) *Lebia chlorocephala* (HOFFMANN et al., 1803) (MIOTK, mdl. Mitteilung).

In diesem Zusammenhang sind auch, die bei REMMERT (1992) geschilderten, jährlich erheblichen Schwankungen unterliegenden Populationsgrößen von Wirbellosen unter ganz normalen Bedingungen, zu erwähnen. TRAUTNER (1992) bestätigt dies für Laufkäferpopulationen bzw. die Aktivitätsdichte von Laufkäfern.

Insgesamt kann das Arteninventar im Untersuchungsgebiet in Anlehnung an TRAUTNER (1996) als örtlich bis regional bedeutend eingestuft werden. Über ein Viertel aller nachgewiesenen Arten – teilweise in individuenreichen Beständen – gilt bundes- bzw. landesweit als gefährdet bzw. ist auf der Vorwarnliste verzeichnet (siehe Tab. 1). Hinzu kommt die besondere Schutzverantwortung Deutschlands für fünf im Projektgebiet nachgewiesene Arten aus biogeographischen Gesichtspunkten.

Aufgrund der engen Habitatspektren der vorkommenden Arten erreichen die Lebensräume Schilf (SC), Altmühlufer (UF), Buchenwald (BW) und Magerrasen (MR) hohe Wertigkeiten. Die Feuchtlebensräume im Untersuchungsgebiet fungieren zudem als Rückzugshabitate für hygrophile Arten. Der Magerrasen (MR) am Gelben Berg erfüllt diese Funktion für xerophile Arten.

Die vorliegende Arbeit dient dem Projekt an der FH Weihenstephan, Abt. Triesdorf zur Ermittlung von Leitarten als Vorstudie. Die bearbeiteten Lebensräume werden aus Sicht nur einer Tiergruppe, die nur einen Aspekt der gesamten Zönose darstellt, bewertet. Diesbezüglich und im Hinblick auf die geforderte leichte Erfassbarkeit und die bei STEGNER (2001) genannten Anforderungen an Leitarten erscheinen nur wenige Arten als geeignet. Biotoptypen wie Erlenbruch (EK, EM) und Eschenwald (EW) weisen enge ökologische Beziehungen nicht nur untereinander sondern auch beispielsweise zu den Lebensräumen Feuchtwiese (FW) und Altmühlufer (UF) auf. Dies bestätigen auch die relativ hohen Werte beim Sörensen-Index (siehe Tab. 2). Für die unterschiedlichen Biotoptypen lassen sich daher zumindest bei den Laufkäfern oftmals keine exklusiven Leitarten identifizieren, da die nachgewiesenen Arten die Eigentümlichkeit des Biotops nicht spezifisch genug repräsentieren bzw. die Habitattreue zu gering ist. Es ist aber möglich, Artenkollektive im regionalen Kontext zu beschreiben. Diese charakteristischen Gruppierungen zeichnen sich durch hohe Steigtigkeit für bestimmtes ökologisches Verhalten aus und die beteiligten Arten offenbaren mit ihren teilweise hohen Dominanzen die große Bedeutung für die entsprechenden Biozönosen. Im Folgenden sind die für den entsprechenden Lebensraum als typisch ermittelten Carabidenkollektive aufgeführt (Leitarten fett):

Biotoptyp Kiefernwald

Abax parallelepipedus, *Amara lunicollis*, *Carabus auronitens*, *Carabus cancellatus*, *Carabus hortensis*, *Carabus nemoralis*, *Harpalus laevipes*, *Harpalus latus*, *Pterostichus niger*, *Pterostichus oblongopunctatus*

Biotoptyp Eichen-Hainbuchenwald

Abax parallelepipedus, *Abax parallelus*, *Badister lacertosus*, *Carabus auronitens*, *Carabus nemoralis*, *Nebria brevicollis*, *Pterostichus oblongopunctatus*, *Pterostichus niger*, *Stomis pumicatus*, *Trichotichnus laevicollis*, *Trichotichnus nitens*

Biotoptyp Buchenwald

Abax parallelepipedus, *Abax parallelus*, *Carabus auronitens*, ***Carabus coriaceus***, *Carabus hortensis*, *Carabus nemoralis*, *Molops elatus*, *Molops piceus*, ***Pterostichus burmeisteri***, *Pterostichus oblongopunctatus*

Biotoptyp Eschenwald

Abax parallelepipedus, *Abax parallelus*, *Carabus nemoralis*, *Elaphrus cupreus*, ***Limodromus assimilis***, *Molops piceus*, *Pterostichus nigrita*

Biotoptypen Erlenbruch

Agonum afrum, *Agonum fuliginosum*, *Bembidion lunulatum*, *Elaphrus cupreus*, ***Limodromus assimilis***, ***Patrobus atrorufus***, *Pterostichus minor*, *Pterostichus nigrita*, *Pterostichus rhaeticus*

Biotoptyp Sandgrube

Cicindela hybrida, *Cicindela sylvicola*, *Agonum marginatum*, *Elaphrus riparius*

Biotoptyp Schilf

Agonum afrum, *Agonum fuliginosum*, ***Agonum thoreyi***, *Bembidion mannerheimii*, *Oodes helopioides*, *Paratichus bistriatus*, *Pterostichus strenuus*, *Bembidion guttula*

Biotoptyp Ufer

Agonum afrum, *Agonum fuliginosum*, ***Agonum micans***, *Badister sodalis*, *Bembidion biguttatum*, *Bembidion dentellum*, *Bembidion gilvipes*, *Bembidion guttula*, *Bembidion lunulatum*, *Carabus granulatus*, *Demetrias imperialis*, ***Elaphrus cupreus***, *Epaphius secalis*, *Lasiotrechus discus*, *Oodes helopioides*, *Pterostichus anthracinus*, *Pterostichus nigrita*, *Pterostichus rhaeticus*, *Pterostichus strenuus*

Biotoptyp Feuchtwiese

Agonum fuliginosum, *Bembidion biguttatum*, *Bembidion gilvipes*, *Bembidion mannerheimii*, *Clivina fossor*, *Epaphius secalis*, *Limodromus assimilis*, *Patrobus atrorufus*, *Poecilus versicolor*, *Pterostichus melanarius*, *Pterostichus nigrita*, *Pterostichus strenuus*

Biotoptyp Wiese

Agonum muelleri, *Amara aenea*, *Anchomenus dorsalis*, *Bembidion lampros*, *B. obtusum*, *B. properans*, *Calathus fuscipes*, *Carabus auratus*, *Harpalus affinis*, *Poecilus cupreus*, *P. versicolor*, *Pseudoophonus rufipes*, *Pterostichus melanarius*, *P. vernalis*, *Trechus quadristriatus*, *Nebria brevicollis*

Biotoptyp Acker

Agonum mülleri, *Amara aenea*, *Anchomenus dorsalis*, *Bembidion lampros*, *Bembidion obtusum*, *Bembidion quadrimaculatum*, *Bembidion properans*, *Calathus fuscipes*, *Carabus auratus*, *Harpalus affinis*, *Poecilus cupreus*, *Pseudoophonus rufipes*, ***Pterostichus melanarius***, *Pterostichus vernalis*, *Trechus quadristriatus*

Biotoptyp Magerrasen

Brachinus crepitans, ***Brachinus explodens***, *Carabus convexus*, *Carabus purpurascens*, ***Cymindis humeralis***, ***Ophonus puncticollis***, ***Ophonus schaubergerianus***, *Philorhizus notatus*

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Peter МИОТК (FH Weihenstephan, Abt. Triesdorf), der mich zu dieser Arbeit anregte und immer ein offenes Ohr für „meine Probleme“ hatte. Herrn Prof. Dr. Harald BUCK (Murr) danke ich für die Revision der Arten, deren eindeutige Zuordnung Schwierigkeiten bereitete.

Literatur

- 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, Ergänzungen und Berichtigungen zu „Die Käfer Mitteleuropas“ Band 2 (1976) und Band 12 (1989). In: LUCHT, W. & B. KLAUSNITZER (Hrsg.): Die Käfer Mitteleuropas Bd. 15, 4. Supplementband. – Gustav Fischer, Jena: 23–76.
- BAEHR, M. (1987): Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae) als Indikatoren für die Bewertung von Biotopen, dargestellt am Beispiel der Erhebungen im Landkreis Weißenburg-Gunzehausen. – Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Umweltschutz 77: 17–23.

- BARBER, H. (1931): Traps for cave-inhabiting insects. – *J. Elisha Mitchell Sci. Soc.* **46**: 259–260.
- BARNDT, D., BRASE, S., GLAUCHE, M., GRUTTKE, H., KEGEL, B., PLATEN, R. & H. WINKELMANN (1991): Die Laufkäferfauna von Berlin (West) – mit Kennzeichnung und Auswertung der verschollenen und gefährdeten Arten (Rote Liste, 3. Fassung). In: AUHAGEN, A., PLATEN, R. & H. SUKOPP (Hrsg.): Rote Listen der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Berlin. – *Landschaftsentwicklung und Umweltforschung* **6**: 243–275.
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (Hrsg.) (1996): Arten- und Biotopschutzprogramm Bayern, Landkreis Ansbach. Textband. – München.
- DÜLGE, R., ANDRETZKE, H., HANDKE, K., HELLBERND-TIEMANN, L. & M. RODE (1994): Beurteilung nordwestdeutscher Feuchtgrünlandstandorte mit Hilfe von Laufkäfergesellschaften (Coleoptera: Carabidae). – *Natur und Landschaft* **69** (4): 148–156.
- ENGELMANN, H.-D. (1978): Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden. – *Pedobiologia* **18**: 378–380.
- FREUDE, H. (1976): Adephaga (1), 1. Familie Carabidae (Laufkäfer). In: FREUDE, H., HARDE, K. W. & G. A. LOHSE (Hrsg.): Die Käfer Mitteleuropas Bd. **2**. – Goecke & Evers, Krefeld: 1–302.
- FRITZE, M.-A. (1998): Die Laufkäfergemeinschaften verschiedener Schilfröhrichte in Oberfranken. – *Angewandte Carabidologie* **1**: 83–94.
- FUGMANN, L. (1984): Geologie und Böden der Region 8 (Westmittelfranken). – *Laufener Seminarbeiträge* **3/84**: 17–33.
- GERBER, A. & H. PLACHTER (1987): Vergleichende Untersuchungen zur Laufkäferfauna (Coleoptera, Carabidae) im Bereich des Ausgleichbeckens Altmühltal (Bayern, Mittelfranken). – *Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Umweltschutz* **77**: 25–31.
- HANDKE, K. & K. MENKE (1995): Laufkäferfauna von Röhrichten und Grünlandbrachen. – *Naturschutz und Landschaftsplanung* **27** (3): 106–114.
- HANDKE, K. (1995): Zur Laufkäferfauna eines Bremer Flußmarschengebietes (Niedervieland/Ochtumniederung/Ochtsand). – *Z. Ökologie u. Naturschutz* **4**: 203–225.
- HANDKE, K. (1996): Die Laufkäferfauna des Naturschutzgebietes „Lampertheimer Altrhein“ in der südhessischen Oberrheinebene (Kreis Bergstrasse). – *Decheniana* **149**: 139–160.
- HOHENESTER, A. (1978): Die potentielle natürliche Vegetation im östlichen Mittelfranken (Region 7). – *Erlanger Geographische Arbeiten* **38**: 1–74.
- HOZAK, T. (1995): Zum Flügelpolymorphismus und zur Besiedlung instabiler Lebensräume bei Bruchwaldcarabiden. – *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* **24**: 649–652.
- HURKA, K. (1996): Carabidae of the Czech and Slovak Republics. – *Zlin*: 1–565.
- KÖHLER, F. & B. KLAUSNITZER (Hrsg.) (1998): Verzeichnis der Käfer Deutschlands. – *Entomologische Nachrichten und Berichte, Beiheft* **4**, Dresden: 44–53.
- LARSSON, S. G. (1939): Entwicklungstypen und Entwicklungszeiten der dänischen Carabiden. – *Entomologische Meddelel* **XX**: 277–560.
- LINDROTH, C. H. (1945): Die fennoskandischen Carabidae, eine tiergeographische Studie. I. Spezieller Teil. – *Göteborgs Kungl. Vetenskaps- och Vitterhets-Samhälles. 7. F. Ser. B.* **4** (1), Göteborg: 1–709.
- LOMPE, A. (1989): Adephaga, Familienreihe Caraboidea, 1. Familie Carabidae. Ergänzungen und Berichtigungen zu Band 2. In: LOHSE, G. A. & W. H. LUCHT (Hrsg.): Die Käfer Mitteleuropas Bd. **12**, (Supplementband mit Katalogteil). – Goecke & Evers, Krefeld: 23–59.
- LORENZ, W. M. T. [2004]: Rote Liste gefährdeter Lauf- und Sandlaufkäfer (Coleoptera Carabidae s. l.) Bayerns. In: BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns. – *Schriftenreihe LfU* **166**: 102–111.
- MAAS, S. (1999): Zur Laufkäferfauna der Bachauen im mittleren Saarland. – *Angewandte Carabidologie, Supplement* **1**: 55–74.
- MARGGI, W. A. (1992): Faunistik der Sandlaufkäfer und Laufkäfer der Schweiz (Cicindelidae & Carabidae) Coleoptera, Teil 1/Text. – *Documenta Faunistica Helvetiae* **13**, Neuchâtel: 1–477.
- MARTIN, C. (2001): Carabidae – In: VOIGTLÄNDER, U., SCHELLER, W & C. MARTIN: Ursachen für die Unterschiede im biologischen Inventar der Agrarlandschaft in Ost- und Westdeutschland. – *Angewandte Landschaftsökologie* **40**: 212–248.

- MEYNEN, E. & J. SCHMITDHÜSEN (1953–1962): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands, Bd. 1. – Bad Godesberg: Selbstverlag der Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung.
- MIOTK, P. (1986): Situation, Problematik und Möglichkeiten im zoologischen Naturschutz. in BFANL (Hrsg.): Rote Listen von Pflanzengesellschaften, Biotopen und Arten – Referate und Ergebnisse eines Symposiums in der Bfanl 12.–15. Nov. 1985. – Schr. R. f. Vegetationskunde **18**: 49–66.
- MÜHLENBERG, M. (1993): Freilandökologie. – Quelle und Meyer, Heidelberg, Wiesbaden: 1–512.
- MÜLLER-MOTZFELD, G. (1991): Die regionale Spezifik von Arten-Areal-Kurven und ihre Bedeutung für Bewertungskonzepte im Arten- und Biotopschutz. In: HENLE, K. & G. KAULE (Hrsg.): Arten- und Biotopschutzforschung für Deutschland. – Berichte aus der ökologischen Forschung **4**: 101–105.
- NETTMANN, H.-K. (1991): Zur Notwendigkeit regionalisierter Untersuchungen für den zoologischen Arten- und Biotopschutz. In: HENLE, K. & G. KAULE (Hrsg.): Arten- und Biotopschutzforschung für Deutschland. – Berichte aus der ökologischen Forschung **4**: 106–113.
- PLACHTER, H. (1983): Die Lebensgemeinschaften aufgelassener Abbaustellen – Ökologie und Naturschutzaspekte von Trockenbaggerungen mit Feuchtbiotopen. – Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz **56**: 1–112.
- PLACHTER, H. (1989): Zur biologischen Schnellansprache und Bewertung von Gebieten. – Schr. R. Landschaftspflege u. Naturschutz **29**: 107–135.
- RECK, H. (1990): Zur Auswahl von Tiergruppen als Biodeskriptoren für den tierökologischen Fachbeitrag zu Eingriffsplanungen. – Schr.-R. f. Landschaftspflege u. Naturschutz **32**: 99–119.
- REMMERT, H. (1992): Ökologie. – Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg: 1–363.
- RIECKEN, U. (1990): Ziele und mögliche Anwendungen der Bioindikation durch Tierarten und Tierartengruppen im Rahmen raum- und umweltrelevanter Planungen. – Schr.-R. f. Landschaftspflege u. Naturschutz **32**: 9–26.
- RIECKEN, U. (1997): Arthropoden als Bioindikatoren in der naturschutzrelevanten Planung – Anwendung und Perspektiven. – Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. **11**: 43–56.
- SACHTELEBEN, J. (1998): Von der Theorie in die Praxis – zur Umsetzung des bayerischen Arten- und Biotopschutzprogrammes auf der Grundlage von Ziel- und Leitarten. – Laufener Seminarbeiträge **8/98**: 157–164.
- SCHMIDT-KALER, H. (1970): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1: 25000 – Blatt Nr. 6930 Heidenheim. – München (Bayerisches Geologisches Landesamt): 1–120.
- STAMMER, H. J. (1948): Die Bedeutung der Aethylenglycolfallen für tierökologische und -phänologische Untersuchungen. – Verh. Dtsch. Zool. Ges. **1948**: 387–391.
- STEGNER, J. (1996): Laufkäferzönosen (Coleoptera: Carabidae) in unterschiedlich grundwasserbeeinflussten Erlenbruchwäldern (Alnion glutinosae) der Dübener Heide (Nordwestsachsen). – Insecta **4**: 80–92.
- STEGNER, J. (2001): Laufkäfer in Erlenwäldern und ihre Eignung als Zielarten. – Angewandte Carabidologie Supplement **II**: 33–50.
- THIELE, H.-U. (1977): Carabid Beetles and Their Environments. – Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York: 1–369.
- THOMMES, W. (1984): Das Klima der Region 8 (Westmittelfranken). – Laufener Seminarbeiträge **3/84**: 34–41.
- TRAUTNER, J. (1992): Laufkäfer. Methoden der Bestandsaufnahme und Hinweise für die Auswertung bei Naturschutz- und Eingriffsregelungen. In: TRAUTNER, J. (Hrsg.): Arten- und Biotopschutz in der Planung: Methodische Standards zur Erfassung von Tierartengruppen (BVDL-Tagung Bad Wurzach, 9./10. November 1991). – Ökologie in Forschung und Anwendung **5**: 145–162.
- TRAUTNER, J. (1993): Laufkäfer als Indikatoren/Deskriptoren in der Planung und Probleme der Ausgleichbarkeit von Eingriffen am Beispiel dieser Artengruppe. In: DER BUNDESMINISTER FÜR VERKEHR (Hrsg.): Die Beurteilung von Landschaften für die Belange des Arten- und Biotopschutzes als Grundlage für die Bewertung von Eingriffen durch den Bau von Straßen. Tagungsband zum Symposium vom 6.–8. Februar 1990 in Bonn-Bad Godesberg. – Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik **636**: 207–233, Bonn-Bad Godesberg.

- TRAUTNER, J. (1996): Kriterien zur Bewertung von Laufkäfer-Vorkommen. – Vubd-Rundbrief **17/96**: 12–16.
- TRAUTNER, J. & T. ASSMANN (1998): Bioindikation durch Laufkäfer – Beispiele und Möglichkeiten. – Laufener Seminarbeiträge **8/98**: 169–182.
- TRAUTNER, J., MÜLLER-MOTZFELD, G. & M. BRÄUNICKE (1997): Rote Liste der Sandlaufkäfer und Laufkäfer Deutschlands (Coleoptera: Cicindelidae et Carabidae). – Naturschutz und Landschaftsplanung **29** (9): 261–273.

Anschrift des Verfassers:

Bernd NAUMANN
Dr.-Heger-Str. 8
91737 Ornbau