

Laufkäfer in isolierten Laubwäldern als Zeigerarten für die Habitatgröße, Bestandstradition und die Naturnähe der Bestockung

Yvonne Mayer¹, Stefan Müller-Kroehling² & Prof. Dr. Roland Gerstmeier¹

TU München¹ und Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft²

Abstract: Ground beetles as indicator species for stand tradition and nearness to nature of broad-leaved forests.

The role of isolated near natural broadleaved forests in a landscape dominated by manmade coniferous plantations was investigated using ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as indicator species. Natural beech and ravine forests as well as near-natural secondary oak forests, and a pure spruce stand were researched using pitfall traps. The results were ordinated using CCA including 76 additional sites in similar forest associations.

The carabid faunas of these associations group together rather well. Wet forests are most distinct, including natural oak-hornbeam forests and wet ravine forests. Dry ravine forests on calcareous slopes overlap with beech forests on calcareous sites to a certain degree, while acidic beech forests are distinct.

The investigated isolated sites do not group with the natural reference sites well, the main reason being „size of forest“ and „size of broadleaved forest“, according to the CCA. These factors are to blame for an apparent loss of species that could be expected for these sites according to data from similar sites under different circumstances. Especially one investigation area with only about 5 hectares of completely isolated forest and a historical record of large-scale deforestation (for use as a vineyard and as a coppice-with-standards stand) is deprived of many species. In the other investigated area, *Carabus purpurascens*, absent from the entire tertiary hill land of southern Bavaria, was rediscovered after approximately 100 years in an oak forest. In this site, circumstances are apparently better, albeit not good, again due largely to habitat fragmentation, though not habitat tradition.

The species lost on these sites are foremost stenotopic forest species with preference to broadleaved forests, species with a montane distribution and large species (several species of the genus *Carabus*) with accordingly large requirements for contiguous habitat. The results stress the importance of the protection of forests with a habitat tradition on a sufficient area.

Key words: ground beetles, beech, oak and ravine forests, habitat size, habitat tradition, stand tradition, biodiversity

Y. Mayer, Prof. Dr. R. Gerstmeier, Lehrstuhl für Tierökologie, Technische Universität München, Am Hochanger 13, D-85354 Freising; St. Müller-Kroehling*, Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Am Hochanger 11, 85354 Freising; *E-mail: mkr@lwf.uni-muenchen.de

Laufkäfer werden in ökologischen Studien zur Lebensraumbewertung sehr häufig als Bioindikatoren hinzugezogen (PLATEN & KOWARIK 1995, PLATNER et al. 1996, POSPISCHIL 1981), denn ihre Ökologie und die daraus resultierenden ökologischen Ansprüche sind durch zahlreiche Studien eingehend untersucht (u.a. BAEHR 1980, LINDROTH 1945, THIELE 1977). Unterschiede in der Artengemeinschaft bzw. Änderungen in der Abundanz der Carabiden lassen Rückschlüsse über Habitatqualität, Standortfaktoren, Minimalareal-Fragen, Habitattradition und Vernetzung von Lebensräumen zu. Diese Tatsachen wurden ausgenutzt, um die Bestandstradition und die Naturnähe der Bestockung der Probestflächen zu untersuchen. Diese sind weitgehend naturnahe Wälder im südbayerischen Tertiärhügelland, einem insgesamt wenig naturnahen, forstlich durch Fichtenforste geprägten Landschaftsraum.

Ziel war es, folgende Fragen zu klären:

- Welche Laufkäfergemeinschaften finden sich an den unterschiedlichen Untersuchungsstandorten?
- Welche Rolle spielen dabei Faktoren in Raum und Zeit, wie etwa die Bestandsgeschichte, die Isolation und Vernetzung, und die Größe des Lebensraumes?
- Welche zu erwartenden Arten fehlen und warum?

Material und Methoden

Die 12 als Wirtschaftswälder genutzten Untersuchungsflächen sind – auf begrenzter Fläche – überwiegend mit naturnahen Laubwäldern (Waldmeister- und Hainsimsen-Buchenwäldern, wärmegetönten Schluchtwäldern des *Aceri-Tilietum* und des *Adoxo-Aceretum*, und sekundären Labkraut-Eichen-Hainbuchenwäldern bestockt. Diese naturnahen Gesellschaften stellen im Wuchsgebiet des tertiären Hügellandes eine Seltenheit dar. Es handelt sich um 7 Untersuchungsflächen in Unterlenghart (Ule 1-7) bei Landshut (LA) auf frischem Boden mit mäßig geneigtem Hang und einer Gebietsgröße von über 50 ha, von der etwa die Hälfte aus Laub- und Laub-Nadel-Mischwald besteht. Des Weiteren wurden vier stark geneigte Flächen in Weihestephan (We 1-4) bei Freising (FS) auf mäßig frischem Boden mit einer Gebietsgröße von nur etwa 6 ha und starker Isolation beprobt. Die Untersuchungsfläche der Waldklimastation im Kranzberger Forst (WKS FS) liegt in einem großen Gebiet, ist aber als Laubwald relativ isoliert. Als Referenzfläche diente ein Fichtenforst (Ule 6).

Um die Untersuchungsergebnisse aussagekräftig und statistisch gesichert auswerten zu können, wurde bei den Untersuchungen des Präferenzverhaltens der Laufkäfer die Datenbasis durch Vergleichsdaten erhöht. Es handelt sich um Carabiden-Fangergebnisse von insgesamt 76 Vergleichsflächen aus naturnahen Wäldern in ganz Bayern, die mit weitgehend identischer Methodik beprobt wurden (MÜLLER-KROEHLING 2005). Die Kanonische Korrespondenzanalyse und die Clusteranalyse wurden unter Verwendung des Computerprogramms PC-ORD für Windows 4.10 durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Im Untersuchungszeitraum von Ende April bis Mitte Oktober 2004 konnten auf den 12 Untersuchungsflächen 33 Arten mit 1442 Individuen festgestellt werden (vgl. Tabelle 1).

Auf der Schluchtwald-Untersuchungsfläche Ule 3 wurden sowohl die meisten Arten als auch die meisten Individuen gefangen. Auch in dem Fichtenforst in Ule 6 konnten hohe Arten- und Individuenzahlen festgestellt werden. Insgesamt liegen die Fangzahlen in Weihestephan – besonders bezüglich der gefangenen Arten – unterhalb derer in Unterlenghart und der Waldklimastation Freising. In We 4 konnten mit nur zwölf Individuen aus zwei Arten die wenigsten Carabiden festgestellt werden.

Einige Arten zeigten bei den untersuchten Standorten auffällige Verteilungsmuster. *Carabus hortensis* und *Notiophilus biguttatus* traten gehäuft im Nadelforst (Ule 6) auf, während andere Arten hier vollständig fehlten. Ebenfalls sehr auffällig war das völlige Fehlen einiger Arten im Untersuchungsgebiet We, wie zum Beispiel *Carabus hortensis*, *Carabus nemoralis* und anderer *Carabus*-Arten (bis auf *Carabus coriaceus*), der *Molops*-Arten *M. elatus* und *M. piceus* und *Pterostichus metallicus*. Die Gattung *Amara* konnte hier nicht nachgewiesen werden, möglicherweise der dichten Beschirmung geschuldet.

Faunistisch bemerkenswert ist der Fund von *Carabus purpurascens* im Untersuchungsgebiet Unterlenghart, auf den Flächen Ule 5 und 6. Diese Art war im Tertiärhügelland der Landkreise FS und LA seit fast 100 Jahren verschollen (siehe ABSP LA, ABSP FS, MÜLLER 1973). Dieser Bewohner feuchter und wechsel-feuchter Wälder konnte in diesem Teilgebiet von ULE sicher hauptsächlich aufgrund der hier noch vorhandenen Laubwälder überleben. Der Fund im Fichtenforst von Ule 6 muss im Kontext der umliegenden Laubwälder betrachtet werden.

Molops elatus ist petrophil und kalkliebend (BARNER 1937), im Tertiärhügelland extrem selten und konnte in der Untersuchung nur im Schluchtwald Ule 3 nachgewiesen werden. Auch *Harpalus atratus* ist keine häufige Art. Der lichtliebende Käfer, der regelmäßig auch in Wäldern auftritt, wurde in beiden Untersuchungsgebieten nachgewiesen, mit einer relativ hohen Aktivitätsdichte in der Schluchtwaldfläche Ule 3. Praktisch alle eigenen Nachweise liegen in Schluchtwäldern, sowie im lichten Laubmischwald der Fläche Ule 7.

Montane Waldarten, die angesichts der relativ geringen Höhenlage der Probeflächen (alle im kollinen Bereich gelegen) an der klimatischen Grenze ihres Vorkommens liegen dürften, wurden in den Gebieten Ule

und WKS Freising in Form von *Pterostichus metallicus* und *Trichotichnus laevicollis* nachgewiesen. Im Untersuchungsgebiet We hingegen fehlten diese Arten völlig, trotz vergleichbarer Höhenlage und Exposition.

Die **Clusteranalyse** (Abb. 1) ergibt für die untersuchten Probeflächen eine durchschlagende Bedeutung des Gebietes, und nicht der ökologischen Parameter (Waldgesellschaft usw.), die erst an zweiter Stelle (d.h. innerhalb der Untersuchungsgebiete) über die Ähnlichkeiten bestimmen. Als mögliche Ursache kommt der sehr extreme Gebietscharakter von We in Betracht, da dieses Gebiet sehr klein, völlig isoliert und ohne Waldtradition ist. Die eingetretenen Faunenverluste dieses Gebietes bewirken, dass es den ökologisch vergleichbaren Gebieten faunistisch unähnlich ist.

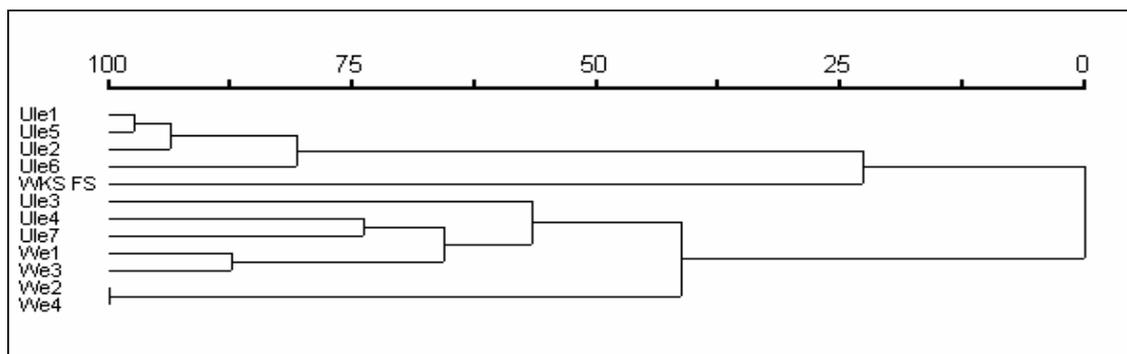


Abb. 1: Cluster der Untersuchungsflächen (nach Sørensen-Diversität der Laufkäfergemeinschaften)

In der **Korrespondenzanalyse** (Abb. 2) sind deutliche Punktwolken erkennbar, die auch die Ordination der Flächen nach den erhobenen Standortfaktoren vollständig widerspiegeln:

1. Eine deutlich abgrenzbare Punktwolke der feuchten Flächen (große schwarze Quadrate). Diese beinhaltet bemerkenswerter Weise die *Adoxo Acereten* als feuchte Schluchtwälder (kleine dunkle Quadrate), die zu den Auwäldern vermitteln (OBERDORFER 1992). Sie beinhaltet ferner die primären Eichenwälder (große helle Kreise).
2. Eine stark geclusterte Wolke der nicht-feuchtegeprägten Schluchtwälder (kleine helle Quadrate) und Buchenwälder auf basenreichen Standorten (dunkle große Kreise),
3. eine dazwischen liegende „Wolke“ mit den sekundären Eichenwäldern (große helle Kreise) auf Buchenstandorten,
4. eine deutlich abseits liegende Wolke mit der einzigen einbezogenen Fichtenforst-Fläche (großer schwarzer Punkt), und
5. ein ebenfalls deutlich abseits liegender Bereich (hier als Rechteck) der eigenen Untersuchungsflächen (Ule, We und WKS FS).

Die Faktoren Feuchtigkeit („Feuchtigk.“), Hangneigung („Hangneig.“; gegenläufig zur Feuchtigkeit) und Nutzungsintensität („Nutzung“), sowie die Größe der Laubwaldfläche („Laubwald“) stellen die entscheidenden Gradienten der Ordination dar. Bemerkenswert ist, dass sich die Käfergemeinschaften der hier verglichenen Standorte sogar tendenziell deutlicher trennen lassen konnten als durch die Ordination der Standortfaktoren selbst. Bodenfeuchtigkeit ist der entscheidende Faktor für die Artenzusammensetzung der Laufkäfer, und bestimmt die 1. Achse der Ordination. Die anderen Faktoren werden zum Teil erst dann sichtbar, wenn man die Flächen, für deren Ordination die Feuchte entscheidend war, eliminiert. Dies ergibt folgende Faktoren-Vektoren: Laubwaldfläche, Gebietsgröße (Waldfläche), Nadelholzanteil, Nutzungsintensität und Basengehalt.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich Feuchtwälder deutlich von „Landwäldern“ trennen lassen, und dass primäre Eichen-Hainbuchenwälder eher ersterer Gruppe zugehören. Sekundäre Eichenwälder hingegen stellen sich zu den Buchenwäldern. Kalk-Buchenwälder und Waldmeister-Buchenwälder stehen den „trockenen“ Schluchtwäldern sehr nahe, während die feuchten Schluchtwälder sich eher zu den Feuchtwäldern stellen (vgl. auch Müller-Kroehling 2005).

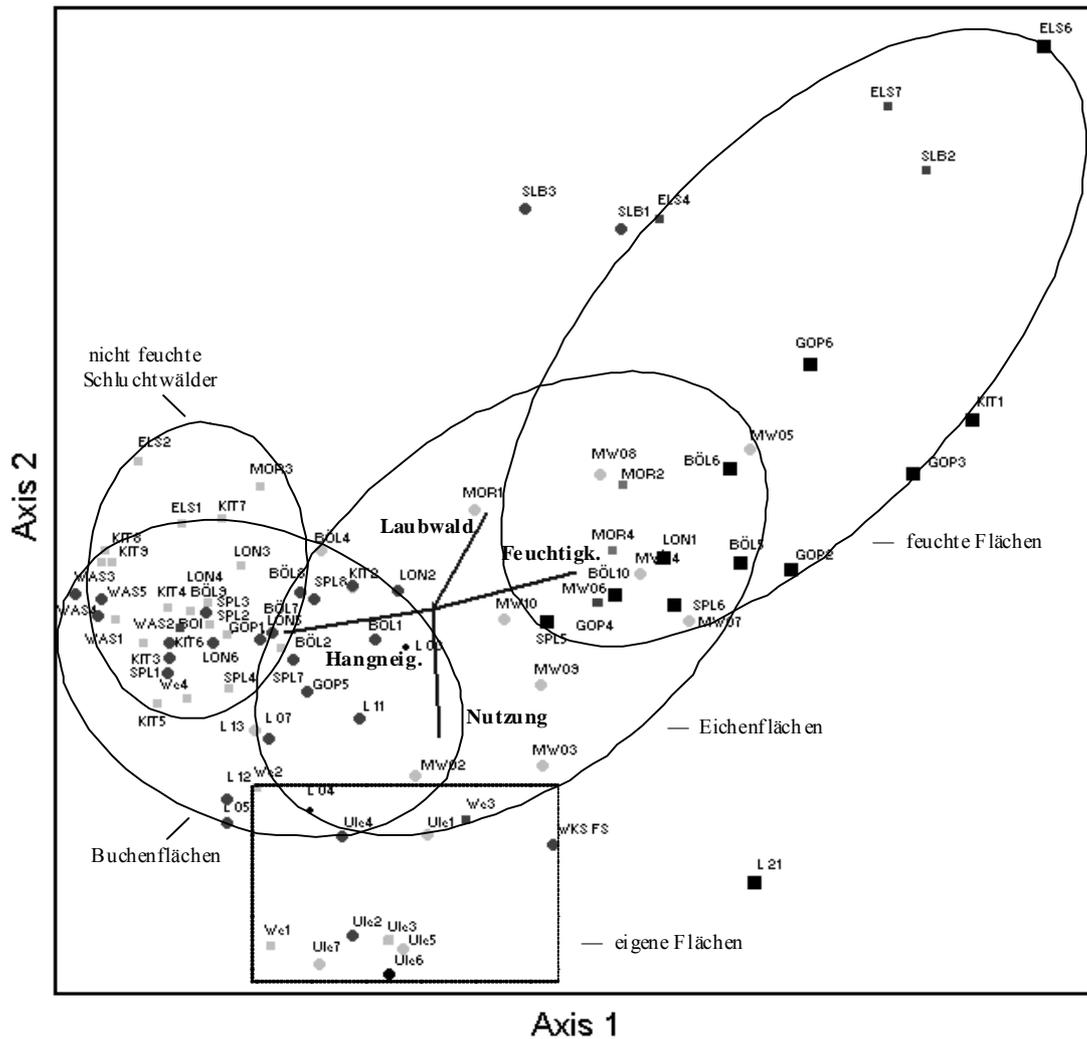


Abb. 2: Ordinationsdiagramm aller Untersuchungsflächen nach ihren Laufkäfergemeinschaften auf der Grundlage einer CCA mit dem Einfluss der Umweltvariablen (Koordinatenkreuz) (Eigenwert erste Achse 0,294, zweite Achse 0,232).

Die entscheidenden Faktoren für die Tatsache, dass in den untersuchten Flächen in We und Ule zu erwartende, habitattypische Arten fehlen, sind, als Ergebnis der Ordination, die zu geringe Waldgröße und zu geringe Laubwaldfläche.

Der Anbau von Nadelholzreinbeständen (wie in der Referenzfläche Ule 6) verändert die Laufkäferfauna von Wäldern sehr stark. Dieses Ergebnis ist im Einklang mit der Literatur (vgl. Diskussion in HEJERMAN & TURIN 1989). Demnach beherbergen Nadelforste nur eine stark reduzierte Fauna im Vergleich zu Laubwäldern. Manche säurepräferenten Arten vermögen aber auch vom Nadelholzanbau zu profitieren, so dass deren Arten- und Individuenzahlen oder auch rechnerische Diversitätsmaße nicht geringer sein müssen als jene von Laubwäldern. Allerdings fehlen zahlreiche standortstypische Laubwaldarten, was die Aussagekraft reiner Artensummen und daraus berechneter Diversitätsmaße in Frage stellt.

Der Beitrag der untersuchten Wälder zum Erhalt der standortstypischen Waldfauna des Tertiärhügellandes ist unterschiedlich zu bewerten: das kleine Gebiet We ist merklich verarmt, sein Beitrag ein geringer. Das ebenfalls relativ kleine, aber größere Gebiet Ule konnte Resten einer selten gewordenen, stenöken Waldfauna ein Refugium bieten, wenn auch hier Artverluste anzunehmen sind.

Tab. 1: Artentabelle der Untersuchungsflächen

Art	Ule1	Ule2	Ule3	Ule4	Ule5	Ule6	Ule7	We1	We2	We3	We4	WKS FS	Gesamt
<i>Abax parallelepipedus</i> (Piller & Mitterpacher)	13	16	44	27	37	15	20	46	94	24	11	3	350
<i>Abax parallelus</i> (Duft.)	4	11	71	25	1	1	14	50	19	15			211
<i>Amara convexior</i> Steph.			46										46
<i>Amara ovata</i> (Fabr.)	3	1	2	3	1		2					1	13
<i>Amara plebeja</i> (Gyll.)			1										1
<i>Amara similata</i> (Gyll.)	1	1											2
<i>Badister lacertosus</i> Sturm			1										1
<i>Bembidion lampros</i> (Herbst)					2								2
<i>Carabus cancellatus</i> Illig.						1							1
<i>Carabus coriaceus</i> Linn.	14	6	9	17	8	3	10	7	3	6	1		84
<i>Carabus hortensis</i> Linn.	3	1		1	6	71	6					17	105
<i>Carabus nemoralis</i> Müll.	6		11	1	2	1	21						42
<i>Carabus purpurascens</i> Fabr.					8	5							13
<i>Harpalus atratus</i> Latr.		1	21				2	6					30
<i>Harpalus latus</i> (Linn.)												1	1
<i>Harpalus quadripunctatus</i> (Dej.)		1	1	1		2	1						6
<i>Harpalus signaticornis</i> (Duft.)							1						1
<i>Molops elatus</i> (Fabr.)			7										7
<i>Molops piceus</i> (Panz.)	6		7	20			1						34
<i>Nebria brevicollis</i> (Fabr.)	2				2	1				15		1	21
<i>Notiophilus biguttatus</i> (Fabr.)	45	31	23	4	54	68	10	1		12		7	255
<i>Notiophilus palustris</i> (Duft.)			1			1	1	2	1				6
<i>Platynus assimilis</i> (Payk.)	6		7			2						3	18
<i>Poecilus cupreus</i> (Linn.)		1		1	1	3							6
<i>Pseudophonus rufipes</i> (DeGeer)										1			1
<i>Pterostichus metallicus</i> (Fabr.)	6	6	2	1	7	14							36
<i>Pterostichus nigrita</i> (Payk.)												1	1
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (Fabr.)	22	5	1	2	28	15		1				43	117
<i>Pterostichus strenuus</i> (Panz.)			1										1
<i>Stomis pumicatus</i> (Panz.)					1								1
<i>Trechus obtusus</i> Erichs.		2											2
<i>Trechus quadristriatus</i> (Schränk)	2	2	1	1		1							7
<i>Trichotichnus laevicollis</i> (Duft.)			8			2	1					9	20
Gesamtergebnis Individuen	133	85	265	104	158	206	90	113	117	73	12	86	1442
Gesamtergebnis Arten	14	14	20	13	14	17	13	7	4	6	2	10	33

Literatur

- ABSP, Arten- und Biotopschutzprogramm Bayern, Landkreis Freising (Stand März 2001) und Landkreis Landshut (Stand Juli 2003). – Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen.
- BAEHR, M. (1980): Die *Carabidae* des Schönbuchs bei Tübingen. – Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 51/52: 515-600.
- BARNER, K. (1937): Die Cicindeliden und Carabiden der Umgebung von Minden und Bielefeld. I. – Abhandlungen aus dem Landesmuseum der Provinz Westfalen 8: 3-34.
- LINDROTH, C.H. (1945): Die fennoskandinavischen *Carabidae*, eine tiergeographische Studie. I. und III. Teil. – Göteborgs Kungl. Vet. Vitt. Samh. Handl. 4 (1): 1-709 und 4 (3): 1-911; Göteborg.
- MÜLLER, A. (1973): Die Landshuter Käferfauna. – Naturwiss. Zeitschrift f. Niederbayern 27: 72-97.
- MÜLLER-KROEHLING, S. (2005): Laufkäfergemeinschaften als Zielartensystem für die nach Artikel 13d BayNatschG geschützten Waldgesellschaften und die Wald-Lebensraumtypen des Anhanges I der FFH-Richtlinie in Bayerns Wäldern, unter Einbeziehung der natürlicherweise waldfreien Sonderstandorte im Wald. – Unveröff. Abschlussbericht des Kuratoriumsprojektes V52: 248 S. + Anhänge.
- OBERDORFER, E. (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV: Wälder und Gebüsche (2. Aufl.). – Stuttgart: 282 S.
- PLATEN, R. & KOWARIK, I. (1995): Dynamik von Pflanzen-, Spinnen- und Laufkäfergemeinschaften bei der Sukzession von Trockenrasen zu Gehölzgesellschaften auf innerstädtischen Bahnbrachen in Berlin. – Verh. Ges. Ökol. 24: 431-439.
- PLATNER, C., SCHEU, S., SCHAUERMANN, J. & SCHAEFER, M. (1996): Die Bodenfauna eines 30- und eines 120-jährigen Mischwaldes in einem Gradienten von Fichte (*Picea abies*) zu Buche (*Fagus sylvatica*). – Mitt. Dt. Bodenk. Ges. 81: 253-256.
- POSPISCHIL, R. (1981): Die Entwicklung der Käferfauna des Naturschutzgebietes „Im Hölken“ von 1958 bis 1977 und die Bedeutung einiger Käferarten als Bioindikatoren. – Jber. Naturwiss. Ver. Wuppertal. 34: 78-91.
- THIELE, H.-U. (1977): Carabid Beetles in Their Environments. – Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg: 369 S.