

Der Einfluss von Habitatparametern auf die epigäische Arthropodengemeinschaft in repräsentativen Bestandstypen mittelschwäbischer Wirtschaftswälder

Tim Ziesche, Gisela Förster, Mechthild Roth

Professur für Forstzoologie, Technische Universität Dresden

Abstract: The study focused on the habitat function of different forest types (pure spruce and douglas fir stands, mixed forests with spruce and beech as well as beech and oak) on soil dwelling zoophagous arthropods (Carabidae, Araneae) in Bavaria. Our aim was to examine the effects of microspatial heterogeneity on the species patterns of predacious arthropods and to assess the most important environmental parameters which determine the occurrence of species by applying statistical methods. Arthropods were sampled by pitfall traps (n = 8 per investigation area) during the vegetation period of 2002.

We found a very sensitive segregation of species assemblages along environmental gradients on an extremely small spatial scale. Species distribution varied within few meters and changed seasonally. The degree of canopy closure was an important factor determining the patterns of spider and ground beetle distribution, because it affects the microclimatic conditions on the forest floor and thus the performance of the ground vegetation. Another important factor for the spatial distribution of predacious arthropods in forests was the kind and structure of the litter layer.

Key words: Araneae, Carabidae, Lebensraumfunktion, Waldtypen, Douglasie, Fichte, Eiche, Buche

Dipl.-Biol. T. Ziesche, G. Förster, Prof. Dr. M. Roth, Technische Universität Dresden, Professur für Forstzoologie, Piener Str. 7, D-01737 Tharandt, E-mail: ziesche@forst.tu-dresden.de

Da Arthropoden über 75% der rezenten Artenvielfalt stellen (WILSON 1992) und auch in mitteleuropäischen Wäldern mit hohen Arten- und Individuenzahlen vertreten sind (HÄNGGI et al. 1995, STIPPICH 1986, ZIESCHE & ROTH 2004), kommt diesem Taxon hinsichtlich der Lebensraumfunktion von Wäldern eine wichtige Bedeutung zu. Darüber hinaus weisen viele dieser Zoophagen enge Korrelationen zur Ausprägung (a)biotischer Habitatparameter auf (LOREAU 1986, PLATEN 1992). Welche Umweltparameter (z.B. Baumartenspektrum, Kronenschlussgrad, Diversität und Deckungsgrad der Bodenvegetation) das Vorkommen von Arten in mitteleuropäischen Wäldern steuern, ist bisher nur unzureichend geklärt (NIEMELÄ et al. 1996).

Ziel der Untersuchungen war es, die Lebensraumfunktion repräsentativer Typen von Wirtschaftswäldern der Region Mittelschwaben am Beispiel der Araneae und Carabidae zu analysieren und wichtige Faktoren für das Vorkommen von Arten und Artengruppen zu ermitteln. Dabei standen folgende Fragen im Mittelpunkt: 1. Welchen Einfluß hat die überschirmende Baumart auf die Artenmuster der epigäischen Raubarthropodengemeinschaften? 2. Welche Hauptumweltfaktoren sind im Jahresverlauf für die Bildung von Artengemeinschaften verantwortlich sind?

Untersuchungsflächen, Material und Methoden

Das Untersuchungsgebiet liegt im tertiären Hügelland Mittelschwabens im Großraum Augsburg. Als Versuchsflächen dienten für die Region repräsentative Waldtypen (Reinbestände aus Fichte und Douglasie, Mischbestände aus Fichte-Buche, bzw. Eiche-Buche) unterschiedlicher Altersstufen (Tab. 1). Die Flächen (n = 12) stimmten hinsichtlich bodenkundlicher und klimatischer Parameter weitgehend überein (Tab. 1). Innerhalb der Bestände wurden zur Erfassung der Raubarthropoden und (a)biotischer Habitatparameter Parzellen mit einer Größe von 100 x 100 m angelegt. Sie bestanden aus einer zentral gelegenen Kernzone (50 x 50 m), die allseitig von einer mindestens 25 m breiten Ausgleichsfläche mit übereinstimmender Bestockung zur Minimierung von Randeffekten umgeben war. Die Erfassung der epigäischen Raubarthropoden erfolgte mittels Barberfallen (Volumen: 370 ml, Fixierflüssigkeit: gesättigte Benzoesäurelösung) in vierwöchigen Intervallen zwischen dem 18.03. und 22.10. 2002. Zentral in der Kernzone wurden 8 Bodenfallen

in zwei Reihen, in einem Fallenabstand von 10 m platziert. In unmittelbarer Umgebung der Fallenstandorte erfolgte eine kontinuierliche Erfassung von Bodenoberflächentemperatur (Tinytalk II™, Spectra), Luftfeuchte und Lufttemperatur in 1 m Höhe (Tinytag Ultra™, Spectra), sowie vierwöchentlich die Erfassung von Niederschlag, Kronenschlussgrad, Deckungsgrad und Zusammensetzung der Bodenvegetation einschließlich Naturverjüngung und Mächtigkeit der Streuschicht. Die Bodenfeuchte und der pH-Wert (Boden, Streu) wurden im Frühjahr, Sommer und Herbst an jeder Bodenfalle aufgenommen. Die Abgrenzung der Jahreszeiten erfolgte vor allem nach dem Belaubungsgrad der Bäume: Frühjahr (Laubaustrieb noch nicht erfolgt), Sommer (voller Belaubungsgrad erreicht), Herbst (beginnender Laubfall).

Tab. 1: Charakteristika der Untersuchungsflächen – Dgl: Douglasienreinbestand, Fi: Fichtenreinbestand, FiBu: Fichten-Buchen-Mischbestand, EiBu: Eichen-Buchen-Mischbestand, JD: Jungdurchforstung, AD: Altdurchforstung, NVJ: sich verjüngender Bestand, VVJ: Bestände mit etablierter Verjüngung. A: Bereiche der Bestände mit hohem Überschirmungsgrad, B: Bereiche der Bestände mit geringem Überschirmungsgrad. Gruppierungen von jeweils 4 Barberfallen, aufgestellt in Bestandesbereichen von Dgl (D1 – D4), Fi (P1 – P6), FiBu (F1 – F8), EiBu (Q1 – Q6) mit entsprechendem Überschirmungsgrad als Grundlage für die TWINSPAN-Analyse.

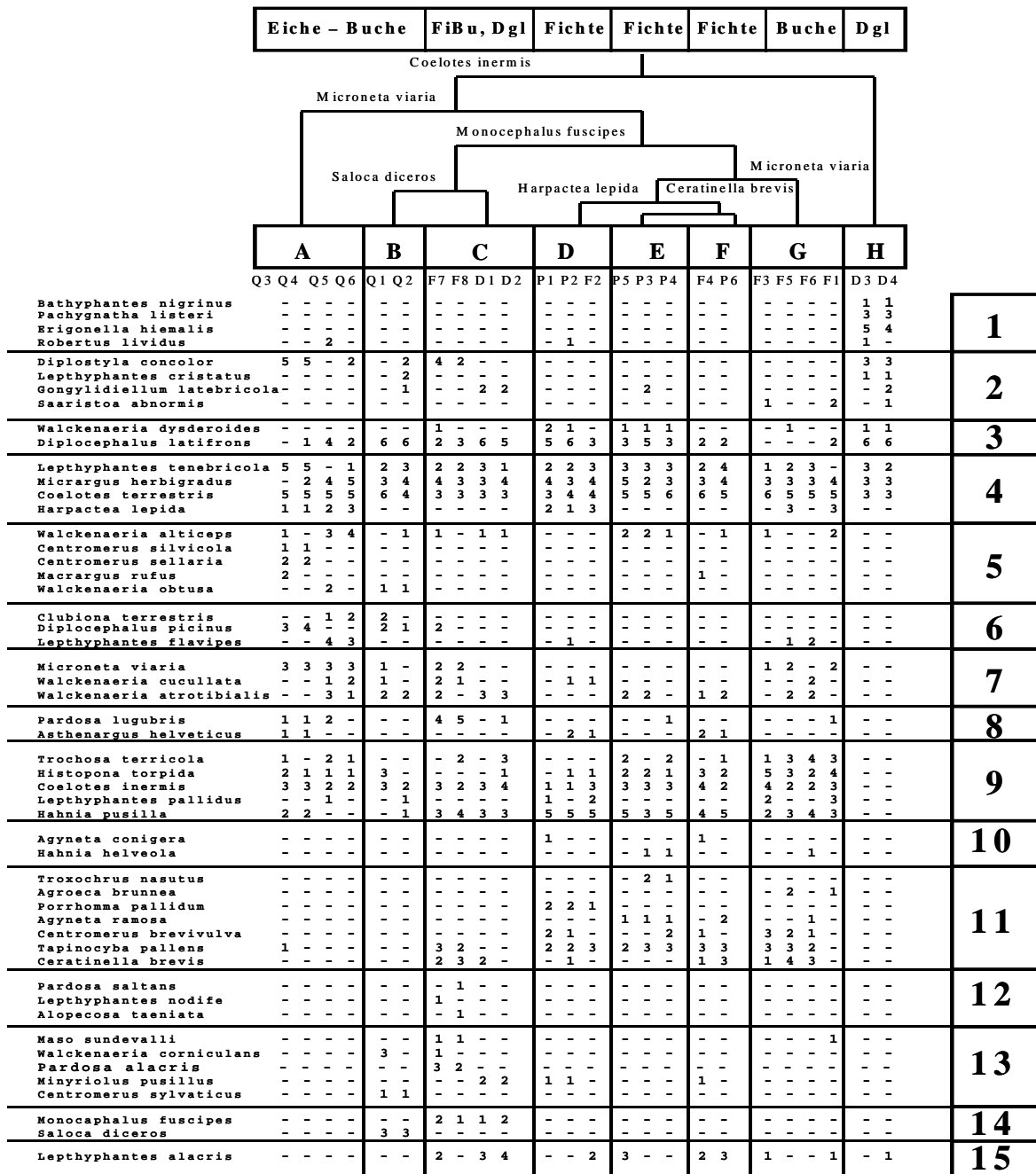
Fläche	Bestockung	Baumart	Höhe über NN [m]	Jahresmitteltemperatur [C°]	Bestandesalter [Jahre]	Anzahl der Tage ü. 10°C	A	B
Dgl-JD	Douglasie	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	600 - 610	7.5 - 8	15	155 - 160	D1	D2
Dgl-NVJ	Douglasie	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	540 - 545	7 - 7.5	80	150 - 155	D4	D3
Fi-JD	Fichte	<i>Picea abies</i>	520 - 525	7 - 7.5	30	150 - 155	P2	P1
Fi-AD	Fichte	<i>Picea abies</i>	520 - 525	7 - 7.5	62	150 - 155	P4	P3
Fi-NVJ	Fichte	<i>Picea abies</i>	425 - 530	7 - 7.5	89	150 - 155	P5	P6
FiBu-JD	Fichte Buche	<i>Picea abies, Fagus sylv.</i>	525 - 530	7 - 7.5	38	150 - 155	F2	F1
FiBu-AD	Fichte Buche	<i>Picea abies, Fagus sylv.</i>	525 - 530	7 - 7.5	73	150 - 155	F3	F4
FiBu-NVJ	Fichte Buche	<i>Picea abies, Fagus sylv.</i>	525 - 530	7 - 7.5	89	150 - 155	F6	F5
FiBu-VVJ	Fichte Buche	<i>Picea abies, Fagus sylv.</i>	590 - 600	7.5 - 8	105	155 - 160	F7	F8
EiBu-JD	Eiche Buche	<i>Quercus r., Fagus s., C. bet.</i>	515 - 520	7.5 - 8	28	155 - 160	Q1	Q2
EiBu-AD	Eiche Buche	<i>Quercus r., Fagus s., C. bet.</i>	520 - 525	7.5 - 8	75	155 - 160	Q3	Q4
EiBuVVJ	Eiche Buche	<i>Quercus r., Fagus s., C. bet.</i>	510 - 515	7.5 - 8	112	155 - 160	Q6	Q5

Mit Hilfe der SPEARMAN-Rangkorrelation wurden Zusammenhänge zwischen dem Vorkommen von Arten und (a)biotischen Habitatparametern an den einzelnen Bodenfallenstandorten überprüft. Zudem wurden die Bodenfallen entsprechend des Überschirmungsgrades des Standortes zu Gruppen zusammengefasst (4 Fallen, Tab. 1) und einer TWINSPAN-Analyse (HILL 1979) unterzogen. Eine schrittweise Diskriminanzanalyse sollte darstellen, ob die Flächengruppierungen der TWINSPAN-Analyse durch Unterschiede in der Ausprägung der Umweltparameter zu klären sind. Zur Ermittlung der Habitatparameter, die am meisten zur Trennung der Artengemeinschaften in der Gruppierung beitragen, wurde eine schrittweise „Principal Component Analysis“ (PCA) durchgeführt, zur Ordination eine Redundanzanalyse (CANOCO 4.5). In die Analysen gingen alle Arten mit ein, die mehr als 3 Individuen oder 0.5 % am Gesamtfang ausmachten.

Ergebnisse

Ökologische Charakterisierung der Spinnengemeinschaft

Während des Untersuchungszeitraums gelang mit Barberfallen die Erfassung von insgesamt 11.531 Spinnen aus 142 Arten. Den Einfluss des Mikrohabitatmusters der Bestände auf die Spinnengemeinschaft belegten die Ergebnisse der Twinspan-Analyse (Abb. 1). Sie wies beim Vergleich aller Versuchsflächen anhand des Mikrohabitatmusters 8 Habitatendgruppen (Gruppierung A – H) sowie 15 Artenendgruppen für



- < 1.0% 1 = 1.0-1.99% 2 = 2.0-3.99% 3 = 4-9.99% 4 = 10-14.99% 5 = 15-24.99% 6 ≥ 25%

Abb. 1: Die TWINSPAN-Analyse zeigt das Verteilungsmuster der Spinnenarten auf den Untersuchungsflächen im Untersuchungszeitraum 2002 (nur Arten mit ≥ 4 Ind.) entsprechend der Existenz von Mikroha-bitattypen (Habitatendgruppen: A-H). Mit den Habitatendgruppen korrelierten bestimmte Artengruppierungen (1-15). Im Dendrogramm befinden sich die Trennarten zu den Gruppierungen.

die Spinnengemeinschaften der untersuchten Waldtypen aus. Die Habitatendgruppen orientierten sich stark an der überschirmenden Baumart sowie dem Kronenschlußgrad und somit an der Strahlungsintensität sowie damit korrelierter mikroklimatischer Parameter. Signifikante Diskriminanzvariablen für die Habitatendgrup-

pen der Araneae im Frühjahr waren die Streuart ($F = 14.85, p < 0.001$) und der Überschirmungsgrad ($F = 13.14, p < 0.001$), gefolgt vom Deckungsgrad der Moosschicht und der Verjüngung. Die Durchschnittstemperatur zeigte sich als nur schwach signifikant ($F = 16.39, p < 0.05$) für die Ausprägung der Artenmuster. Im Sommer war ebenfalls die Streuart die wichtigste Variable zur Erklärung der Artenverteilungen ($F = 22.32, p < 0.001$), gefolgt vom Deckungsgrad der Moosschicht ($F = 17.65, p < 0.001$), während Verjüngung und Überschirmung keinen signifikanten Einfluss zeigten. Im Herbst wurde lediglich die Substratfeuchte als signifikante Steuergröße ($F = 4.925, p < 0.001$) ermittelt.

Nach der SPEARMAN-Rangkorrelation (Vergleich der Fänge der Einzelfälle mit den (abiotischen) Habitatparametern in der Umgebung der Falle) wiesen zahlreiche Spinnenarten klare Beziehungen zu Habitatparametern auf. Während im Frühjahr die Ausprägung der natürlichen Verjüngung, der Kronenschlußgrad, sowie der Deckungsgrad der Moos- und Grasschicht bereits 75% der Artenverteilungen erklärten (hinzu kommen Deckungsgrad der Krautschicht ohne Gräser, Anteil vegetationsfreier streubedeckter Flächen, Maximaltemperaturen und Luftfeuchte), nahmen im Sommer und im Herbst die Bedeutung der Vegetationsparameter noch zu. Es erklärten sich im Sommer allein 67% der Artenverteilungen über den Deckungsgrad der Kraut- und Moosschicht. Weitere wichtige Parameter waren die Luftfeuchte und die Temperatur. Im Herbst korrelierten viele Arten speziell mit dem Deckungsgrad der Grasschicht (positiv) und dem Kronenschlussgrad (negativ); viele Arten präferierten lichte Mikrohabitate. Während der gesamten Vegetationsperiode zeigten sich deutliche Beziehungen zur Art der Streuschicht (Baumart) in unmittelbarer Fallenumgebung.

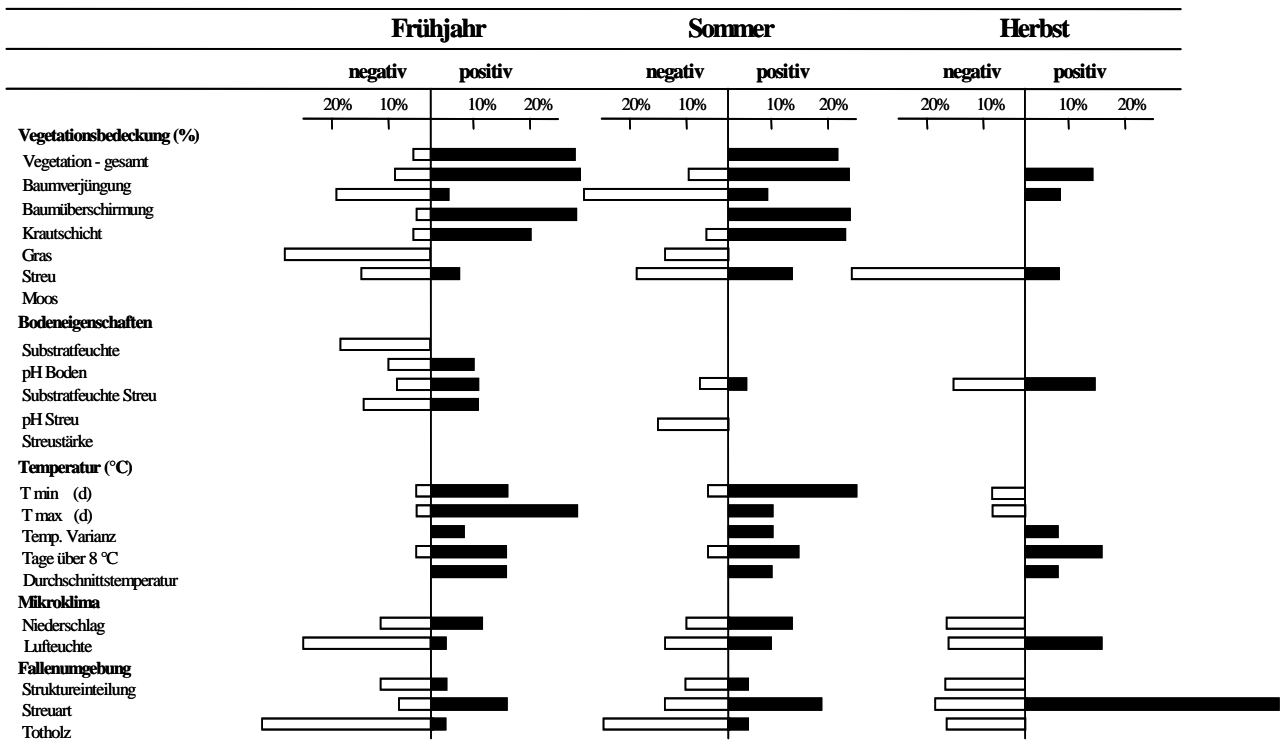


Abb. 2: Ergebnisse der SPEARMAN-Korrelationen zwischen Habitatumweltparameter und dem Vorkommen von Carabidenarten aufgeschlüsselt nach saisonalen Aspekten (Frühjahr, Sommer und Herbst) - Vergleich des relativen Anteils (%) an Arten, die signifikant negativ oder positiv an Habitatfaktoren gebunden sind

Ökologische Charakterisierung der Laufkäfergemeinschaft

Im Untersuchungszeitraum fingen sich in den Bodenfallen 4.864 Laufkäfer aus 44 Arten. Die TWINSpan-Analyse wies für die Carabidae z.T. andere Habitat- und Artenendgruppen aus als für die Spinnen, was die

taxaspezifischen Ansprüche an den Lebensraum unterstreicht. Die unterschiedlichen Habitattypen gruppieren sich – wie bei den Spinnen – nach den Baumarten und entlang des Überschirmungsgradienten.

Nach der SPEARMAN-Rangkorrelation wiesen ebenfalls zahlreiche Carabidenarten deutliche Beziehungen zu Habitatparametern auf (Abb. 2). Im Frühjahr waren viele Arten in ihrem Vorkommen positiv korreliert mit Vegetationsparametern wie dem Deckungsgrad von Kraut- und Grasschicht sowie der Verjüngung. Ein hoher Anteil der Arten wies zudem klare Korrelationen zu den Tagesmaximaltemperaturen auf. Auffällig war ebenfalls die Meidung von Mikrohabitaten mit einem hohen Anteil an vegetationsfreien Streuflächen. Weitere Einflussgrößen für die Artenmuster der Carabidae im Frühjahr waren die Luftfeuchte und das Vorkommen von Totholzbereichen. Auch im Sommer bestimmten Vegetationsparameter die Mikrohabitatpräferenz der Laufkäfer. Viele Arten bevorzugten offenere Bereiche mit einem höheren Lichteinfluß. Eine hohe Separation fand über den Parameter Moosbedeckung statt. Auch die Streuart erklärte das Auftreten vieler Carabidenarten. Im Herbst existierten deutlich weniger Korrelationen zwischen dem Auftreten von Arten und Habitatparametern. Viele Arten mieden vegetationsfreie streubedeckte Areale und waren positiv mit der baumspezifischen Streuart korreliert.

Zusammenfassung

Die Ergebnisse bestätigen die Bedeutung von Wäldern als Lebensraum für Raubarthropoden. Die Untersuchung zeigte, daß viele Arten der Spinnen- und Laufkäfergemeinschaft der Bodenoberfläche unterschiedliche Verbreitungsschwerpunkte haben, die sich am Bestandestyp und den damit verbundenen (a)biotischen Habitatparametern orientieren. Als Schlüsselparameter erwies sich der Grad der Überschirmung verbunden mit der Ausprägung der Bodenvegetation und der Art und Mächtigkeit der Streuauflage.

Literatur

- HÄNGGI, A., STÖCKLI, E. & NENTWIG, H. (1995): Lebensräume mitteleuropäischer Spinnen /Habitats of Central European Spiders. *Miscellanea Faunistica Helvetica* 4: 459.
- HILL, M. (1979): Twinspan-A Fortran programm for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and the attributes. Cornell University, Ithaka.
- LANGOR, D. W., SPENCE, J. R., NIEMELÄ, J. & CARCAMO, H. (1993): Insect biodiversity studies in the boreal forests of Alberta, Canada. - *Metsätutkimuslaitoksen Tiedonantoja*.42: 25-31.
- LOREAU, M. (1986): Niche differentiation and community organization in forest carabid communities. Carabid beetles, their adaptations and dynamics. P. J. den Boer, M. L. Luff, D. Mossakowski and F. Weber. Stuttgart, New York, Gustav Fischer: 465-487
- NIEMELÄ, J., HAILA, Y. & PUNTILLA, P. (1996): The importance of small-scale heterogeneity in boreal forests: variation in diversity of forestfloor invertebrates across the succession gradient. *Ecography* 19: 352-368.
- PLATEN, R. (1992): Die Entwicklung eines Zeigerwertsystems für Laufkäfer (Col.: Carabidae) mit Hilfe einer "Canonical Correspondence Analysis" (CCA). – *Verh. Ges. Ökol.* 21: 321-326.
- STIPPICH, G. (1986): Die Spinnenfauna (Arachnida: Araneida) eines Kalkbuchenwaldes: Bedeutung von Habitatstruktur und Nahrung. – Dissertation, Universität Göttingen.
- WILSON, E.O. (1992): *The Diversity of Life*. – Penguin Books, Clays Ltd.: 406 S.
- ZIESCHE, T. & ROTH, M. (2004): Strukturparameter der epigäischen Laufkäfer- und Spinnenfauna in Wirtschaftswäldern. – *Mitt. Dtsch. Ges. allg. angew. Entomol.* 14: 319-322.

