©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Faun.-Ökol. Mitt. 6, 61–85 Kiel, 1988

Die Spinnenfauna des Bodens schleswig-holsteinischer Waldökosysteme

Von Ulrich Irmler und Berndt Heydemann

Einleitung

Seit 1984 werden von der Forschungsstelle für Ökosystemforschung und Ökotechnik in Zusammenarbeit mit dem Institut für Bodenkunde der Universität Kiel ökosystemare Untersuchungen in schleswig-holsteinischen Wäldern mit unterschiedlichen Böden und Waldbeständen durchgeführt. Ziel dieser Arbeit ist, den Einfluß der Pflanzenbestände und des Bodens auf die Funktion der Ökosysteme zu untersuchen, wobei gleichzeitig anthropogen bedingte Veränderungen über den Schadstoffeintrag durch die Luft oder durch Düngungsmaßnahmen im System selbst Gegenstand der Untersuchung sind.

Veränderungen in Ökosystemen, sei es durch die Bewirtschaftung oder den Stoffeintrag, können sich vielfach in Veränderungen ihrer Biozönosen (Lebensgemeinschaften) niederschlagen, wobei diese oder ihre Einzelglieder, die Arten, als Bioindikatoren bestimmte Zustände des Ökosystems widerspiegeln. Daher ist es notwendig, genau über das Arteninventar in den betreffenden Ökosystemen, seine quantitative Zusammensetzung und die Funktion der Arten oder Artengruppen informiert zu sein.

In der vorliegenden Arbeit werden die bisher vorliegenden Daten zur Spinnenfauna dargestellt, wobei zum Verständnis der Verbreitung der Arten auch Untersuchungen aus Wäldern mit hinzugezogen werden, die nicht direkt in den Hauptforschungsräumen liegen.

Untersuchungsgebiet

Die beiden hauptsächlichen Forschungsräume liegen im östlichen Hügelland bei Siggen (Ostholstein) und auf der Geest im Segeberger Forst (Kreis Segeberg). Weitere Standorte liegen im Sachsenwald und zusätzlich in einem Bruchwald am Trammer See (Plön). Die Standorte sind im einzelnen (Abb. 1):

1. Ein Buchen-Mischwald bei Siggen

ist ein mittelfeuchter (frischer) Buchen-Eichen-Mischwald auf Parabraunerde aus Geschiebemergel. Die Versauerung und Basenverarmung des Bodens ist weit fortgeschritten. Der Boden ist gut durchwurzelt und durchlüftet. Der Oberboden ist zwar verarmt an Nährstoffen, aber die mittleren bis hohen Nährstoffreserven ergeben einen hoch produktiven Buchenbestand. Im Baumbestand ist neben Buche und Eiche auch die Hainbuche zu finden. Die Krautvegetation ist ein typisches Melico-Fagetum in seiner nassen Ausprägung mit Binse *(Juncus effusus)* und Storchschnabel *(Geranium robertianum)*. Die reiche Ausprägung der Krautschicht und ein hoher Anteil von Waldrandarten spiegeln die Waldrandlage dieses Standortes wider (Abb. 2).

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

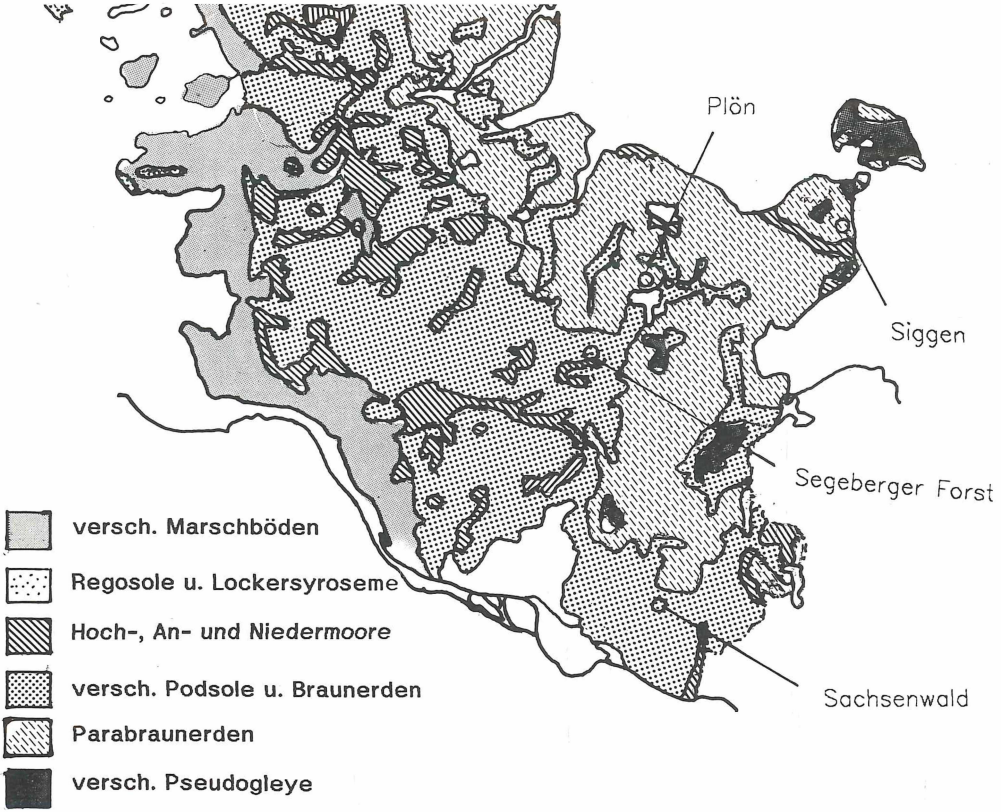


Abb. 1: Bodenkundliche Karte von Schleswig-Holstein mit der Lage der Untersuchungsstandorte (stark vereinfacht nach SCHLICHTING 1960).

2. Ein Buchen-Eschen-Wald bei Siggen

ist ein feuchter bis nasser Buchenwald auf Pseudogley, der laterales Grundwasser erhält. Der Boden an diesem Standort ist ähnlich dem vorherigen, hat aber einen etwas höheren Sandanteil und ist weniger gut durchlüftet. Auch die Vegetation zeigt den quelligen Standort an.

3. Ein Eichenwald im Segeberger Forst

liegt auf der holsteinischen Geest auf einem Eisen-Humus-Podsol, der aus weichselzeitlichem Schwemmsand über warthestadialem Moränensand besteht. Die Bodentextur ist relativ einheitlich mit einem hohen Sandanteil von 85 bis 90 %. Insgesamt ist dieser nährstoffarme Standort aber durch die tiefwurzelnden Eichen noch mäßig mit Nährstoffen versorgt. Neben der Eiche sind an diesem Standort noch Lärche *(Larix leptolepis)* und Fichte *(Picea sitchensis)* vorhanden. Die Krautvegetation ist eine typische Betulo-Quercetum-Begleitflora (Abb. 3).

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

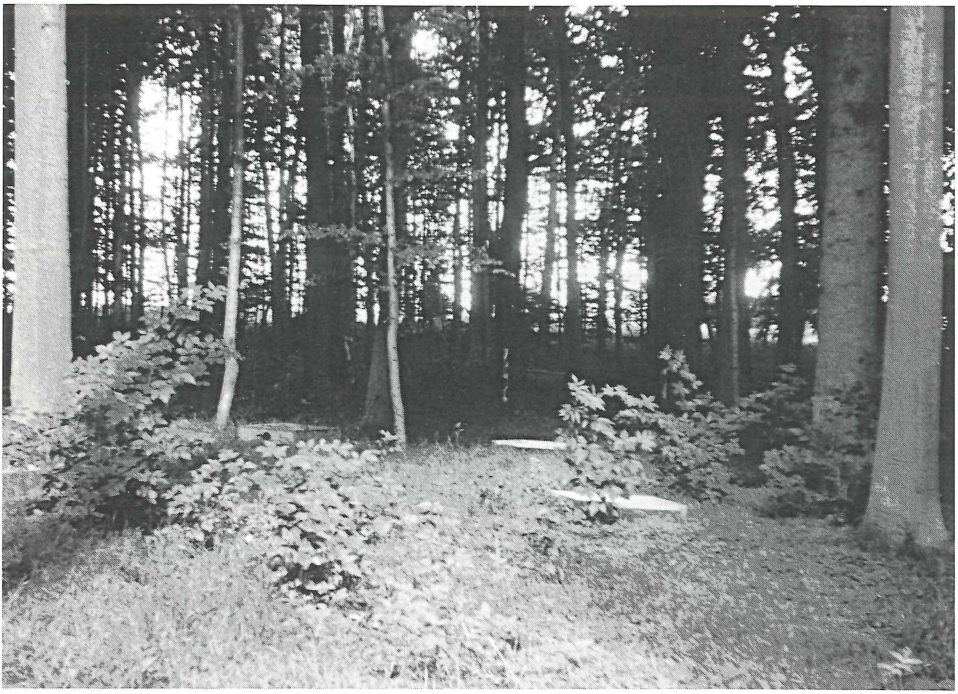


Abb. 2: Buchenwald auf Parabraunerde bei Siggen.

4. Ein Fichtenwald im Segeberger Forst

liegt auf einem ähnlichen Boden wie der Eichenwald. Die Podsolierung ist aber weiter fortgeschritten, und der Boden ist durch höhere Grundwasserstände feuchter. Wegen der flachen Durchwurzelung durch die Fichte ist dies ein an Nährstoffen sehr armer Standort. Neben Fichte *(Picea sitchensis)* kommt auch noch die Kiefer *(Pinus silvestris)* vor. Die Bodenvegetation ist ebenfalls eine typische Betulo-Quercetum-Begleitflora, in der allerdings das Pfeifengras *(Molinia coerulea)* bereits anmoorige Bedingungen anzeigt (Abb. 4).
Diese vier Standorte sind bodenkundlich und bezüglich ihres Nährstoffhaushaltes gut untersucht (BLUME et al. 1985, 1986, SCHIMMING et al. 1985). Die folgenden Standorte aus dem Sachsenwald wurden im Zuge einer Diplomarbeit (KROST 1986) untersucht.
Es sind:

5. Ein Fichtenwald mit Krautschicht im Sachsenwald

liegt auf einem Podsol-Parabraunerde-Boden auf Sand bis lehmigem Sand, wobei nur eine mäßige Podsolierung vorliegt. Die Kraut- und Strauchschicht entsprach einer typischen Fago-Quercetum-Begleitflora auf saurem Boden.

6. Ein Fichtenwald ohne Krautschicht im Sachsenwald

liegt auf einem typischen Eisen-Humus-Podsol. Eine Krautschicht ist auf Grund der Lichtarmut am Boden nicht ausgebildet. Nur Sauerklee *(Oxalis acetosella)* und die Dreinervige Nabelmiere *(Moehringia trinerva)* waren vereinzelt vorhanden (Abb. 5).

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Abb. 3: Eichenwald auf Eisen-Humus-Podsol im Segeberger Forst.

7. Ein Buchenwald im Sachsenwald

liegt auf einer Parabraunerde aus sandigem Lehm bis lehmigem Sand. Der Boden ist mit pH 3,7 etwas weniger versauert als die beiden vorangehend beschriebenen Standorte (pH 3,4). Die Begleitflora ist typisch für saure Buchenstandorte, wobei an diesem Standort nicht wie bei dem Standort Siggen die Waldrandlage bestimmend ist.

8. Ein Bruchwald am Trammer See

liegt auf ehemaligem Seesand des Trammer Sees, auf dem sich eine ca. 10 cm hohe, schwarze Humusdecke gebildet hat. Die Begleitflora ist typisch für einen feuchten Bruchwald aus Erlen, Eschen und Traubenkirsche.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

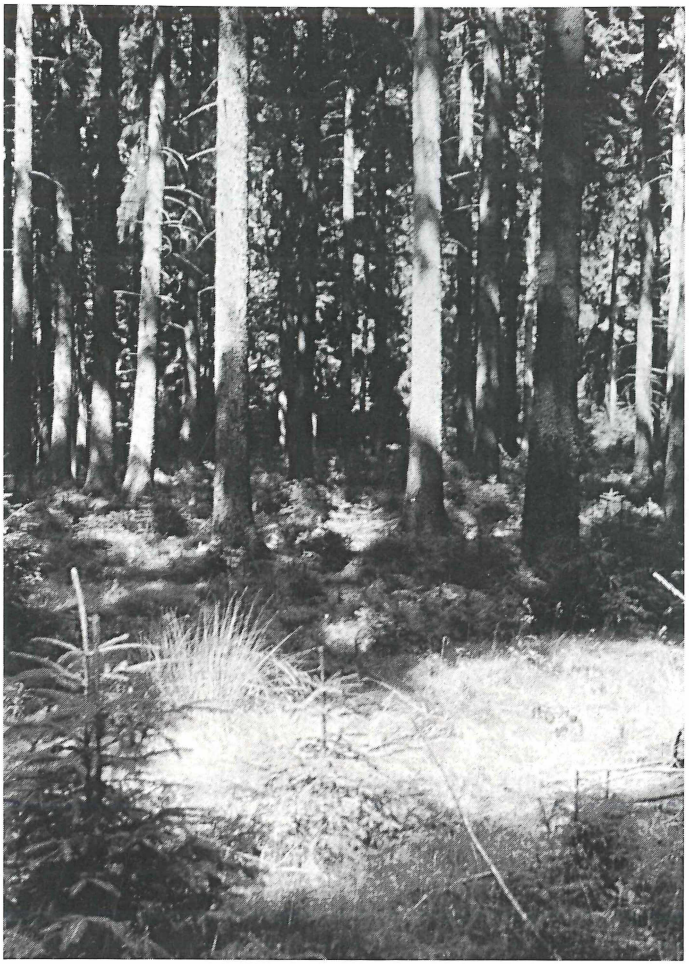


Abb. 4: Fichtenwald auf Eisen-Humus-Podsol im Segeberger Forst.

Methode

In allen Untersuchungsstandorten wurde die Spinnenfauna mit Bodenfallen erfaßt, die mit 4 % Formalin und Agepon gefüllt waren. In den Standorten bei Siggen, im Segeberger Forst und im Sachsenwald war dies in den Jahren 1984 und 1985 der Fall, in dem Standort am Trammer See (Plön) in den Jahren 1985 und 1986. Es wurden jeweils vier bis fünf Parallelfallen in der Vegetationsperiode von April bis November je Standort aufgestellt.

Die Bodenfallen in Siggen und im Segeberger Forst des Jahres 1984 wurden von Herrn Vogel aufgestellt (VOGEL 1985) und die Collembolen, Isopoden, Diplopoden und Teile der Käfer bearbeitet. Die Bodenfallen im Sachsenwald betreute und bearbeitete Herr KROST (1986).

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Abb. 5: Fichtenwald ohne Krautschicht auf Eisen-Humus-Podsol im Sachsenwald.

In dem Buchenwald (Siggen) und in dem Eichenwald bzw. Fichtenwald im Segeberger Forst wurden 1985 und 1986 zusätzlich Quadratproben aus einem $^1/_{10}$-m^2-Rahmen entnommen. Diese Datenerfassung ging so vor sich, daß aus dem mit Gaze überspannten Rahmen mit einer Saugfalle die Vegetation und die Bodenoberfläche abgesaugt wurden, daraufhin wurde die Laubstreu eingesammelt und aus dem A_h-Horizont des Bodens noch eine $^1/_{360}$-m^2-Probe bis 5 cm Tiefe entnommen. Aus der Laubstreuprobe wurde im Labor per Hand die Makrofauna aussortiert. Anschließend wurden diese Probe und die aus dem A_h-Horizont in einen Kempson-Tullgren-Apparat gegeben und die übrige Fauna ausgetrieben.

Die Spinnen wurden mit Hilfe folgender Literatur bestimmt: WIEHLE (1956, 1960), LOCKET u. MILLIDGE (1951, 1953) und LOCKET et al. (1974), HARM (1966).

Ergebnisse

1. Artenstruktur und -verteilung

In der Tabelle ist die Spinnenfauna der Waldbiotope in ihrer relativen Zusammensetzung aufgelistet. Es wurden insgesamt 99 Spinnenarten aus 17 Familien gefunden. Durch die Fangmethode mit den Bodenfallen sind hauptsächlich Bodenspinnen erfaßt worden, so daß die gesamte Artenzahl der Spinnen in den betreffenden Wäldern einschließlich der Arten in der Strauchvegetation, an den Baumstämmen oder in der Kronenregion noch höher geschätzt werden muß. Die Zusammensetzung der Spinnenfauna ist zu einem hohen

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Tabelle: Liste der in Bodenfallen gefangenen Spinnenarten und ihr prozentualer Anteil am Gesamtfang je Standort (Fichtenwald (F) 1075 Tiere, Eichenwald (E) 1204 Tiere, Buchenwald (Bu, Siggen) 1517 Tiere, Buche - Esche (BE) 810 Tiere, Fichte mit Krautschicht (FmK) 689 Tiere, Fichte ohne Krautschicht (FoK) 588 Tiere, Buchenwald (Bu, Sachsenwald) 437 Tiere, Bruchwald (Br) 144 Tiere).

Arten	Segeberg F	Segeberg E	Siggen Bu	Siggen BE	Sachsenwald FmK	Sachsenwald FoK	Sachsenwald Bu	Plön Br
Amaurobiidae – Finsterspinnen								
Amaurobius fenestralis (SROEM)	0,1	0,1	0,1	0,1	–	–	–	–
Dysderidae – Sechsaugenspinnen								
Segestria senoculata (L.)	0,2	0,1	–	–	–	1,0	–	–
Gnaphosidae – Plattbauchspinnen								
Haplodrassodus signifer (KOCH)	0,2	0,2	–	–	–	–	–	–
Zelotes latreillei (SIMON)	–	–	–	–	0,4	0,2	–	–
Zelotes petrensis (KOCH)	–	0,1	–	–	–	–	–	–
Zelotes subterraneus (KOCH)	–	0,1	–	–	–	–	–	–
Anyphaenidae –								
Anyphaena accentuata (WALCK.)	–	–	–	–	–	–	1,1	–
Clubionidae – Sackspinnen								
Clubiona compta KOCH	–	0,1	–	–	–	–	0,2	–
Clubiona pallidula (CLERCK)	–	–	–	–	–	–	0,2	–
Clubiona stagnalis KULCZYNSKI)	0,1	–	–	–	0,1	0,2	–	–
Clubiona terrestris WESTRING	0,1	0,8	0,8	0,2	0,4	1,0	4,8	0,7
Zoridae – Kammspinnen								
Zora spinimana (SUNDEVALL)	0,3	0,1	–	–	–	–	–	–
Thomisidae – Krabbenspinnen								
Oxyptila trux (BLACKWALL)	0,1	–	–	–	–	–	–	–
Philodromus margaritatus (CLERCK)	0,1	–	–	–	–	–	–	–
Philodromus poecilus (THOR.)	0,3	0,4	–	–	–	–	–	–
Xysticus ulmi (HAHN)	–	–	–	–	0,1	0,3	–	–
Salticidae – Springspinnen								
Neon reticulatus (BLACKWALL)	–	–	–	–	0,6	4,3	3,9	–
Lycosidae – Wolfspinnen								
Pardosa amentata (CLERCK)	0,1	0,2	0,1	–	–	–	3,7	–
Padosa lugubris WALKENAER	–	–	–	–	0,1	–	0,5	–
Pirata latitans (BLACKWALL)	–	0,1	–	–	–	–	–	–
Trochosa terricola THORELL.	2,1	0,6	0,1	–	3,0	0,3	–	2,1
Agelenidae – Trichterspinnen								
Coelotes terrestris (WIDER)	0,2	11,5	–	–	8,1	3,1	37,1	7,6
Hahniidae – Bodenspinnen								
Hahnia helveola SIMON	–	–	–	–	0,1	0,5	–	–
Hahnia pusilla KOCH	–	0,7	–	1,4	0,1	0,7	–	–
Mimetidae – Spinnenfresser								
Ero furcata (VILLERS)	0,1	–	–	–	–	0,2	0,2	–
Theridiidae – Haubennetzspinnen								
Robertus lividus (BLACKWALL)	1,4	1,5	2,5	2,6	2,5	2,7	0,2	0,7
Robertus neglectus (CAMBRIDGE)	–	–	–	–	–	–	0,2	–
Theridion bimaculatum (L.)	–	–	–	–	0,4	–	–	–
Theridion ovatum (CLERCK)	0,1	1,0	–	–	0,9	0,7	0,2	–

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Arten	Segeberg F	Segeberg E	Siggen Bu	Siggen BE	Sachsenwald FmK	Sachsenwald FoK	Sachsenwald Bu	Plön Br
Tetragnathidae – Kieferspinnen								
Pachygnatha clerki SUNDEVALL	–	–	–	0,1	0,1	–	–	–
Pachygnatha degeeri SUNDEVALL	1,3	0,6	0,1	–	–	–	–	2,1
Pachygnatha listeri SUNDEVALL	1,1	0,1	–	0,4	–	–	–	–
Aranaeidae – Kreuzspinnen								
Meta segmentata (CLERCK)	–	0,1	–	–	0,1	–	0,9	0,7
Micryphantidae – Zwergspinnen								
Astenargus paganus (SIMON)	0,5	–	–	–	–	–	–	–
Ceratinella brevis (WIDER)	0,1	–	2,7	1,1	–	–	–	–
Dicymbium nigrum (BLACKWALL)	–	–	0,1	–	2,8	0,2	0,2	–
Dicymbium tibiale (BLACKWALL)	8,3	6,1	0,1	–	0,3	–	–	16,0
Diplocephalus latifrons (BLACKWALL)	30,6	15,3	10,1	10,1	12,9	22,4	1,1	6,3
Diplocephalus picinus (BLACKWALL)	0,1	–	12,1	16,8	–	0,3	10,8	–
Erigone atra (BLACKWALL)	0,1	–	–	–	0,7	–	0,2	–
Erigone dentipalpis (WIDER)	–	–	–	–	0,1	–	0,2	–
Erigonella hiemalis (BLACKWALL)	0,1	0,5	0,1	–	–	–	–	–
Gonatium rubellum (BLACKWALL)	0,4	0,8	1,3	0,2	–	–	–	–
Gongylidiellum latebricola (CAMBRIDGE)	0,3	0,1	–	–	–	–	–	–
Maso sundevalli (WESTRING)	–	–	0,1	–	0,1	–	–	0,7
Metobractus prominulus (CAMBRIDGE)	–	–	–	–	0,1	–	–	–
Micrargus herbigradus (BLACKWALL)	19,4	15,0	0,1	0,5	9,0	1,4	2,1	12,5
Minyriolus pusillus (WIDER)	0,2	–	–	–	2,2	6,1	0,7	–
Oedothorax fuscus (BLACKWALL)	–	–	0,1	–	–	–	0,5	–
Panamomops sulcifrons (WIDER)	–	–	–	–	–	0,2	–	–
Pocadicnemis pumila (BLACKWALL)	0,3	–	–	–	–	–	–	–
Saloca diceros (CAMBRIDGE)	–	–	7,4	–	–	–	–	0,7
Tapinocyba insecta (KOCH)	0,1	0,9	0,1	–	0,6	1,4	5,7	–
Tiso vagans (BLACKWALL)	–	0,1	–	–	–	0,3	–	–
Walckenaera acuminata BLACKWALL	0,2	–	3,0	3,8	–	–	–	–
Walckenaera antica (WIDER)	0,1	0,6	10,7	2,1	–	–	–	–
Walckenaera capito (WESTRING)	–	0,1	0,1	0,1	–	–	–	–
Walckenaera corniculans (CAMBRIDGE)	–	0,7	–	–	–	–	–	–
Walckenaera cucullata (KOCH)	0,7	1,5	0,1	0,2	–	0,5	1,1	–
Walckenaera fugax (CAMBRIDGE)	2,2	1,2	0,1	2,0	0,1	0,3	–	0,7
Walckenaera melanocephala (CAMBRIDGE)	8,0	2,2	53,6	5,6	2,9	–	0,7	1,4
Walckenaera monocerus (WIDER)	–	–	–	–	0,3	–	2,3	–
Walckenaera obtusa (BLACKWALL)	–	0,2	0,6	0,2	–	–	0,9	–
Linyphiide – Baldachinspinnen								
Agyneta conigera (CAMBRIDGE)	5,1	1,7	–	–	–	–	–	–
Bathyphantes gracilis (WIDER)	0,2	0,1	0,3	0,1	–	–	–	–
Bathyphantes nigrinus (WESTRING)	0,7	0,9	–	0,1	0,3	–	–	0,7
Bathyphantes parvulus (WESTRING)	–	1,0	–	–	3,0	0,7	0,2	–
Centromerita bicolor (BLACKWALL)	0,3	0,3	0,1	–	–	–	–	–
Centromerita concinna (THOR.)	–	–	–	–	0,4	–	–	–
Centromerus dilutus (CAMBRIDGE)	1,4	0,3	–	–	0,6	0,3	2,3	–
Centromerus expertus (CAMBRIDGE)	–	–	0,1	–	–	–	–	–
Centromerus arcanus (CAMBRIDGE)	0,1	–	–	–	–	–	–	–
Centromerus pabulator (CAMBRIDGE)	0,1	–	–	–	–	–	–	–
Centromerus silvaticus (BLACKWALL)	0,2	1,0	–	–	0,4	–	–	–
Diplostyla concolor (WIDER)	0,2	–	3,3	22,2	0,4	–	–	22,1

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Arten	Segeberg F	Segeberg E	Siggen Bu	Siggen BE	Sachsenwald FmK	Sachsenwald FoK	Sachsenwald Bu	Plön Br
Drapetisca socialis (SUND.)	–	–	–	–	–	–	–	2,1
Helophora insignis (BLACKWALL)	–	–	0,1	0,1	–	–	–	2,1
Kaestneria dorsalis (WIDER)	0,6	–	–	–	–	–	–	0,7
Labulla thoracica (WIDER)	–	–	–	–	–	0,3	–	–
Lepthyphantes alacaris (BLACKWALL)	1,0	0,3	–	–	–	–	–	–
Lepthyphantes cristatus (MENGE)	1,5	0,7	0,1	0,2	–	–	–	–
Lepthyphantes flavipes (BLACKWALL)	1,1	0,5	0,1	–	–	–	–	–
Lepthyphantes nebulosus (SUND.)	–	–	–	–	–	–	–	0,7
Lepthyphantes pallidus (CAMBRIDGE)	–	0,2	0,9	2,1	0,1	0,5	0,5	6,3
Lepthyphantes tenebricola (WIDER)	4,6	14,3	9,5	0,6	41,9	35,2	5,5	0,7
Lepthyphantes tenuis (BLACKWALL)	0,2	–	–	–	–	–	–	0,7
Lepthyphantes terricola (KOCH)	1,4	1,7	0,5	–	–	–	–	0,7
Lepthyphantes zimmermanni (BERT.)	–	0,2	0,1	–	–	–	1,4	–
Linyphia chlatrata SUND.	0,1	0,4	0,1	–	0,4	0,2	0,2	–
Linyphia emphana WALCK.	0,1	–	–	–	–	–	–	–
Linyphia triangularis (CLERCK)	–	0,1	0,3	–	2,9	0,7	0,9	–
Linyphia hortensis SUND.	0,1	0,2	0,6	–	–	–	–	–
Macrargus rufus (WIDER)	0,7	1,3	0,3	–	0,1	–	–	–
Meioneta beata (CAMBRIDGE)	–	–	–	–	–	–	–	11,8
Meioneta saxatilis (BLACKWALL)	0,5	–	9,8	–	–	–	–	–
Microneta viaria (BLACKWALL)	0,8	10,3	37,6	11,0	–	–	5,9	0,7
Oreonitides abnormis (BLACKWALL)	–	0,2	0,1	1,2	0,3	0,3	0,5	–
Syedrula innotabilis (CAMBRIDGE)	–	–	–	4,6	–	–	–	–
Tapinopa longidens (WIDER)	–	–	0,1	–	0,3	0,9	–	–

Maße von dem Bodentyp abhängig. Bei einem Vergleich der Ähnlichkeit der Spinnengesellschaften mit Hilfe der Cluster-Analyse (SNEATH u. SOKAL 1973) von Dominantenidentitäten (RENKONEN 1938) lassen sich deutlich die Wälder auf sandigem Podsolboden mit einer hohen Ähnlichkeit ihrer Spinnengesellschaften zusammenfassen (Abb. 6). Auch der auf sandigem Seesand liegende Bruchwald am Trammer See zeigt noch eine hohe Ähnlichkeit mit den Waldtypen auf dem Podsol. Eine weitere Ähnlichkeitsgruppe ergeben die Laubwälder auf den lehmigen Böden, wobei der Buchenwald im Sachsenwald etwas isoliert steht.

Aus diesen Gruppierungen läßt sich der große Einfluß des Bodens auf die Spinnenfauna ablesen. Dieser muß die Gestaltung der Spinnengesellschaft stärker beeinflussen, als dies durch den Bestand geschieht. Weder ein Bestand aus Laubbäumen (z. B. Eiche) oder aus Nadelbäumen verändert die Bodenspinnen-Gesellschaft so stark wie der Boden. Sogar die Feuchtigkeit eines Bruchwaldes scheint den Einfluß des Sandbodens auf die Spinnengesellschaft nicht unterdrücken zu können.

Typische Arten des Sandbodens scheinen *Coelotes terrestris* und *Micrargus herbigradus* zu sein. Auf dem Lehmboden Ostholsteins sind *Saloca diceros, Walckenaera acuminata* und *Diplocephalus picinus* typisch. Die beiden Arten *Diplocephalus picinus* und *Diplocephalus latifrons* scheinen ökologisch vikariierende Arten zu sein, wobei die erste Art mehr die Lehmböden, die zweite mehr die Sandböden bevorzugt.

Trotz des großen Einflusses der Bodentypen auf die Zusammensetzung der Spinnenfauna ist ein Einfluß der Vegetationsstruktur nicht auszuschließen. Dies wird bei der Verteilung der Spinnenart *Walckenaera melanocephala* deutlich. Sie ist in allen Wäldern mit

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

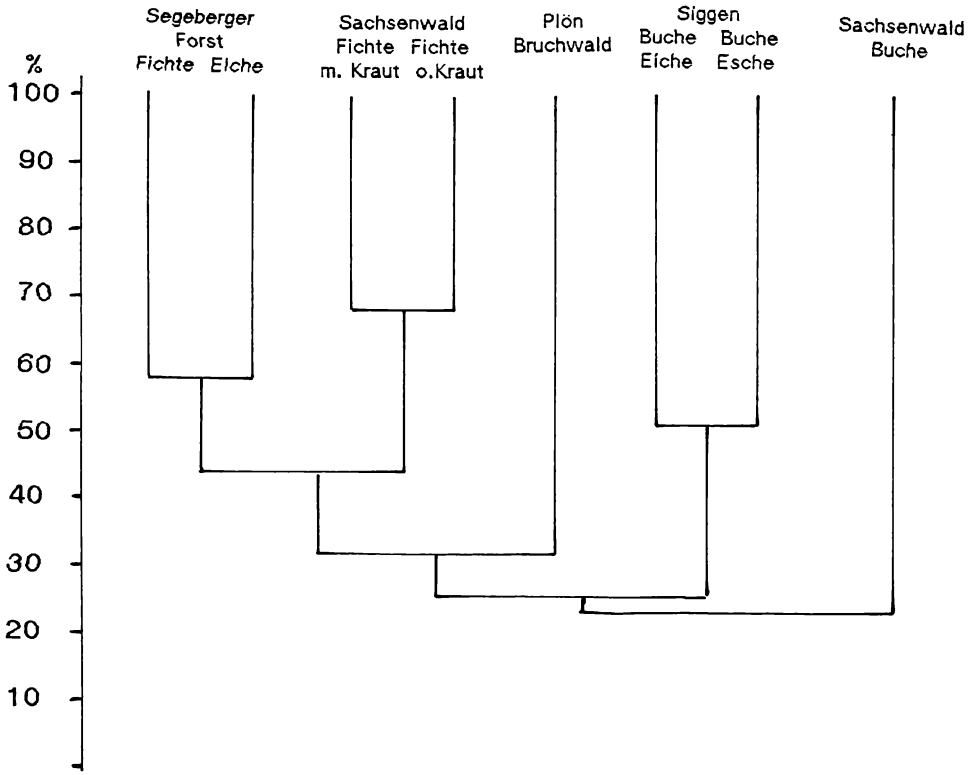


Abb. 6: Dendrogramm der Ähnlichkeiten in der Spinnenzönose der untersuchten Waldstandorte auf Grund von Dominantenidentitäten.

unterschiedlichen Bodentypen vorhanden. Nur in dem Fichtenwald ohne Krautvegetation fehlt die Art. Der Verdacht liegt nahe, daß hier ein kausaler Zusammenhang zwischen dem Fehlen der Art und dem Fehlen der Krautschicht besteht.

Durch die Artenzahlen lassen sich leider nicht alle untersuchten Waldtypen charakterisieren, da allzu unterschiedliche Untersuchungszeiträume vorliegen. Daher wurde eine Charakterisierung mit Hilfe der Diversitätenindizes nach SHANNON und WEAVER (1963) vorgenommen. Diese Indizes berücksichtigen sowohl das Verhältnis von Individuenzahl zu Artenzahl (Hs[ld]) als auch besonders die Gleichmäßigkeit der Artenverteilung (Eveness = H/H[max]). Es zeigt sich, daß alle Waldtypen eine Artendiversität zwischen drei und vier besitzen und eine Eveness zwischen 0,6 und 0,8 (Abb. 7). In dieser Hinsicht lassen sich die Spinnengesellschaften nicht mit bestimmten Waldtypen oder bestimmten Bodentypen in Verbindung bringen. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Wäldern sind daher wahrscheinlich ohne Relevanz und statistisch nicht abzusichern. Man muß davon ausgehen, daß die ökologischen Nischen, die in den Wäldern durch Spinnen besetzt werden können, in allen untersuchten Waldtypen gleichmäßig besetzt sind, ohne durch den Bestand oder den Bodentyp in dieser Hinsicht beeinträchtigt zu sein.

Für die drei Wälder in Siggen und im Segeberger Forst, die näher untersucht wurden, läßt sich für den Monat September der Jahre 1985 und 1986 eine Artenarealkurve aufstel-

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

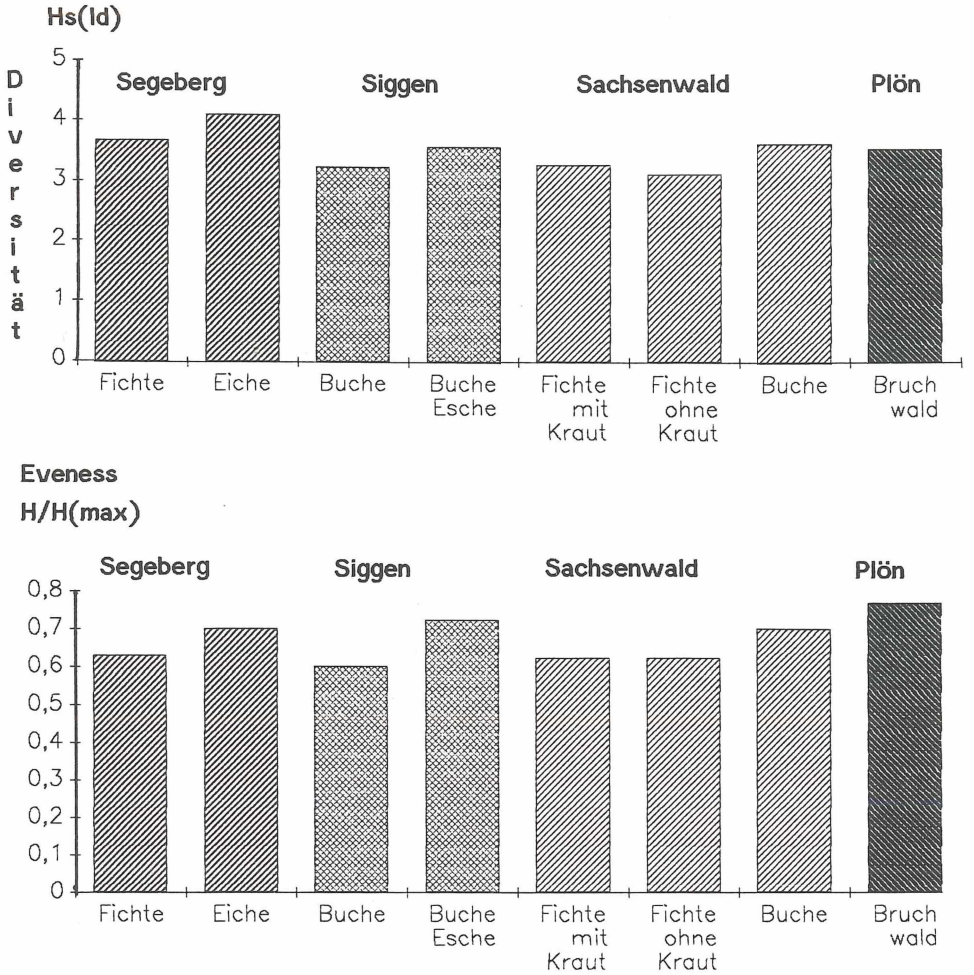


Abb. 7: Diversität und Eveness der untersuchten Waldstandorte auf Grund der Bodenfallenergebnisse.

len, wobei einmal 1,8 und einmal 1,5 m^2 in je 0,1-m^2-Flächen untersucht wurden (Abb. 8). In allen drei Waldtypen lag die Kurve 1986 unter der des Jahres 1985. Außerdem zeigt sich, daß selbst bei einer Fläche von 1,8 m^2 die Kurve noch weiter im Bereich der Steigung liegt und noch keine Sättigung der Artenzahl erreicht ist. Man muß deshalb vermuten, daß die Artenzahl der Bodenspinnen unabhängig von dem jahreszeitlichen Verlauf erheblich über den in diesen Proben gefundenen Artenzahlen liegt. Wahrscheinlich muß man mit etwa 40 bis 60 Arten auf ca. 1 ha Waldfläche rechnen.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

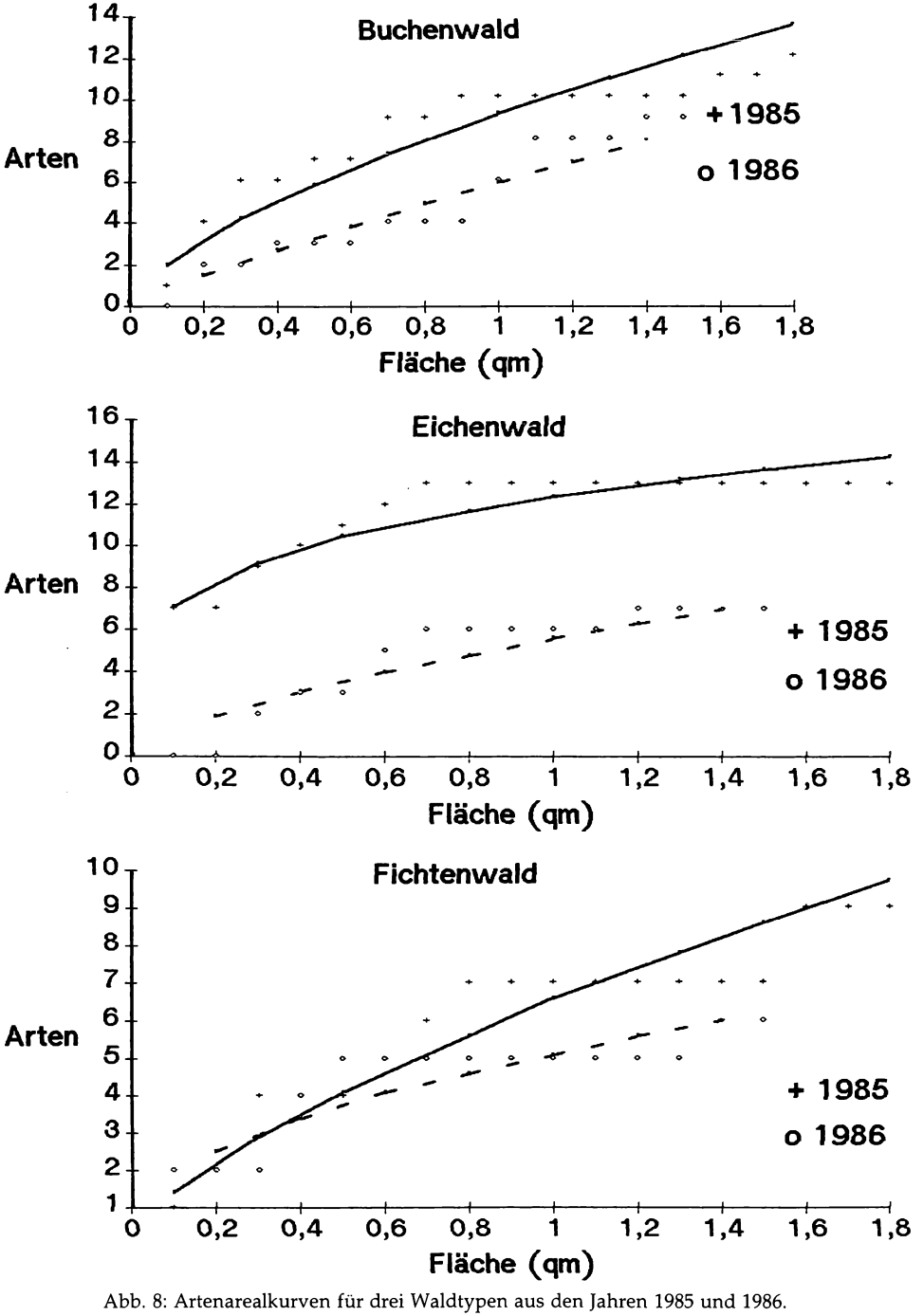


Abb. 8: Artenarealkurven für drei Waldtypen aus den Jahren 1985 und 1986.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

2. Jahreszeitliche Verteilung

Der jahreszeitliche Verlauf der Artenzahl und der Diversität für die Bodenspinnen geht aus Abb. 9 hervor. Die beiden untersuchten Jahre 1985 und 1986 waren in ihrem Verlauf recht verschieden. Im Jahre 1985 liegt eine relativ deutliche Sommerdepression in der Artenvielfalt aller drei untersuchten Wälder vor. Diese Sommerdepression ist 1986 nur sehr schwach oder gar nicht ausgeprägt. In den meisten Fällen läßt sich aber sowohl im Frühjahr als auch im Herbst die höchste Artenzahl und Artendiversität an adulten Bodenspinnen feststellen.

Diese Jahresperiodik der Artenvielfalt erklärt sich aus der Jahresperiodik der meisten Spinnenarten, die allerdings nur für die häufigsten Bodenspinnen dokumentiert werden kann (Abb. 10 und 11). Von den sieben häufigsten Spinnenarten haben vier Arten die größten Populationsdichten adulter Tiere in den Herbst- und Frühjahrsmonaten. Im Vergleich zu den Populationsdichten liegen die höchsten Aktivitätsdichten dieser Arten im Frühjahr und nicht zur Zeit der höchsten Populationsdichte im Herbst. Das läßt sich damit erklären, daß diese Spinnenarten eine Generation im Jahr durchmachen, wobei die adulten Tiere überwintern und im Frühjahr ihr Fortpflanzungsgeschäft vollziehen (hohe Aktivitäten von Männchen). Zur Zeit der höchsten Wachstumsraten und der höchsten Populationsdichten im Herbst sind dagegen nur geringe Laufaktivitäten nachzuweisen. Auf Grund dieser Daten scheint der dem Wachstum zugrunde liegende Fraß weniger durch Laufen erreicht zu werden als durch Netzbauten.

Eine Spinnenart *(Micrargus herbigradus)* hat die höchste Populations- und auch Laufaktivitätsdichten im Frühjahr. Möglicherweise liegt diesem Phänomen eine ökologische Vikarianz zu der ähnlich großen und im selben Biotop lebenden Bodenspinne *Diplocephalus latifrons* zugrunde. Eine weitere Zwergspinne *Walckenaera melanocephala* lebt nur im Sommer am Waldboden.

Die Spinnenart *(Coelotes terrestris)* konnte wie die vorige Art nur in den Bodenfallen in ausreichender Menge gefangen werden. Diese mehrjährige Spinnenart (WEIDEMANN u. SCHAUERMANN 1986) hat die höchsten Laufaktivitätsdichten im Herbst (DUMPERT u. PLATEN 1985).

Dieser Jahresentwicklung der meisten adulten Spinnen entspricht die Jahresdynamik der juvenilen Spinnen, die ihre höchsten Populationsdichten in den Sommermonaten erreichen (Abb. 12).

3. Vertikale Verteilung

Für das Jahr 1986 kann durch die differenzierte Probenahme mit Hilfe der Quadratmethode eine vertikale Verteilung der Spinnen auf die verschiedenen Boden- oder bodennahen Straten aufgezeigt werden. Hierbei zeigt sich, daß die verschiedenen Arten in unterschiedlicher Weise die Bodenstraten nutzen (Abb. 13). Von den adulten Tieren wird der eigentliche Boden unterhalb der Streuschicht nicht bewohnt.

Lediglich juvenile Spinnen treten im A_h-Horizont des Bodens in geringen Populationsdichten auf. Interessanterweise liegt diese in dem Buchenwald auf der Parabraunerde erheblich höher als in den beiden Wäldern auf Podsolboden. Diese horizontale Verteilung läßt sich einmal auf die gute Lockerung des Bodens durch bodenlebende Säuger bei gleichzeitigem Nahrungsreichtum durch endogäische Beuteorganismen (z. B. Collembolen) erklären. Andererseits ist die Nahrungsversorgung in den Podsolböden durch das geringe Nährstoffangebot, das ein weitgehendes Fehlen von Collembolen bedingt, nicht mehr ausreichend (IRMLER u. HEYDEMANN im Druck).

Adulte Spinnen leben nur noch in der Laubstreuschicht, an der Bodenoberfläche oder in der Vegetation. Neben Arten, die weitgehend die Bodenoberfläche meiden, wie anschei-

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

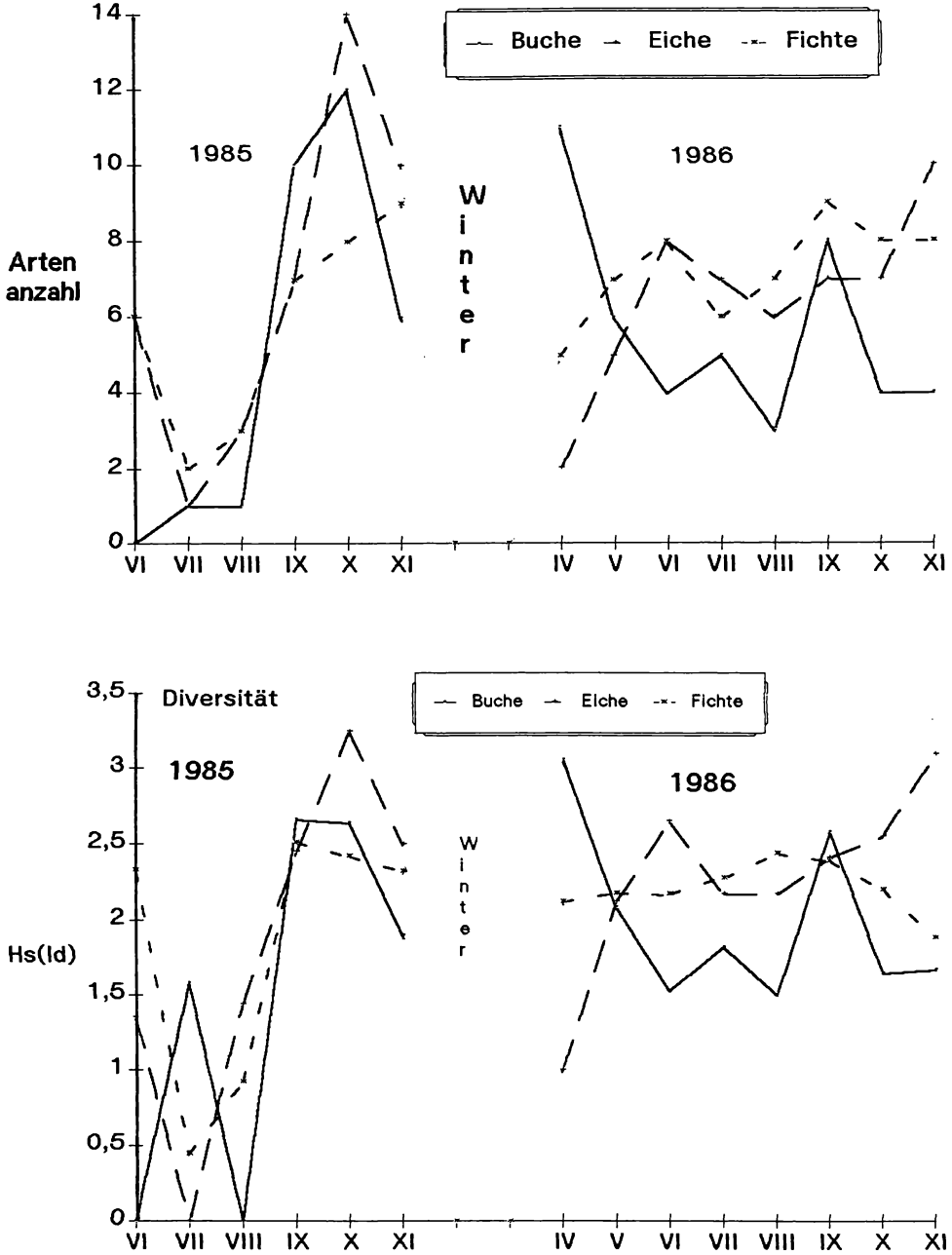


Abb. 9: Jahresperiodischer Verlauf der Artenzahlen und Diversitäten für drei Waldtypen aus den Jahren 1985 und 1986 auf Grund der Ergebnisse von Erhebungen auf einem $^1/_{10}$ m^2.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

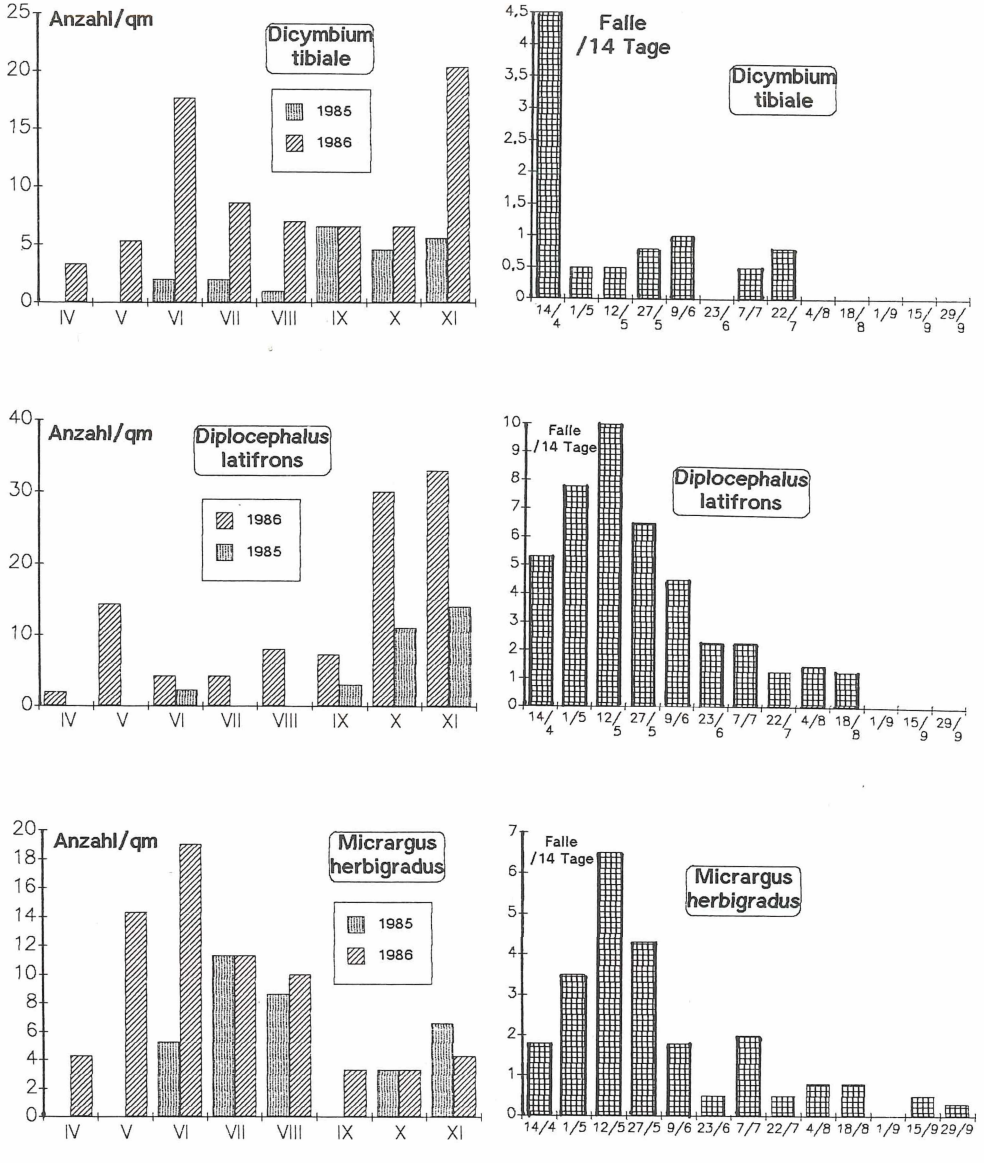
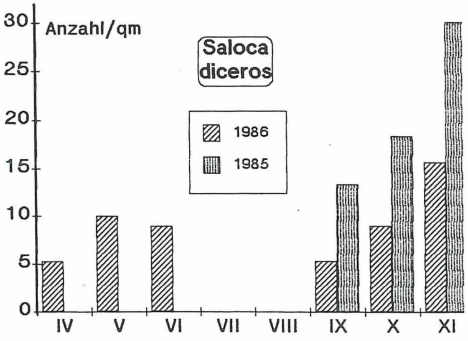
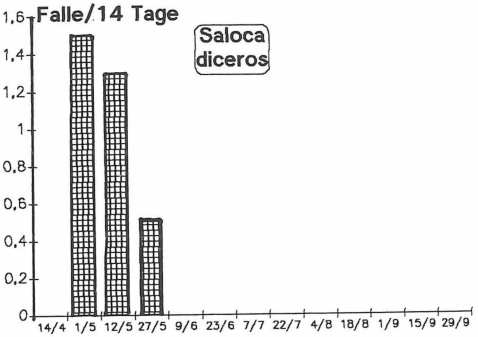
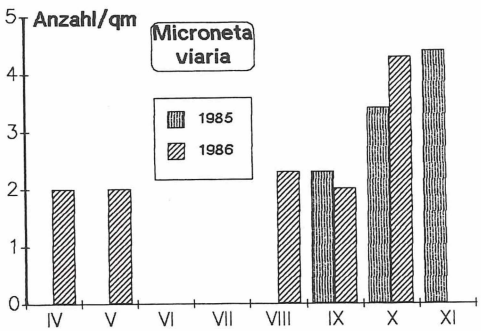


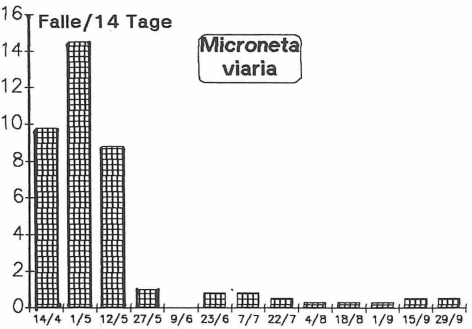
Abb. 10: Jahresperiodische Dynamik verschiedener Spinnenarten im Vergleich von Populationsdichten (1985, 1986) und Aktivitätsdichten (1984).

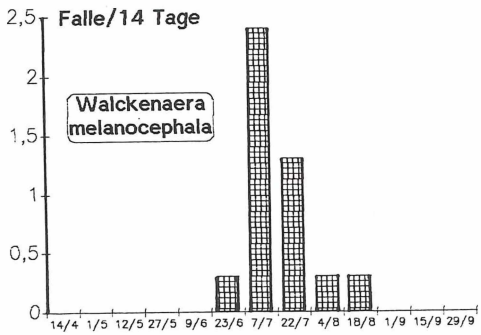
©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at











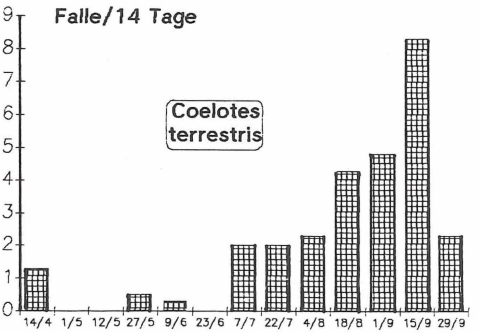


Abb. 11: Jahresperiodische Dynamik verschiedener Spinnenarten im Vergleich von Populationsdichten (1985, 1986) und Aktivitätsdichten (1984).

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

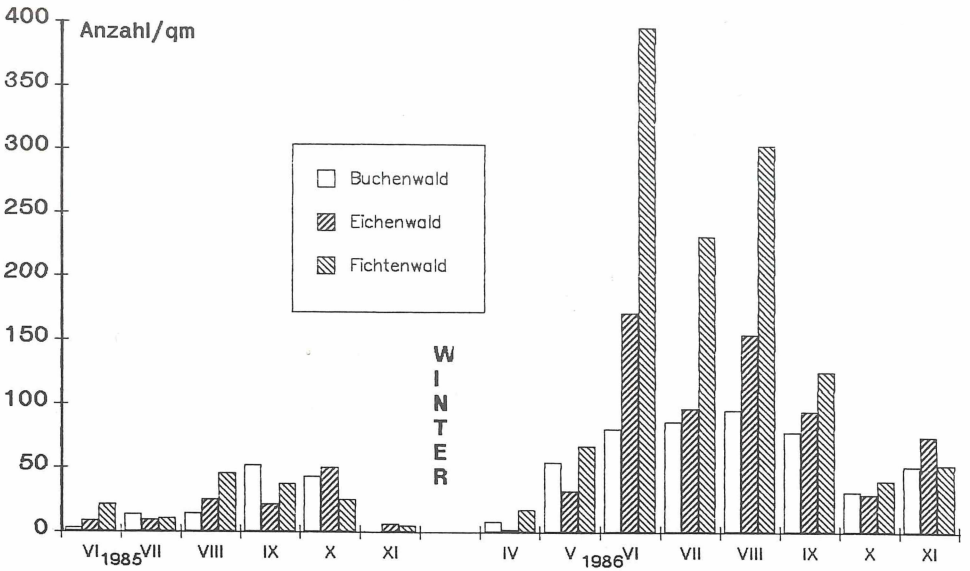


Abb. 12: Jahresperiodische Dynamik der juvenilen Spinnen in drei Waldtypen.

nend die Theridiidae *Robertus lividus*, treten die meisten am Boden lebenden Spinnenarten sowohl in der Streuschicht als auch an der Bodenoberfläche auf. Möglicherweise wird auch die Bodenvegetation als Stratum genutzt (eine Unterscheidung zwischen Bodenoberfläche und Bodenvegetation ist leider durch die Saugfalle nicht möglich). Ein Teil der auch am Boden gefundenen Arten ist auf Grund der Stratendifferenzierung weitgehend als Bewohner der Bodenvegetation zu identifizieren, wie *Lepthyphantes tenebricola* und *Theridion ovatum*. Sie sind daher im engeren Sinne nicht mehr zu den Bodenspinnen zu rechnen. Ihr Auffinden am Boden dürfte daher zum großen Teil als methodisch bedingter Artefakt oder als Zufallsfund gewertet werden.

4. Bedeutung und Leistung der Bodenspinnen

Die Spinnen sind Vertreter der räuberisch im Ökosystem lebenden Tierarten. Da sie die Fähigkeit zum Netzbau haben, sind sie in der Lage, bei geringem Energieverbrauch andere Tiere zu erbeuten. Wie die Messungen der Aktivitäten ergaben, scheinen auch die Bodenspinnen ihre Beute hauptsächlich durch Netzfang zu erhalten. Für die kleinen Bodenspinnen kommen hier vor allem Collembolen und kleine Dipteren, in der Laubstreu auch vielfach verschiedene Larven als Beute in Betracht.

Trotz des energiesparenden Beutefangs durch Netzbau liegt der Anteil der Spinnen an der Gesamträubermenge am Boden nur zwischen 4 % und 10 %, wobei eine steigende Tendenz vom Buchenwald zum Fichtenwald zu beobachten ist (Abb. 14). Da mit diesem Anstieg gleichzeitig ein Abfall der Nährstoffversorgung der Wälder einhergeht, kann hier ein Zusammenhang vermutet werden. Möglicherweise sind die Spinnen durch den energiesparenden Fang der Beute mit Netzen bei sinkender Nahrungsdichte jagenden Räubern überlegen.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

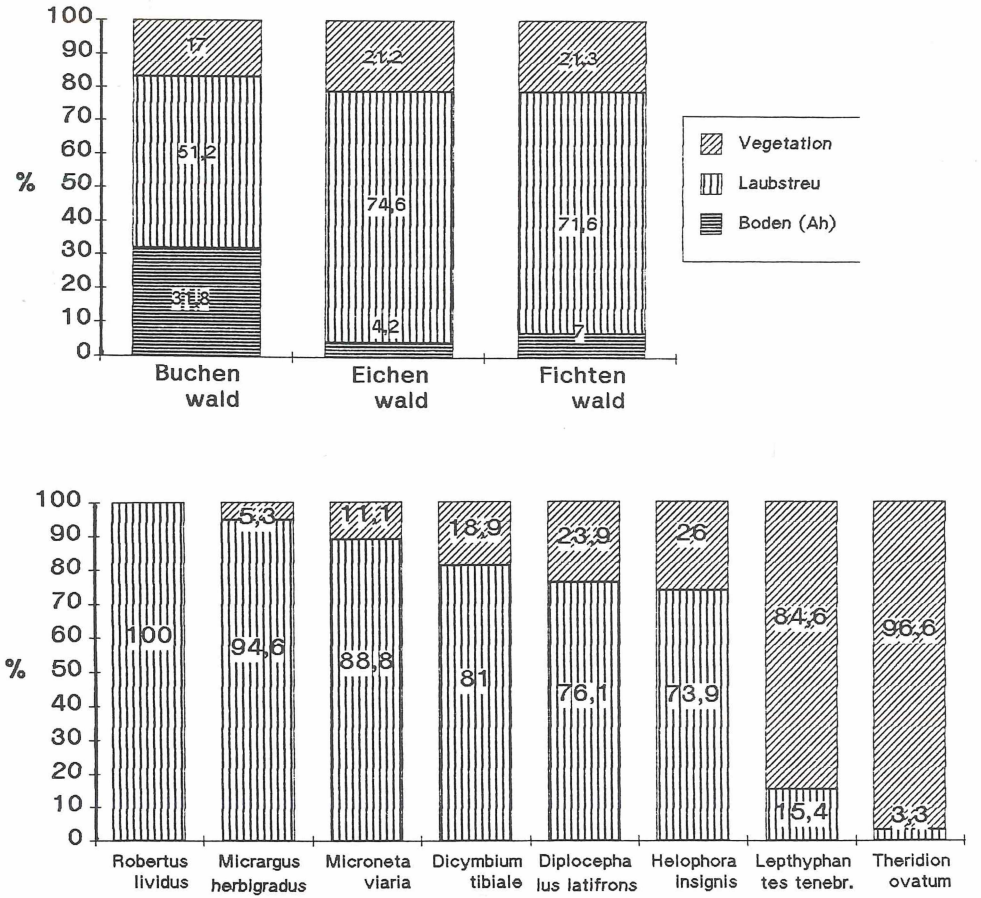


Abb. 13: Vertikale Zonierung zwischen Vegetationsschicht/Bodenoberfläche, Laubstreu und mineralischem Boden (Ah-Horizont) der juvenilen Spinnen (oben) und verschiedenen Spinnenarten.

Im Jahresdurchschnitt sind je Quadratmeter Waldbodenfläche ca. 0,8 bis 1 g an Spinnenbiomasse (diese und die folgenden Angaben gelten für das Frischgewicht, das Trockengewicht beträgt ca. 1/3 des Frischgewichtes) zu finden. Die höchsten Biomassen liegen im Frühjahr (Mai/Juni) und im Herbst (Oktober/November) (Abb. 15). Der größte Teil, ca. 50 %–60 % der Biomasse, lebt dabei in der Laubstreu, während nur ca. 30 % von der Bodenoberfläche oder der Bodenvegetation stammen. Die geringste Menge liegt, entsprechend den Besiedlungsdichtemessungen, im A_h-Horizont des Bodens mit ca. 23 % im Buchenwald und nur ca. 5–10 % in den beiden Wäldern auf Podsol.

Zur Messung der Umsatzleistung der Spinnen in den drei untersuchten Wäldern liegen keine eigenen Messungen vor. Daher kann eine Abschätzung des Umsatzes nur auf Grund von Literaturdaten erfolgen. Die Produktion der Spinnenarten hängt von ihrer Lebensdauer und ihrer Mortalität ab. Die Berechnung der Produktionen ist auf Grund von P/B-Quo-

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

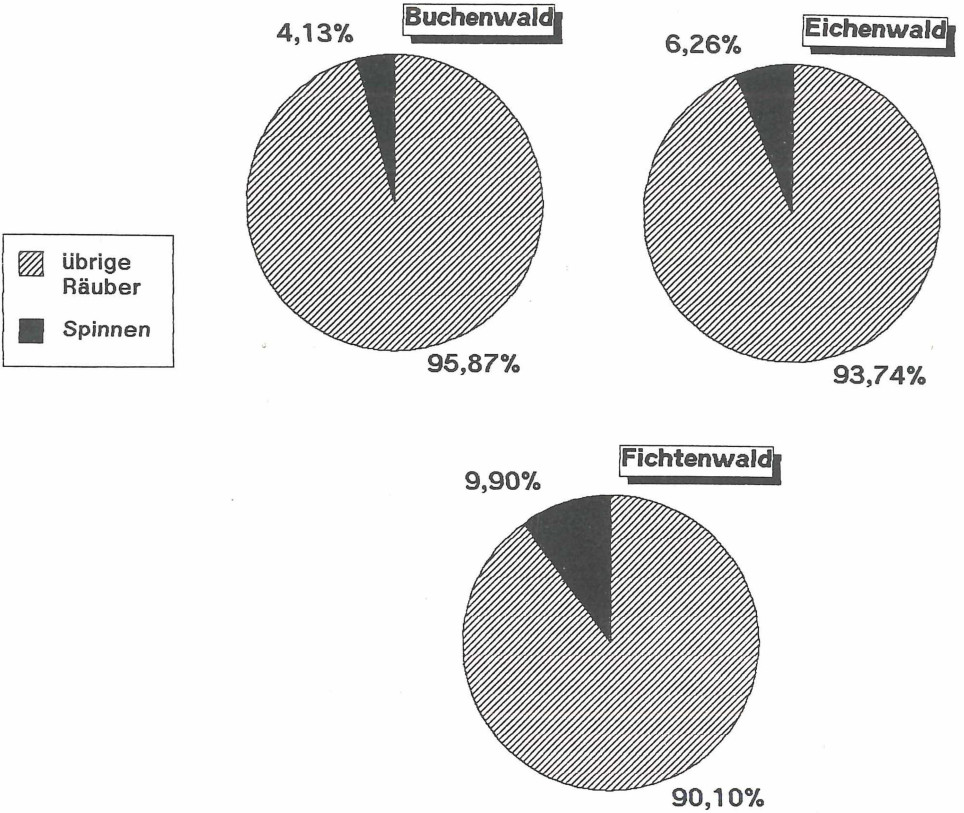


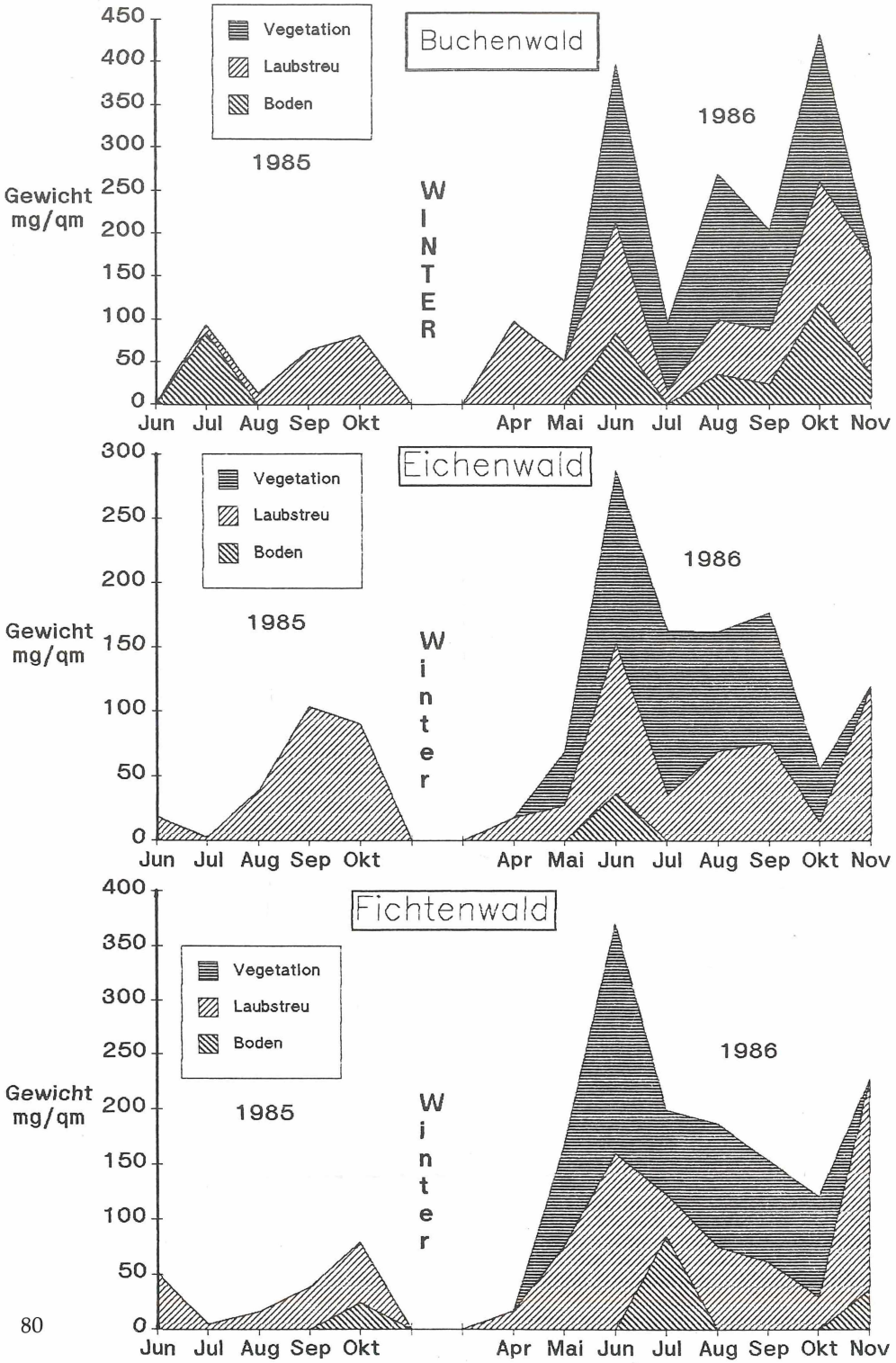
Abb. 14: Anteil der Spinnenbiomasse an der gesamten Biomasse der am Boden lebenden Räuber in drei verschiedenen Waldtypen.

tienten möglich. Für Spinnen liegen Quotienten zwischen 1,2 und 4,9 vor (KAJAK 1967, 1971, IRMLER u. HEYDEMANN 1985 a). Für Zwergspinnen, zu denen die meisten Bodenspinnen gehören, ist ein Quotient von durchschnittlich 2,5 bis 3 anzunehmen. Daraus ergibt sich eine Produktion der Bodenspinnen in den untersuchten Wäldern von 2 bis 3 $g \cdot m^{-2} \cdot Jahr^{-1}$. Der Ausnutzungsgrad der Konsumtion für die Produktion von Spinnen liegt bei etwa 25 bis 35 % (KAJAK 1967, EDGAR 1971, IRMLER u. HEYDEMANN 1985 a), so daß in den untersuchten Wäldern eine Konsumtion von 8 bis 9 $g \cdot m^{-2} \cdot Jahr^{-1}$ durch die Spinnen angenommen werden kann.

5. Der Einfluß einer Kalkmergeldüngung auf die Bodenspinnen

Im Mai 1985 wurde eine einmalige Kalkmergeldüngung in den drei Waldstandorten Buchenwald bei Siggen, Eichenwald im Segeberger Forst und Fichtenwald im Segeberger Forst durchgeführt. Es wurde der handelsübliche Kalkmergel des landwirtschaftlichen Großhandels mit 50 % $CaCO_3$ und 35 % $MgCO_3$ benutzt. An den genannten Standorten

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at



©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

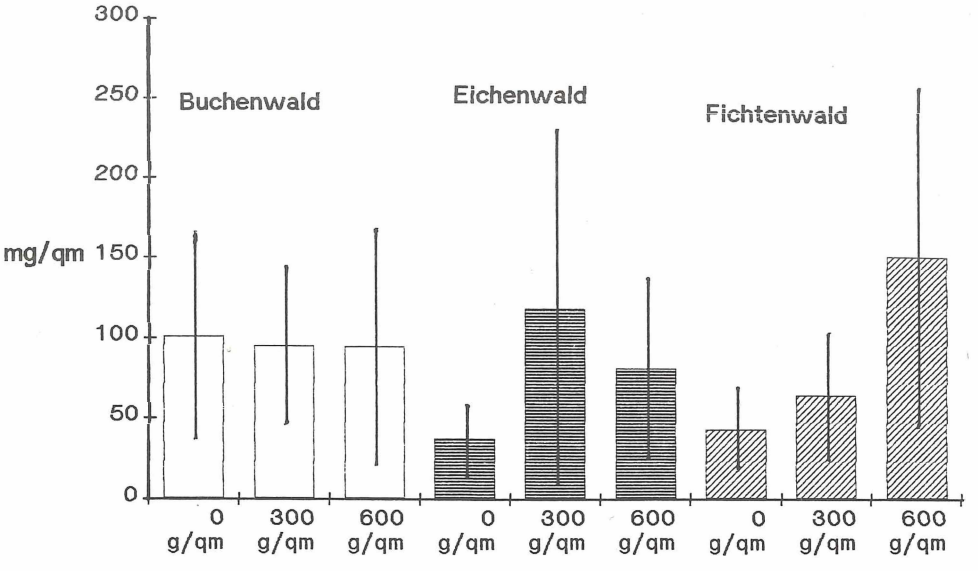


Abb. 16: Abhängigkeit der Spinnenbiomasse von unterschiedlichen Kalkmergelapplikationen in drei verschiedenen Waldtypen.

wurden je drei Düngungsvarianten eingerichtet, wovon die eine als O-Parzelle diente und die beiden anderen mit je 300 g/m^2 bzw. 600 g/m^2 Kalkmergel versehen wurden.

Während im ersten Jahr der Untersuchung noch keine Auswirkungen der Düngung erkenntlich waren, sind für das zweite Jahr bereits deutliche Unterschiede zwischen den Düngungsparzellen vorhanden (Abb. 16). Diese Unterschiede in der Biomasse der Bodenspinnen werden mit ursprünglich abnehmender Nährstoffversorgung deutlicher. Im Buchenwald treten noch keine Unterschiede zwischen den Düngungsvarianten auf, im Eichenwald sind sie bereits deutlich vorhanden, aber nur mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit von 0,95, im Fichtenwald dagegen können sie mit S = 0,98 als statistisch gesichert gelten. Für die Artenzahlen können dagegen noch keine Veränderungen durch die Düngungsmaßnahmen festgestellt werden.

Diskussion

Während für die Küstenregionen Schleswig-Holsteins schon einige Arbeiten über die Spinnenfauna vorliegen (HEYDEMANN 1960, 1961, 1964, SCHÄFER 1972, SCHÄFER 1974), wurden hier Wälder in dieser Hinsicht bislang noch nicht untersucht. Vergleichbare Studien stehen insbesondere aus den deutschen Mittelgebirgen (ALBERT 1976, 1977, DUMPERT u. PLATEN 1985, BRAUN 1961) zur Verfügung.

Abb. 15: Jahresperiodische Dynamik der Spinnenbiomasse in drei verschiedenen Straten der verschiedenen Waldtypen.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Von den 99 in den untersuchten Wäldern gefundenen Spinnenarten sind durch ALBERT (1976) 35 Arten auch im Solling und durch DUMPERT u. PLATEN (1985) 33 Arten am Fuß des Schwarzwaldes nachgewiesen worden, wobei es sich dabei nur um Buchenwälder handelte. Insgesamt lassen sich im Arteninventar große Übereinstimmungen zwischen den verschiedenen Wäldern feststellen, insbesondere, wenn man sie mit dem Arteninventar der schleswig-holsteinischen Küstenregionen vergleicht. Daher kann sicherlich von einem in großen Teilen Deutschlands vorhandenen Grundstock für eine an Wald gebundene Spinnenzönose ausgegangen werden, wie sie auch zum Teil von DUMPERT u. PLATEN (1985) diskutiert wird.

Während DUMPERT u. PLATEN (1985) noch unterschiedliche Bestände wie Fichtenwald und Buchenwald zur Unterscheidung der Spinnenzönosen heranziehen, treten auf Grund unserer Untersuchungen solche Differenzierungen in den Hintergrund, da die Bodenstruktur wesentlich größeren Einfluß auf die Zönose der Bodenspinnen hat als der Baumbestand. Daher lassen sich zu den von ALBERT (1976) und DUMPERT u. PLATEN (1985) untersuchten Wäldern weniger Übereinstimmungen zu den ostholsteinischen Buchenwäldern bei Siggen auf lehmiger Parabraunerde finden als zu den übrigen mehr auf sandigen Böden stehenden Wäldern. Dies trifft z. B. auf *Coelotes terrestris* zu, die in allen Wäldern häufig anzutreffen ist, aber in den Wäldern bei Siggen fehlt oder für *Micrargus herbigradus*, die dort zumindest wesentlich seltener ist als in den übrigen Wäldern. *Centromerus dilutus* und *Gongylidiellum latebricola* gelten als typische Arten der Torfmoore (CASIMIR 1976, BROEN 1962) und sind deshalb auf dem anmoorigen Boden des Fichtenwaldes im Segeberger Forst anzutreffen. Bei diesen Arten scheint keine klimatische Biotopbindung zu bestehen, so daß sie weniger der Waldfauna als einer Torfbodenfauna zuzurechnen sind.

Trotzdem kann auch der Baumbestand neben dem Boden einen Einfluß auf die Zusammensetzung der Spinnenzönose haben, insbesondere wenn es zu Degradationen gekommen ist (BROEN u. MORITZ 1964). So ist wahrscheinlich *Saloca diceros* als eine typische Spinnenart des Buchenwaldes zu bezeichnen, da sie in allen untersuchten Buchenwäldern häufig ist, aber in den Nadelwäldern fehlt. Bei Degradationserscheinungen, wie in dem Fichtenwald ohne Krautunterwuchs, kommt es zum Ausfall von Arten. Auch auf Kahlschlägen im Wald konnte keine eigene Spinnenfauna gefunden werden, sondern nur eine Einwanderung aus waldlosen Ökosystemen (BROEN u. MORITZ 1964).

Der größte Teil der Bodenspinnen des Waldes scheint zu den winterreifen Spinnen zu zählen. BUCHE (1966) vermutet, daß diese Tiere im Winter (sogar unter dem Schnee) bereits kopulieren. Diese Ergebnisse lassen sich mit den in den untersuchten schleswig-holsteinischen Wäldern gefundenen Siedlungs- und Aktivitätsdichten in Übereinstimmung bringen. Möglicherweise ist bei den Tieren in den weiter nördlich gelegenen schleswig-holsteinischen Wäldern der Kopulationszeitpunkt etwas später als bei den in Süddeutschland untersuchten Tiere, für die Februar als Zeit für die Kopulation angegeben wird (BUCHE 1966).

Die Bedeutung der Spinnen ist in den verschiedenen Ökosystemen sehr unterschiedlich. In Salzwiesen der Nordseeküste können sie den wesentlichen Teil der Bodenräuber stellen (IRMLER u. HEYDEMANN 1985 b). In Wäldern ist ihre Bedeutung innerhalb der räuberisch lebenden Bodenfauna als nicht sehr groß einzustufen (GRIMM u. FUNKE 1985). Dies stimmt mit unseren Messungen überein, nach denen die Spinnen nur etwa 5–10 % der Räuberbiomasse am Boden ausmachen. Während allerdings DUMPERT u. PLATEN (1985) auf eine Konsumtion von 16 bis 27 g/m^2 durch die Spinnen kommen, können in den schleswig-holsteinischen Wäldern nur etwa die Hälfte von 8 bis 9 g/m^2 angenommen werden.

Die Siedlungsdichten der Bodenspinnen liegen in der Größenordnung wie sie auch von DUMPERT u. PLATEN (1985) für einen Buchenwald angegeben wurden bei durchschnittlich

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

100 Tieren/m^2, aber deutlich unter den von ALBERT (1976) veröffentlichten Werten von 400 bis 700 Tieren/m^2. Im Gegensatz zu den Angaben von ALBERT (1982), der im Fichtenwald des Solling mit ca. 300 Tieren/m^2 eine geringere Spinnendichte als im Buchenwald feststellte, wurde bei unseren Untersuchungen im Fichtenwald mit 200 bis 300 Tieren/m^2 eine höhere Populationsdichte als im Buchenwald gemessen. Auch für die Biomassen sind die gemessenen Werte für europäische Wälder durchschnittlich (PETERSON u. LAXTON 1982).

Im Zuge der Ursachen- und Therapieforschung wegen der „Neuartigen Waldschäden" (STIMM 1984, RAT SACHVERSTÄNDIGEN 1983) wurde in den untersuchten Wäldern auch eine Kalkmergel-Düngung durchgeführt. Diese ergab in den nährstoffarmen Waldsystemen eine deutliche Zunahme der Spinnenbiomasse in den ersten zwei Jahren. Vergleichbare Untersuchungen über die Bodenfauna aus anderen Teilen Deutschlands liegen noch nicht vor. FUNKE et al. (1986) konnten bei ihren Untersuchungen in Süddeutschland nur eine Verringerung der Populationsdichten bei den meisten Tiergruppen feststellen. Dagegen konnten IRMLER u. HEYDEMANN (im Druck) für viele Bodentiergruppen eine Erhöhung der Populationsdichte mit ansteigenden pH-Werten messen. Die höheren Spinnenbiomassen in den mit Kalkmergel behandelten Parzellen ist daher mit großer Wahrscheinlichkeit auf ein erhöhtes Nahrungsangebot zurückzuführen.

Zusammenfassung

In sieben Wäldern Schleswig-Holsteins (Norddeutschland) mit unterschiedlicher Bodenstruktur und Bestandeszusammensetzung wurden Datenerhebungen über die Zusammensetzung der Bodenspinnen durchgeführt. Die Spinnenfauna in Wäldern auf sandigen Böden ist deutlich von jenen auf lehmigen Böden verschieden. Hierbei spielt der Bestand eine untergeordnete Rolle. Degradierte Wälder lassen eine verarmte Spinnenfauna erkennen. Die jahreszeitliche Dynamik wird hauptsächlich durch winterreife Spinnenarten bestimmt. In den nährstoffarmen Wäldern konzentrieren sich die Spinnen mehr an der Bodenoberfläche, während sie in den Wäldern auf Parabraunerde auch in den Boden eindringen. Der Anteil der Spinnen am Stoffumsatz der Bodenräuber liegt bei ca. 5–10 % und dürfte etwa 8–9 $g \cdot m^{-2} \cdot Jahr^{-1}$ betragen. Durch eine Kalkmergeldüngung kann innerhalb von zwei Jahren in nährstoffarmen Wäldern eine Erhöhung der Spinnenbiomasse erreicht werden.

Summary

In seven forests of Schleswig-Holstein (North Germany) with different soil structures and composition of the stands, data were collected about the composition of soil spiders. The spider fauna within the forests on sandy soils is obviously different from that on loamy soils. The composition of the vegetation plays a subordinate role. Degraded forests show a poorer spider fauna. The seasonal dynamic is dominated by winter riping spider species. Within the forests on poor soils spiders are concentrated more on the soil surface, whereas in forests on Parabraunerde they penetrate into the soil. The contribution of spiders to the turnover of soil predators amounts about 5–10 % respectively 8–9 $g \cdot sqm^{-1} \cdot year^{-1}$. A fertilisation with lime marl increases the biomass of spiders within two years especially on poor stands.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

ALBERT, R. (1976): Zusammensetzung und Vertikalverteilung der Spinnenfauna des Solling. Faun. ökol. Mitt. **5**, 65–80.

ALBERT, R. (1977): Struktur und Dynamik der Spinnenpopulation in Buchenwäldern des Solling. Verh. Ges. Ökol. 1976, 83–91.

ALBERT, R. (1982): Untersuchungen zur Struktur und Dynamik von Spinnengesellschaften verschiedener Vegetationstypen im Hoch-Solling. Hochschulslg. Naturwiss. Biol. **16**, pp. 147.

BLUME, H. P.; LAMP, J.; SCHIMMING, C. G.; WIESE, D. u. ZINGK, M. (1985): Bodenbelastung aus der Luft? Schriftenreihe d. Agrarwiss. Fak. Universität Kiel **67**, 44–51.

BLUME, H. P.; LAMP, H.; SCHNUG E. u. WIESE D. (1986): Typical soils and landscapes in Holstein. Mitteilgn. dtsch. Bodenkundl. Ges. **51**, 14–42.

BRAUN, R. (1961): Zur Kenntnis der Spinnenfauna in Fichtenwäldern höherer Lagen des Harzes. Senckenb. biol. **42**, 375–395.

BROEN, B. (1962): Beitrag zur Kenntnis der norddeutschen Spinnenfauna (Araneae). Zool. Anz. **169**, 401–408.

BROEN, B. u. MORITZ, M. (1964): Beiträge zur Kenntnis der Spinnentierfauna Norddeutschlands. II. Zur Ökologie der terrestrischen Spinnen im Kiefernmischwald des Greifswalder Gebietes. Dtsch. Ent. Zeitschr. N. F. **11**, 353–373.

BUCHE, W. (1966): Beiträge zur Ökologie und Biologie winterreifer Kleinspinnen mit besonderer Berücksichtigung der Linyphiiden *Macrargus rufus rufus* (Wider), *Macrargus rufus carpenteri* (Cambridge) und *Centromerus silvaticus* (Blackwall). Z. Morph., Ökol. Tiere **57**, 329–448.

CASEMIR, H. (1976): Beitrag zur Hochmoor-Spinnenfauna des Hohen Venns (Hautes Fagnes) zwischen Nordeifel und Ardennen. Decheniana **129**, 38–72.

DUMPERT, K. u. PLATEN, R. (1985): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 4. Die Spinnenfauna. Carolinea **42**, 75–106.

EDGAR, W. (1971): Aspects of the ecological energetics of the wolf spider *Pardosa (Lycosa) lugubris* (Walckenaer). Oecologia **7**, 136–154.

FUNKE, W.; BERNHARD, M.; HÖFER, H.; LEHLE, E.; ROTH-HOLZAPFEL, M.; SCHMITT, G.; STUMPP, J.; VOGEL, J. u. WANNER, M. (1986): Bodentiere als sensitive Indikatoren in Waldökosystemen. Projekt Europ. Forsch. Maßnahmen Luftreinhaltung (Manuskript).

GRIMM, R. u. FUNKE, W. (1985): Energieflüsse durch die Population der Tiere. In: Ökosystemforschung. Ergebnisse des Solling-Projektes (ELLENBERG ed.). Ulmer, Stuttgart: pp. 337–355.

HARM, M. (1966): Die deutschen Hahniidae (Arach., Araneae). Senck. biol. **47**, 345–370.

HEYDEMANN, B. (1960: Die biozönotische Entwicklung vom Vorland zum Koog. 1. Die Spinnen (Araneae). Abh. Akad. Wiss. Lit., math.-naturwiss. Kl. **11**, 1–169.

HEYDEMANN, B. (1961): Verlauf und Abhängigkeit von Spinnensukzessionen im Neuland der Nordseeküste. Verh. dtsch. Zool. Ges. 1960, 431–457.

HEYDEMANN, B. (1964): Die Spinnenfauna des Naturschutzgebietes „Bottsand", der Kolberger Heide und des Schönberger Strandes (Araneae). Faun. Mitt. Norddtl. **2**, 133–141.

IRMLER, U. u. HEYDEMANN, B. (1985 a): Populationsdynamik und Produktion von *Erigone longipalpis* (Araneae, Micryphantidae) auf einer Salzwiese Nordwestdeutschlands. Faun.-ökol. Mitt. **5**, 443–454.

IRMLER, U. u. HEYDEMANN, B. (1985 b): Die ökologische Problematik der Beweidung von Salzwiesen an der Niedersächsischen Küste – am Beispiel der Leybucht. Naturschutz u. Landschaftspflege Niedersachsen **15**, pp. 115.

IRMLER, U. u. HEYDEMANN, B. (im Druck): Der Einfluß einer Kalkmergelbehandlung auf die Bodenfauna dreier schleswig-holsteinischer Waldtypen. Verh. Ges. Ökol. (Göttingen).

KAJAK, A. (1967): Productivity of some populations of web spiders. In: Secodary productivity of terrestrial ecosystems (K. PETRUSEWICZ ed.), PWN, Warschau, pp. 807–820.

KAJAK, A. (1971): Productivity investigation of two types of meadows in the Vistula Valley. IX. Production and consumption of field layer spiders. Ekol. Pol. **19**, 197–211.

KROST, P. (1986): Der unterschiedliche Aufbau von Ökosystemen in Waldbeständen mit verschiedener Ausbildung der Krautschicht. Dipl.-Arbeit, Kiel, pp. 116.

LOCKET, G. H. u. MILLIDGE, A. F. (1951/1953): British spiders. Vol. 1 und 2. Roy. Soc., London, pp. 310 und pp. 449.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

LOCKET, G. H., MILLIDGE, A. F. u. MERRETT, P. (1974): British spiders Vol. 3. Roy. soc., London, pp. 314.
PETERSON, H. u. LAXTON, M. (1982): A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. Oikos **39**, 288–388.
RAT SACHVERSTÄNDIGEN F. UMWELTFRAGEN, (1984): Waldschäden und Luftverunreinigungen. Stuttgart, Kohlhammer, pp. 172.
RENKONEN, O. (1938): Statistisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. Ann. Zool. Soc. Zool. Bot. Fenn. **6**, 1–231.
SCHÄFER, M. (1972): Ökologische Isolation und die Bedeutung des Konkurrenzfaktors am Beispiel des Verteilungsmusters der Lycosiden einer Küstenlandschaft. Oecologia **9**, 171–202.
SCHÄFER, M. (1974): Auswirkungen natürlicher und experimenteller Störungen in Grenzzonen von Ökosystemen, untersucht am Beispiel der epigäischen Arthropodenfauna. Pedobiologia **14**, 51–60.
SCHLICHTING, E. (1960): Typische Böden Schleswig-Holsteins. Parey, Hamburg.
SCHIMMING, C. G.; WIESE, M.; ZINGK, M.; BLUME, H. P. u. LAMP, J. (1985): Wasser- und Stickstoffdynamik charakteristischer Böden Schleswig-Holsteins. Mitteilgn. dtsch. Bodenkundl. Ges. **43**, 459–464.
SHANNON, C. E. u. WEAVER, W. (1963): The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana, pp. 117.
SNEATH, P. H. A. u. SOKAL, R. R. (1973): Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classifications. Freeman, San Francisco, pp. 573.
STIMM, B. (1984): Waldsterben. Eine aktuelle Bestandserhebung, Schadbilder und Schadensumfang. Landsberg; Ecomed: pp. 66.
VOGEL, J. (1985): Unterschiede in der Zusammensetzung der Bodenfauna in verschiedenen Waldbiotopen in Ost- und Mittelholstein. Dipl.-Arbeit, Kiel, pp.
WEIDEMANN, W. u. SCHAUERMANN, J. (1986): Die Tierwelt, ihre Nahrungsbeziehungen und ihre Rolle. In: Ökosystemforschung. Ergebnisse des Solling-Projektes (ELLENBERG ed.). Ulmer, Stuttgart: pp. 179–266.
WIEHLE, H. (1956): Linyphiidae – Baldachinspinnen. In: Die Tierwelt Deutschlands (DAHL ed.). Fischer, Jena, pp. 337.
WIEHLE, H. (1960): Micryphantidae – Zwergspinnen. In: Die Tierwelt Deutschlands (DAHL ed.). Fischer, Jena, pp. 620.

Die vorliegende Arbeit wurde vom Bundesminister für Forschung und Technologie (BMFT) finanziell unterstützt.

Adresse der Autoren: Dr. Ulrich Irmler
Prof. Dr. Berndt Heydemann
Forschungsstelle für Ökosystemforschung und Ökotechnik
Universität
Olshausenstr. 40, 2300 Kiel 1
F. R. Germany

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Faunistisch-Ökologische Mitteilungen

Jahr/Year: 1988-1990

Band/Volume: 6

Autor(en)/Author(s): Irmler Ulrich, Heydemann Berndt

Artikel/Article: Die Spinnenfauna des Bodens schleswig-holsteinischer Waldökosysteme 61-85