

Beeinflusst die Anwesenheit der Waldameise *Formica polyctena* FOERSTER die Artenzusammensetzung und Struktur von Spinnengemeinschaften auf Eichen?

Andreas FLOREN & Stefan OTTO

Abstract: Is there an influence of the red wood ant *Formica polyctena* FOERSTER on species composition and structure of spider communities of oak trees? We collected spider communities of oak trees in a Bavarian forest (Germany) by insecticidal knockdown fogging and investigated how communities changed on trees where predacious *Formica polyctena* ants were dominant. Spider communities of 'ant-trees' harboured significantly more spiders, mostly juveniles, and were different in familial- and species composition. In particular, Clubionidae, Salticidae, Araneidae und Linyphiidae were sampled in higher abundances from trees with ants. In contrast, lower numbers of Theridiidae (mostly *Enoplognatha ovata*) and Anyphaenidae were collected. Within Linyphiidae, which dominated all communities in terms of individuals and species numbers, *Linyphia triangularis* (only juveniles) was found in much higher numbers on oak trees with ants.

key words: ant predation, canopy fogging, community structure, oak trees, Germany

EINLEITUNG

Die Baumkronen bilden einen der letzten noch weitgehend unerforschten Lebensräume terrestrischer Ökosysteme. Das gilt nicht nur für die Tropen, in denen die Artenvielfalt insbesondere der Arthropoden maximale Werte erreicht (STORK et al. 1997, LINSENMAIR et al. 2001), sondern auch für die temperaten Breiten. Auch in den Baumkronen ‚unserer‘ Wälder sind Arthropoden sehr zahlreich und bilden diverse Artengemeinschaften (FLOREN & SCHMIDL 2000, GUTBERLET 1997, KESSLER 1998, SCHUBERT 1998, SIMON 1995, SOUTHWOOD et al. 1982). Vornehmlich als Folge der schwierigen Zugänglichkeit zu diesem Lebensraum blieb die Kronenfauna bei der Erforschung der Waldökosysteme jedoch weitgehend unberücksichtigt. Mittlerweile wurden aber Methoden entwickelt, mit denen die Kronenfauna untersucht werden kann. Insbesondere

möchten wir hier die Baumkronenbenebelung (das sog. canopy fogging) nennen, bei der ein Insektizid in der Krone vernebelt wird. Diese Methode macht es möglich, die Gemeinschaften der freilebenden Arthropoden schnell, weitgehend vollständig und baumselektiv zu erfassen. Die Benebelungsdaten geben damit Hinweise auf die Diversität, Struktur und Dynamik von Arthropodengemeinschaften einzelner Bäume, die in dieser Vollständigkeit bislang nicht vorliegen (ERWIN & SCOTT 1980, FLOREN et al. 2001, FLOREN & SCHMIDL 2000). Mit Hilfe der Benebelungsdaten lassen sich auch Rückschlüsse auf die funktionale Bedeutung vieler Tiergruppen ziehen, wie dies beispielhaft von FLOREN et al. (2002) für arborikole Ameisen in tropischen Tieflandregenwäldern SO-Asiens gezeigt wurde .

In der hier vorgestellten Studie geben wir faunistische Ergebnisse über die Zusammensetzung von Spinnengemeinschaften in Eichen und untersuchen, ob sich diese von Gemeinschaften unterscheiden, die von Eichen gesammelt wurden, in denen räuberische Ameisen der Art *Formica polyctena* FOERSTER in hohen Abundanzen auftraten. Eine gegenseitige Beeinflussung wird oft vermutet, da Ameisen und Spinnen als Konkurrenten und gegenseitige Räuber fungieren (siehe HALAJ et al. 1997).

METHODEN

Die Benebelungen wurden an Stiel-Eichen (*Quercus robur* L.) in zwei Waldgebieten des Gemeindewaldes Maßbach durchgeführt (N 50° 13', E 10° 16'; Landkreis Bad Kissingen, Bayern, TK 25: 5826). Es wurden nur sehr ähnliche Bäume im Waldinneren beprobt (Tabelle 1). In einem Wald wurde eine hohe Dichte an Bodennestern der kleinen Waldameise *Formica polyctena* FOERSTER gefunden. Diese Ameisenart wandert massenhaft in die Baumkronen ein, um dort zu jagen und Honigtau von Lachnidenkolonien (Blattläuse) zu ernten (HORSTMANN 1975). Insgesamt wurden 35 Nester auf einer Fläche von 0.2 ha gefunden. Nach einer von HORSTMANN (1999) durchgeführten Schätzung lebten etwa 20.7 Millionen Ameisen-Arbeiterinnen in den Bodennestern. In einem zwei Kilometer entfernten ‚Kontrollwald‘ wurden Eichen untersucht, die nicht von Waldameisen belaufen waren. Beide Standorte waren weitgehend vergleichbar in Hinblick auf die geomorphologischen Bedingungen, Vegetationszusammensetzung,

das Waldalter etc.. Die Umgebung beider Wälder wird intensiv landwirtschaftlich genutzt.

Insgesamt wurden mit den Benebelungen die Spinnengemeinschaften von 22 Eichen gesammelt. In einer ersten Untersuchung wurden am 17.6.1997 acht von Ameisen belaufene Eichen benebelt. Am 9.6.1998 und am 14.6.1998 wurden sieben von *F. polyctena* belaufene Eichen in dem selben Gebiet benebelt. Die Benebelungen in dem Kontrollwald hatten am 20.6.1998 stattgefunden. Von allen Bäumen wurde der relative Blattdeckungsgrad geschätzt (gemessen gegen den Himmel). Für den direkten Vergleich der Fangzahlen zwischen den Eichen wurden die Arthropodenzahlen auf 100% Blattdeckung und 1m² Fangfläche umgerechnet (vgl. den Absatz 'Die Insektizidbenebelung').

Die Spinnenfaunen jeder Versuchseinheit (s. Tabelle 1) wurden in ihrer Artenzusammensetzung mit dem Soerensen-Index verglichen (MAGRAN 1998). Mit dem NESS-Index (Normalized Expected Species Smilarity) lassen sich zusätzlich auch die Abundanzen der Arten berücksichtigen (GRASSLE & SMITH 1976). Berechnet wird für zwei zu vergleichende Gemeinschaften ein sog. Artenerwartungswert aus einer Teilstichprobe m,

Tab.1: Charakteristika der Eichen in den untersuchten Waldtypen
 Tab.1: Characteristics of oak trees examined in the different forest types

	1997 (mit Ameisen)	1998 (mit Ameisen)	1998 (ohne Ameisen)
Anzahl benebelter Eichen	8	7	7
Alter der Eichen	100 – 120	100 – 120	100 – 120
Mittlere Höhe der Eichen	18 m	17 m	18 m
Mittlerer Umfang in Brusthöhe (DHB)	110 cm	111 cm	134 cm
Mittlere prozentuale Blattdeckung	70 %	50 %	60 %

die zufällig aus jeder Gemeinschaft gezogen wird. Für eine kleine Teilstichprobe ($m = 1$) wird die Ähnlichkeit von den dominanten Arten bestimmt, während durch große Teilstichproben die seltenen Arten berücksichtigt werden. Für $m = 1$ entspricht der NESS-Index dem Morisita-Index (GRASSLE & SMITH 1976, MAGURRAN 1998). Durch die Standardisierung auf eine Teilstichprobe besitzt der NESS-Index den großen Vorteil unabhängig von der Probengröße zu sein und erlaubt damit den direkten Vergleich unterschiedlich diverser Gemeinschaften (FLOREN & LINSENMAIR 1997).

Die Insektizidbenebelung

Da eine ausführliche Beschreibung der Methode der Insektizidbenebelung bereits vorliegt (FLOREN & LINSENMAIR 1997, ADIS et al. 1998, FLOREN & SCHMIDL 2000), geben wir hier nur die wichtigsten Informationen. Alle Bäume wurden am frühen Morgen (zwischen 5 und 6 Uhr) bei Windstille für zehn Minuten benebelt. Als Insektizid diente natürliches Pyrethrum, das hochgradig arthropodenspezifisch und in kurzer Zeit rückstandslos photochemisch zersetzt ist. Um die Arthropodengemeinschaften möglichst quantitativ zu sammeln, wurde unter jeder Baumkrone (einen Meter über dem Erdboden) soviel Fangtrichterfläche installiert, dass 80% bis 90% der Kronenprojektionsfläche abgedeckt waren. Durch genaue Positionierung wurden Überlappungsbereiche zu anderen Baumkronen vermieden und somit baumspezifische Spinnengemeinschaften erfasst. Die Benebelungen wurden vom Boden, einer Leiter oder in der Baumkrone durchgeführt. In allen Fällen wurden die Kronen vollständig vom Nebel erfasst. Unterschiede zwischen den Gemeinschaften, die auf die unterschiedliche Benebelungsart zurückgeführt hätten werden können, wurden nicht gefunden (vgl. FLOREN & LINSENMAIR 1997). Von allen Arthropoden, die bis zwei Stunden nach Beenden der Benebelung in die Fangtrichter gefallen waren, wurden die Spinnen separiert und für die Analyse berücksichtigt.

ERGEBNISSE

Von den 22 Eichen wurden 2467 Spinnen gesammelt, 663 (26.9 %) Adulte und 1804 (73.1%) Juvenile. 154 der juvenilen Spinnen konnten nicht bis zur Familie determiniert werden und wurden von der Auswertung ausgeschlossen. Insgesamt wurden 48 Spinnenarten aus zehn Familien nachgewiesen (Tab. 2). Die wichtigsten, nach Häufigkeit und Diversität sortierten Spinnenfamilien waren die Linyphiidae, Clubionidae, Araneidae und Theridiidae, die 87% aller Spinnen und 73% der Arten ausmachten. Die häufigste Art war die Linyphiide *Linyphia triangularis* (alles Juvenile) mit 536 Individuen (vgl. Tabelle 5). Im Rang folgten *Ballus chalybeius* (Salticidae) mit 135 Individuen, *Paidiscura pallens* (Theridiidae) mit 88 Individuen, *Moebeliapenicillata* (Linyphiidae) mit 79 Individuen, *Araniella opisthographa* (Araneidae) mit 63 Individuen, *Hypomma cornutum* (Linyphiidae) mit 58 Individuen und *Anyphaena accentuata* (Anyphaenidae) mit 45 Individuen, von der mit Ausnahme eines adulten Weibchens alles Juvenile waren.

Tab.2: Häufigkeit und Diversität der Spinnenfamilien und ihre relativen Anteile an den Spinnengemeinschaften von 22 benebelten Eichen

Tab.2: Abundance, diversity and relative proportions of spider families on the 22 fogged oak trees

Familie	Abundanz	Relativer Anteil (%)	Artenzahl	Relativer Anteil (%)
Linyphiidae	840	36.32	16	33.33
Clubionidae	521	22.52	3	6.25
Araneidae	351	15.18	5	10.42
Theridiidae	301	13.01	11	22.92
Salticidae	136	5.88	2	4.17
Philodromidae	64	2.77	4	8.33
Anyphaenidae	45	1.95	1	2.08
Tetragnathidae	29	1.25	3	6.25
Dictynidae	20	0.86	1	2.08
Thomisidae	6	0.26	2	4.17
Total	2313		48	

Tabelle 3 zeigt erstens eine hohe Übereinstimmung der Spinnen auf dem Familienniveau zwischen den von *F. polyctena* belaufenen Eichen in den Jahren 1997 und 1998. Diese Proben wurden deshalb im folgenden zusammengefasst. Zweitens sind große Unterschiede zwischen den Spinnengemeinschaften der ameisenbelaufenen Eichen und denen der Eichen ohne Ameisen zu erkennen. Die Ähnlichkeit der 1997 und 1998 gesammelten Gemeinschaften zeigt sich sowohl in den absoluten Fangzahlen, in den relativen Anteilen der Familien an der Gesamtgemeinschaft, wie auch in den familienspezifischen Anteilen adulter zu juveniler Spinnen. Abweichungen finden sich bei Familien mit geringeren Fangzahlen, wie z.B. den Anyphaenidae, von denen 1997 weniger Individuen gefangen wurden sowie den 1997 häufigeren Dictynidae.

Von den ameisenbelaufenen Bäumen wurden deutlich mehr Spinnen gefangen als von denen ohne Ameisen. Dies bestätigen auch die auf 1m² Fangfläche und 100% Blattdeckung standardisierten Fangzahlen, die signifikant zwischen den verglichenen Wäldern verschieden waren (Anzahl Spinnen von Bäumen mit *F. polyctena*, 11.37 ± 5.23 pro m², Anzahl Spinnen von Bäumen ohne *F. polyctena*, 5.95 ± 2.86 pro m², Mann Whitney U-test, $p < 0.05$).

Im Folgenden belegen wir die Unterschiede in den Spinnengemeinschaften der von Ameisen belaufenen und ameisenfreien Bäume anhand der prägnantesten Beispiele (vgl. Tabellen 3 und 5). Von den Eichen mit Ameisen wurden signifikant weniger Theridiiden und Anyphaeniden gesammelt als von den Bäumen ohne Ameisen (U-test, $p < 0.001$). *Enoplognatha ovata*, die fast 30% aller Kugelspinnen stellte, wurde mit 35 Individuen auf den ameisenfreien Bäumen gefunden, aber nur mit 2 Tieren auf den ameisenbelaufenen Eichen. In ihren Abundanzen unverändert bei Anwesenheit der Ameisen blieben die häufigsten Theridiiden *Paidiscura pallens* und *Theridion tinctum*. Zwischen 60% und 70% der Theridiiden

Nächste Seite

Tab.3: Unterschiede in Zusammensetzung und Struktur der Spinnengemeinschaften auf Eichen ohne Ameisen (1998a) und ameisenbelaufenen Eichen (1998b, 1997)

Following page

Tab.3: Differences in the composition and structure of spider communities on oak trees without ants (1998a) and oak trees with ants (1998b, 1997)

7

	1998a			1998b			1997		
	7 Eichen ohne Ameisen		Total	7 Eichen mit Ameisen		Total	8 Eichen mit Ameisen		Total
	Adulte	Juvenile		Adulte	Juvenile		Adulte	Juvenile	
N	%		N	%		N	%		
Theridiidae	96 53.3	41 19.2	137 34.8	47 23.0	28 4.5	75 9.1	59 21.1	30 3.7	89 8.2
Anyphaenidae		25 11.7	25 6.3	1 0.5	13 2.1	14 1.7		6 0.7	6 0.5
Clubionidae		16 7.5	16 4.1	9 4.4	171 27.4	180 21.8	12 4.3	313 38.5	325 29.8
Salticidae	2 1.1	8 3.7	10 2.5	2 1.0	65 10.4	67 8.1	26 9.3	33 4.1	59 5.4
Araneidae	9 5.0	40 18.7	49 12.4	48 23.5	97 15.6	145 17.5	69 24.7	88 10.8	157 14.4
Linyphiidae	64 35.6	64 29.9	128 32.5	84 41.2	227 36.4	311 37.6	78 28.0	323 39.7	401 36.7
Tetragnathidae	5 2.8	5 2.3	10 2.5	3 1.5	5 0.8	8 1.0	8 2.9	3 0.4	11 1.0
Dictynidae					1 0.2	1 0.1	15 5.4	4 0.5	19 1.7
Philodromidae	3 1.7	15 7.0	18 4.6	9 4.4	14 2.2	23 2.8	11 3.9	12 1.5	23 2.1
Thomisidae	1 0.6		1 0.3	1 0.5	2 0.3	3 0.4	1 0.4	1 0.1	2 0.2
Gesamt	180 45.7	214 54.3	394	204 24.7	623 75.3	827	279 25.5	813 74.5	1092

waren Adulte. Wie in anderen Familien auch waren - entgegen des allgemeinen Trends - einige Arten, wie *Achaearanea lunata* und *Anelosimus vittatus*, in Anwesenheit der Ameisen häufiger. Da die Abundanzunterschiede dieser Arten vergleichsweise gering waren, sollten die Ergebnisse jedoch mit Vorsicht interpretiert werden.

Dagegen wurden deutlich mehr Clubioniden in Anwesenheit der Ameisen gefangen. Waren es nur 16 juvenile Spinnen, oder 4.1% der Gemeinschaft, auf den Bäumen ohne Ameisen, so stellten die Clubioniden auf den ameisenbelaufenen Eichen fast 22% bzw. 30% aller Spinnen an den Gemeinschaften. Die häufigste Art war *Clubiona marmorata*. Alle adulten und 97% der juvenilen Clubioniden wurden ausschließlich auf Eichen mit Ameisen gefunden. Auch wurden signifikant mehr Salticiden auf Eichen mit Ameisen gesammelt (U-test, $p < 0.01$), deren relative Bedeutung von 2.5% auf 6.6% stieg. Die relativen Anteile der übrigen Familien waren zwischen den ameisenfreien- und den ameisenbelaufenen Eichen nicht signifikant verschieden (U-tests, n.s.). Allerdings wurden absolut gesehen sowohl 1997 als auch 1998 mehr Radnetzspinnen (insbesondere adulte Araneiden) und Linyphiiden (vor allem Juvenile) aus Baumkronen mit Ameisen gefangen. Innerhalb der abundanz- und artenmäßig dominanten Linyphiiden betraf dies vor allem Juvenile von *Linyphia triangularis*. Wurden im Mittel 8.3 ± 2.7 Individuen pro Baum ohne Ameisen gesammelt, so waren dies 31.9 ± 28.4 Tiere auf den ameisenbelaufenen Bäumen (Maximum 92 Tiere, Minimum 1 Tier).

Achtzehn Spinnenarten wurden ausschließlich aus Eichenkronen mit *F. polycytena* gesammelt (vgl. Tabelle 5), dagegen waren es nur vier Arten, die ausschließlich auf den Bäumen ohne Ameisen gefunden wurden. Vergleicht man die Spinnenfaunen der drei Versuchseinheiten auf dem Niveau der beta-Diversität (Tabelle 4), so zeigt sich eine hohe Übereinstimmung in der Artenzusammensetzung und Struktur der Gemeinschaften auf ameisenbelaufenen Eichen (Zeile a). Dagegen sind die 1998 gesammelten Spinnengemeinschaften auf ameisenbelaufenen und ameisenfreien Bäumen stärker voneinander verschieden (Zeile b). Während die Unterschiede in der Artenzusammensetzung (im Soerenson-Index) der zusammengefaßten Spinnenfaunen von Eichen mit Ameisen (1997/1998) im Vergleich zu denen von Eichen ohne Ameisen nicht so deutlich sind (Zeilen a und c), zeigt der NESS-Index große Veränderungen in der Häufigkeitsverteilung der Spinnenarten zwischen den ameisenbelaufenen und ameisenfreien

Bäumen (Zeilen b und c). Die große Ähnlichkeit in der Artenzusammensetzung der zusammengefassten Spinnenfaunen ameisenbelaufener Bäume zu denen ameisenfreier Eichen ist vor allem auf Arten zurückzuführen, die nur mit einem Individuen gesammelt wurden. Dies waren 1997 zehn Arten und 1998 elf Arten.

Gefährdung

Nach dem Entwurf der Roten Liste Bayerns (BLICK & SCHEIDLER in litt.) sind die nur mit wenigen Individuen gefangenen Arten *Tetragnatha nigrita* (Tetragnathidae), *Clubiona germanica* (Clubionidae) und *Synaema globosum* (Thomisidae) im Freistaat Bayern als gefährdet (RL3) anzusehen. Für *Carrhotus xanthogramma* (Salticidae) ist ein Gefährdungsgrad nicht abzuschätzen, aber anzunehmen (RL Status G). Für *Clubiona marmorata* und *Philodromus praedatus* liegen im Gebiet noch ungenügende Verbreitungsdaten vor, um eine Einstufung vornehmen zu können (RL Status D).

Tab.4: Ähnlichkeit der Spinnengemeinschaften, gemessen über den Soerensen- und den NESS-Index (berechnet für eine Teilstichprobengröße $m = 1$ und der maximalen Teilstichprobengröße $m = 141$)

Tab.4: Similarity of spider communities measured by Soerensen's index and by the NESS-index (computed for a subsample size of $m = 1$ and the maximum subsample size $m = 141$)

Verglichene Gemeinschaften		Soerensen	NESS $m = 1$	NESS $m = 141$
a)	1997 mit Ameisen / 1998 mit Ameisen	0.69	0.97	0.88
b)	1998 ohne Ameisen / 1998 mit Ameisen	0.63	0.67	0.77
c)	1998 ohne Ameisen / 1997/1998 mit Ameisen zusammengefaßt	0.68	0.67	0.78

DISKUSSION

Über die Diversität, Artenkomposition und Struktur von Arthropodengemeinschaften in Baumkronen der temperaten Breiten ist nur wenig bekannt. In dieser Untersuchung geben wir erstmals einen Überblick über die Zusammensetzung der Spinnengemeinschaften auf Eichen (*Quercus robur*) in Unterfranken. Spinnen stellen im Juni zwischen 1% und 3% aller Arthropoden in den Eichenkronen (HORSTMANN 1999, FLOREN unveröffentlicht). Weiter fragten wir, ob es Hinweise auf einen Einfluss der Kleinen Waldameise (*Formica polyctena*) auf die Spinnengemeinschaften gibt, wenn die Ameisen in großen Mengen in den Baumkronen vorkommen.

Die Spinnengemeinschaften in Eichen ohne Ameisen

Die meisten der in den Eichen gefundenen Spinnenarten gelten als typische Wald- und Waldrandbewohner, *Anyphaena accentuata*, *Moebelia penicillata* und *Xysticus lanio* werden oft als Eichenarten bezeichnet (z.B. SCHUBERT 1998). Typische Arten offener Landschaften (*Theridion impressum*, *Neottiura bimaculata*, *Erigone dentipalpis*, *Meioneta rurestris*) sowie hygrophile Arten (*Bathyphantes gracilis*, *Entelecara congenera*, *Porhomma oblitum* und *Tetragnatha montana* (BLICK & SCHEIDLER in litt.)) kamen nur in geringen Abundanzen vor. Anders als in den Analysen der Kronenspinnen von HESSE (1940), der verschiedene Baumarten untersuchte, sowie von SIMON (1995), der in Waldkiefern fing, und SCHUBERT (1998), der unterschiedlich bewirtschaftete, d.h. unterschiedlich stark gestörte Wälder miteinander verglich, waren in unseren Proben die Linyphiiden sowohl bei Anwesenheit als auch bei Abwesenheit

Nächste Seite

Tab.5: Spinnenabundanzen (Adulte und Juvenile) auf Eichen ohne Ameisen (1998a) und auf Eichen mit Ameisen (1998b und 1997). Taxonomie nach BLICK et al. (2000). Rote-Liste- Einstufung (BLICK & SCHEIDLER in litt.): D – Daten defizitär, G – Gefährdung anzunehmen, Status unbekannt, 3 – Gefährdet

Following page

Tab.5: Abundances of spiders (Adults / Juveniles) on oak trees without ants (1998a) and on trees with ants (1998b and 1997). Taxonomy according to BLICK et al. (2000). Red-list-classification (BLICK & SCHEIDLER in litt.): D – data deficient, G – probably endangered, status unknown, 3 – endangered

Art	1998a ohne Ameisen Ad/Juv	1998b mit Ameisen Ad/Juv	1997 mit Ameisen Ad/Juv	Rote Liste Bayern
Tetragnathidae				
<i>Tetragnatha montana</i>		2/0	7/0	
<i>Tetragnatha nigrita</i>		1/0		3
<i>Tetragnatha obtusa</i>	5/0		1/0	
Araneidae				
<i>Araneus triguttatus</i>	1/3		2/6	
<i>Araniella cucurbitina</i>	6/0	14/0	29/0	
<i>Araniella opisthographa</i>	2/0	31/0	30/0	
<i>Cyclosa conica</i>	0/1	2/5	8/5	
<i>Zilla diodia</i>		1/0		
Linyphiidae				
<i>Bathyphantes gracilis</i>		1/0		
<i>Entelecara acuminata</i>			1/0	
<i>Entelecara congenera</i>		1/0	1/0	
<i>Entelecara erythropus</i>	1/0	1/0		
<i>Erigone dentipalpis</i>	1/0	1/0	1/0	
<i>Hypomma cornutum</i>	42/0	3/0	13/0	
<i>Linyphia triangularis</i>	0/58	0/187	0/291	
<i>Maso sundevalli</i>			2/0	
<i>Meioneta rurestris</i>		8/0	5/0	
<i>Moebelia penicillata</i>	6/0	22/0	51/0	
<i>Neriene emphana</i>	6/0			
<i>Neriene peltata</i>	6/0	1/0	2/0	
<i>Porhomma microphthalmum</i>	1/0	8/0		
<i>Porhomma oblitum</i>		35/0		
<i>Tenuiphantes tenebricola</i>		2/0		
<i>Trematocephalus cristatus</i>	1/0	1/0	2/0	
Theridiidae				
<i>Achaearanea lunata</i>	2/0	4/0	3/10	
<i>Achaearanea simulans</i>	4/0			
<i>Anelosimus vittatus</i>	2/0	5/0	14/0	

Art	1998a ohne Ameisen	1998b mit Ameisen	1997 mit Ameisen	Rote Liste Bayern
	Ad/Juv	Ad/Juv	Ad/Juv	
<i>Enoplognatha ovata</i>	27/8	0/2		
<i>Neottiura bimaculata</i>	1/0		1/0	
<i>Paidiscura pallens</i>	36/0	23/0	28/1	
<i>Theridion impressum</i>		1/0		
<i>Theridion mystaceum</i>	1/0			
<i>Theridion pinastri</i>	7/0			
<i>Theridion tinctum</i>	14/0	11/0	13/0	
<i>Theridion varians</i>	2/0	3/0		
Dictynidae				
<i>Nigma flavescens</i>		0/1	15/4	
Anyphaenidae				
<i>Anyphaena accentuata</i>	0/25	1/13	0/6	
Clubionidae				
<i>Clubiona germanica</i>			1/0	3
<i>Clubiona marmorata</i>		7/0	10/0	D
<i>Clubiona pallidula</i>		2/0	1/0	
Philodromidae				
<i>Philodromus albidus</i>		5/0	1/0	
<i>Philodromus aureolus</i>	2/0	4/0	5/0	
<i>Philodromus collinus</i>	1/0		3/0	
<i>Philodromus praedatus</i>			2/0	D
Thomisidae				
<i>Synaema globosum</i>	1/0		1/0	3
<i>Xysticus lanio</i>		1/0		
Salticidae				
<i>Ballus chalybeius</i>	2/8	2/65	25/33	
<i>Carrhotus xanthogramma</i>			1/0	G

von Ameisen die dominante Gruppe. Sie stellten ein Drittel aller Spinnen, in den zitierten Untersuchungen aber nur 1% bis maximal 10%. Überraschenderweise war dies insbesondere auf *Linyphia triangularis* zurückzuführen, einer typischen Art der Strauchschicht. Von ähnlicher Häufigkeit, wenn auch mit weniger Arten vertreten, waren die Theridiiden. Wie in der Untersuchung von HESSE (1940) waren die in Häufigkeit und Artenzahlen folgenden Gruppen die Araneiden und Clubioniden (bei HESSE noch inklusive *Anyphaena accentuata*). Ein direkter Vergleich der Spinnengemeinschaften ist, aufgrund der unterschiedlichen Sammelmethodiken jedoch nur bedingt möglich. Die von HESSE (1940) analysierten Fänge beruhten auf Spinnenaufsammlungen aus den Kronen gefällter Bäume. SIMON (1995) und SCHUBERT (1998) fingen über mehrere Jahre vornehmlich mit verschiedenen Eklektortypen, die im zwei- oder vierwöchigen Rhythmus geleert wurden. Dagegen stellen die von uns durchgeführten Benebelungen Momentaufnahmen dar, die sehr schnell umfassende Daten über die Artenzusammensetzung und Struktur baumartenspezifischer Spinnengemeinschaften geben.

Gibt es Hinweise auf einen Einfluss der Waldameise *F. polyctena* auf die Spinnengemeinschaften in den Eichenkronen?

Wie die Benebelungen zeigten, stellten die Ameisen im Mittel 34.9% aller Arthropoden an den Kronengemeinschaften und wurden nur noch von den mit ihnen assoziierten Baumläusen (Lachnidae, *Lachnus roboris*) übertroffen (HORSTMANN 1999, FLOREN unveröffentlicht). Es ist bekannt, dass *F. polyctena* besonders zu Beginn der Vegetationsperiode vorwiegend räuberisch ist, um den hohen Proteinbedarf ihrer Kolonien zu decken. Im Jahresverlauf spielt dann die trophobiotische Beziehung zu den Läusen eine immer größere Rolle für die Nahrungsbeschaffung (HORSTMANN 1975). Da sich das Beutespektrum von Ameisen und Spinnen zu einem großen Teil überschneidet – insbesondere Dipteren, Hymenopteren und Psocopteren stellen einen erheblichen Anteil der Beute von *F. polyctena* (HORSTMANN 1999) – werden Ameisen und Spinnen oft als direkte Nahrungskonkurrenten betrachtet, und es wird angenommen, dass die Gegenwart räuberischer Ameisen einen direkten Einfluss auf die Spinnengemeinschaft hat (z.B. HALAJ et al. 1997).

Unterschiede in den Spinnengemeinschaften auf Eichen mit und ohne Waldameisen wurden in den absoluten Fangzahlen, dem Verhältnis von Adulten zu Juvenilen, sowie der Familien- und Artenzusammensetzung gefunden. In Anwesenheit der räuberischen Waldameisen zeigten sich damit deutliche strukturelle Veränderungen der Spinnengemeinschaften auf dem Familien- und Artniveau, wie sie sich entsprechend in den Diversitätsindizes wiederspiegeln. Dabei ist die große Ähnlichkeit in der Artenzusammensetzung der zusammengefassten Spinnenfaunen ameisenbelauener Bäume von 1997 und 1998 zu denen ameisenfreier Eichen vornehmlich auf einzelne Individuen zurückzuführen. Ob diese zufällig in den Bäumen waren, kann auf Grundlage unserer Daten nicht entschieden werden. Auffällig waren die hohen Abundanzen an Spinnen in den ameisenbelauenen Eichenkronen. Insbesondere hatten die Linyphiiden, Clubioniden, Araneiden und Salticiden von der Anwesenheit der Ameisen profitiert. Entgegen dieser allgemeinen familienpezifischen Trends gab es immer auch einige Arten, die diesem Trend nicht folgten. Am stärksten „profitierten“ *Linyphia triangularis*, die ausschließlich als Juvenile gefunden wurde (Reifezeit im Herbst, HEIMER & NENTWIG 1991), *Moebelia penicillata* (Linyphiidae), *Araniella opisthographa* und *A. cucurbitina* (Araneidae) sowie die Salticide *Ballus chalybeius*. Bei vielen der weniger häufigen Arten deutet sich ein positiver Einfluss durch die Waldameisen an. Dies bedarf allerdings der genaueren Überprüfung. Diesen Arten stehen jene gegenüber, von denen in Gegenwart von *F. polyctena* signifikant weniger gesammelt worden waren. Markante Beispiele sind *Enoplognatha ovata*, *Hypomma cornutum* oder *Anyphaena accentuata*. Interessant ist, dass die Clubioniden (bes. *C. marmorata*) und *A. accentuata* entgegengesetzt auf die Anwesenheit der Ameisen reagierten, obwohl beide nächtlich-freilaufende Jäger sind, die tagsüber versteckt bleiben (REIMOSER 1937a, b).

Die Ergebnisse unserer Untersuchung stehen im Gegensatz zu denen von HALAJ et al. (1997), die Spinnengemeinschaften auf Douglas-Tannen mit und ohne *Camponotus*-Ameisen untersuchten. Im Ameisenausschluss-experiment fanden sie weder Hinweise auf strukturelle Änderungen der Spinnengemeinschaften noch in der Häufigkeit von netzbauenden Spinnen. Im Gegensatz zu unseren Ergebnissen fingen HALAJ und Mitarbeiter aber mehr Salticiden in Abwesenheit der Ameisen, was sie als Hinweis auf interspezifische Konkurrenz interpretierten, allerdings ohne dies überprüft zu haben.

Auf die Spinnenbodenfauna eines Buchenwaldes konnte ein Effekt von *F. polycтена* auf die Zusammensetzung der Gemeinschaften nicht nachgewiesen werden (BRÜNING 1991).

Worauf könnte ein Einfluss der Waldameisen auf die Spinnengemeinschaften beruhen?

Spinnen sind als Beute von *F. polycтена*-Ameisen nur von untergeordneter Bedeutung (zitiert nach BRÜNING 1991). Im Rahmen seiner Diplomarbeit hatte dies HORSTMANN (1999) durch Analyse der von den Ameisen eingetragenen Beutestücke auch für das von uns untersuchte Gebiet bestätigt. Das deutet darauf hin, dass die Unterschiede in den Spinnengemeinschaften auf einen indirekten Einfluss der Ameisen zurückzuführen sind. Die mit den Ameisen assoziierten *Lachmus roburis*-Läuse produzieren kontinuierlich große Mengen von Honigtau, den die Ameisen nur zum Teil nutzen. Der in den Kronen verspritzte überschüssige Honigtau stellt eine zusätzliche Nahrungsquelle dar und dürfte der Grund dafür sein, dass verschiedene Gruppen von Arthropoden hier in höheren Abundanzen auftreten (HORSTMANN 1999, FLOREN unveröffentlicht). Dies lässt sich aus dem Vergleich mit den Benebelungsergebnissen aus dem ‚Kontrollwald‘ ohne Ameisen folgern und betraf neben juvenilen Hemipteren vor allem Dipteren, von denen viele kleine Arten als ‚ideale Beutetiere‘ für Spinnen gelten (NENTWIG 1980). Inwieweit die dokumentierten Veränderungen in den Spinnengemeinschaften durch die Honigtauproduktion der Läuse verursacht sind, oder aber Folge von Wechselwirkungen zwischen Spinnenarten sind, bedarf weiterer autökologischer Untersuchungen.

ZUSAMMENFASSUNG

Mit Hilfe von Insektizidbenebelungen wurden die Spinnengemeinschaften von Eichen in Bayern (Deutschland) gesammelt und mit Gemeinschaften verglichen, in denen *Formica polycтена*-Ameisen numerisch dominierten. Von den mit Ameisen belaufenen Bäumen wurden signifikant mehr Spinnen gesammelt und das Verhältnis von Adulten zu Juvenilen war zu den Juvenilen hin verschoben. Die Spinnengemeinschaften zeigten deutliche Unterschiede auf dem Niveau der Familien- und Artenzusammensetzung.

Insbesondere wurden bei Anwesenheit von Ameisen mehr Clubioniden, Salticiden, Araneiden und Linyphiiden gesammelt. Dagegen wurden weniger Theridiiden (insbesondere *Enoplognatha ovata*) und Anyphaeniden auf den ‚Ameisenbäumen‘ gefunden. Innerhalb der abundanz- und artenmäßig dominanten Linyphiiden wurde *Linyphia triangularis* in sehr viel höherer Anzahl aus den Bäumen mit Ameisen gesammelt.

Dank: Herrn Zeller, Leiter des Forstamtes Münnerstadt, danken wir für die Genehmigung zu dieser Untersuchung und die gute Zusammenarbeit. Für ihre Hilfe bei der Freilandarbeit bedanken wir uns bei B. Scheuerlein, H. Bardorz und insbesondere bei J. Horstmann, der viele Daten im Rahmen seiner Diplomarbeit aufgenommen hatte. H. Stumpf half bei der Bestimmung einiger schwieriger Arten und gab wertvolle Anmerkungen zum Manuskript. U. Simon und einem anonymen Gutachter danken wir für ihre hilfreichen Anmerkungen. Unterstützt wurde die Arbeit vom Zoologischen Institut III der Universität Würzburg.

LITERATUR

- ADIS, J., Y. BASSET, A. FLOREN, P.M. HAMMOND & K.E. LINSENMAIR (1998): Canopy fogging of an overstorey tree - Recommendations for standardization. - *Ecotopica* 4: 93-97
- BLICK, T., A. HÄNGGI & K. THALER (2000): Checkliste der Spinnentiere Deutschlands, der Schweiz und Österreichs (Arachnida: Araneae, Opiliones, Pseudoscorpiones, Palpigradi). Version 7. Juli 2000.- Internet: <http://AraGes.de/checklisten.html>
- BRÜNING, A. 1991 The effect of a single colony of the red wood ant, *Formica polyctena*, on the spider fauna (Araneae) of a beech forest floor. - *Oecologia* 86: 478-483
- ERWIN, T.L. & J.C. SCOTT (1980): Seasonal and size patterns, trophic structure, and richness of coleoptera in the tropical arboreal ecosystem: the fauna of the tree *Luehea seemannii* TRIANA & PLANCH in the canal zone of Panama. - *Coleopt. Bull.* 34: 305-322
- FLOREN, A. & K.E. LINSENMAIR (1997): Diversity and recolonisation dynamics of selected arthropod groups on different tree species in a lowland rain forest in Sabah, Malaysia with special reference to Formicidae. In: N.E. STORK, J.A. ADIS & R.K. DIDHAM (eds.): *Canopy Arthropods*. Chapman & Hall, London, S. 344-381
- FLOREN, A., A. FREKING, M. BIEHL & K.E. LINSENMAIR (2001): Anthropogenic disturbance changes the structure of arboreal tropical ant communities. - *Ecography* 24: 547-554
- FLOREN, A., K.E. LINSENMAIR & A. BIUN (2002): Ants as key predators in tropical lowland rain forests. - *Oecologia*: 131: 137-144

- FLOREN, A. & J. SCHMIDL (2000): Faunistisch-ökologische Ergebnisse eines Baumkronen-Benebelungsprojektes in einem Eichenhochwald des Steigerwaldes. - Beitr. bayer. Entomofaunistik 3: 179-195
- GRASSLE, J.F. & W. SMITH (1976): A similarity measure sensitive to the contribution of rare species and its use in investigation of variation in marine benthic communities. - Oecologia: 25: 13-22
- GUTBERLET, V. (1997): Untersuchungen zur Spinnenzönose (Araneae) der Stamm- und Kronenregion von Eichen unterschiedlich genutzter Waldstandorte unter Verwendung des Ökotypensystems nach Platen. - Arachnol. Mitt. 14: 16-27
- HALAJ, J., D. W. ROSS & A. R. MOLDENKE (1997): Negative effects of ant foraging on spiders in Douglas-fir canopies. - Oecologia 109: 313-322
- HEIMER, S. & W. NENTWIG (1991): Spinnen Mitteleuropas: Ein Bestimmungsbuch. Parey, Hamburg und Berlin, 543 S.
- HESSE, E. (1940): Untersuchungen an einer Kollektion Wipfelspinnen. - Sitzungsber. Ges. Naturf. Freunde Berlin 39: 350-363
- HORSTMANN, J. (1999): Der Einfluß der kleinen Waldameisen (*Formica polyctena* FOERSTER) auf die Zusammensetzung und Diversität arborikoler Arthropodengemeinschaften in Eichen. Diplomarbeit Bayerische Julius-Maximilians-Universität Würzburg, 104 S.
- HORSTMANN, K. (1975): Zur Regulation des Beuteeintrages bei Waldameisen (*Formica polyctena* Foerster). - Oecologia 22: 57-65
- KESSLER, A. (1998): Diversität und Wiederbesiedlungsdynamik arborikoler Arthropodengemeinschaften eines *Quercus*-Hochwaldes im Steigerwald. Diplomarbeit Bayerische Julius-Maximilians-Universität Würzburg, 107 S.
- LINSENMAYER, K.E., A. J. DAVIS, B. FIALA & M.R. SPEIGHT (2001): Tropical forest canopies: ecology and management. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 370 S.
- MAGURRAN, A. E. (1988): Ecological diversity and its measurement. London, Sydney, Croom Helm Australia, 179 S.
- NENTWIG, W. (1980): The selective prey of linyphiid-like spiders and of their space webs. - Oecologia 45: 236-243
- REIMOSER, E. (1937a): 17. Familie: Anyphaenidae oder Zartspinnen. In: M. DAHL & H. BISCHOFF: Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. 33. Teil, G. Fischer, Jena, S. 42-44
- REIMOSER, E. (1937b): 18. Familie: Clubionidae oder Röhrenspinnen. In: M. DAHL & H. BISCHOFF: Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. 33. Teil, G. Fischer, Jena, S. 45-99
- SCHUBERT, H. (1998): Untersuchungen zur Arthropodenfauna in Baumkronen: ein Vergleich von Natur- und Wirtschaftswäldern (Araneae, Coleoptera, Heteroptera, Neuropteroidea; Hienheimer Forst. Niederbayern). Wissenschaft und Technik Verlag, Berlin, 154 S.
- SIMON, U. (1995): Untersuchungen der Stratozönosen von Spinnen und Weberknechten (Arach.: Araneae, Opiliones) an der Waldkiefer (*Pinus sylvestris* L.). Wissenschaft und Technik Verlag, Berlin, 142 S.

SOUTHWOOD, T.R.E., V.C. MORAN & E.J. KENNEDY (1982): The richness, abundance and biomass of the arthropod communities on trees. - J. Anim. Ecol. 51: 635-649
STORK, N. E., J. ADIS & R. K. DIDHAM (1997): Canopy arthropods. Chapman & Hall, London, 567 S.

Andreas FLOREN, Zoologisches Institut III, Universität Würzburg,
Biozentrum Am Hubland, D-97074 Würzburg
e-mail: floren@biozentrum.uni-wuerzburg.de

Stefan OTTO, Zoologisches Institut III, Universität Würzburg,
Biozentrum Am Hubland, D-97074 Würzburg