

Spinnenfänge (Arachnida, Araneae) auf subalpinen Fichten der Alp Flix (GR, Schweiz) : ein Methodenvergleich

Autor(en): **Bolzern, Angelo / Hänggi, Ambros**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society**

Band (Jahr): **78 (2005)**

Heft 1-2

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-402886>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Spinnenfänge (Arachnida, Araneae) auf subalpinen Fichten der Alp Flix (GR, Schweiz) – ein Methodenvergleich

ANGELO BOLZERN^{1,2} & AMBROS HÄNGGI¹

¹ Naturhistorisches Museum, Augustinergasse 2, CH-4001 Basel, Schweiz

² angelo.bolzern@stud.unibas.ch

Collections of spiders (Arachnida, Araneae) collected on subalpine spruce at Alp Flix (GR, Switzerland) - a comparison of methods. — The spider fauna on subalpine spruce (Alp Flix, 1960 m altitude, Grisons, Switzerland) was investigated from May to October 2003. The following sampling methods were applied: branch eclectors, beating on upper and lower spruce branches, restricted canopy fogging (RCF) and hand collecting only on lower branches. Using a richness-estimation programme, the relevance of each method was examined. Although beating was carried out more frequently than the other methods, it did not yield any exclusive spider species. The branch eclector captured more than 68 % of all sampled spruce-inhabiting spider species. The restricted canopy fogging seems to be the most representative, non destructive and quantitative method to capture the arthropod fauna on spruce. The results suggest that only a combination of sampling methods provide a representative picture of the spruce-inhabiting spider fauna. The branch eclector together with the RCF-method is the best combination of standardized techniques for the investigation of spruce-inhabiting arthropods.

Keywords: Methodology, Araneae, spruce, restricted canopy fogging, branch eclector.

EINLEITUNG

Die Erfassung von Teilaspekten der Biodiversität, zum Beispiel einer ausgewählten Indikatorgruppe, ist für zahlreiche ökologische und naturschutzbiologische Untersuchungen das grundlegende Element. Dabei spielt die richtige Wahl der Fangmethoden und das angepasste Fallendesign eine zentrale Rolle.

Die Zusammensetzung von Artengemeinschaften ist abhängig von der geografischen Lage, der Höhenlage und dem Habitat des Untersuchungsstandortes. Als unterschiedliche Habitate können auch Bäume verschiedener Arten gelten, ja selbst unterschiedliche Räume innerhalb eines Baumes. So stellt zum Beispiel die Rinde einer Fichte ganz andere Anforderungen an Ihre Bewohner als die Rinde einer Weide oder die äusseren Zweige der Fichte selbst. Dem Makrohabitat Baum wurde in letzter Zeit wegen seiner speziellen Fauna zunehmend Beachtung geschenkt. Die grosse strukturelle und biologische Vielfalt bietet unzähligen Insekten und anderen Lebewesen einen Lebensraum, wobei der Baum selbst in verschiedene Mikrohabitate unterteilt werden kann. In naturschutzbiologischen und ökologischen Arbeiten wurden Insekten- (Southwood 1961; Southwood *et al.* 1982; Stork & Brendell 1990; Basset 1992, 1990; Floren & Linsenmair 1997; Floren & Schmidl 1999; Halaj *et al.* 2000; Jukes *et al.* 2002; Maedes *et al.* 2002) und Spinnengesellschaften (Greenstone 1984; Braun 1992; Simon 1995; Gunnarsson 1996, 1990, 1988, 1983; Gutberlet 1997; Halaj *et al.* 1998; Floren & Otto 2002; Brierton *et al.* 2003; Gunnarsson *et al.* 2004; Steiner & Thaler 2004) auf verschiedenen Baumarten untersucht.

Dieses Interesse widerspiegelt sich auch in einer grossen Anzahl an verschiedenen Fang- und Sammelmethode. Handsammeln, Klopfproben (beating), Nebelung (fogging) mit unterschiedlichen Substanzen und Techniken und ganz unterschiedliche Fallentypen sind Beispiele für die Vielfalt der beschriebenen Methoden (Dempster 1961; Funke 1971; Basset 1985; Behre 1989; Mühlenberg 1993; Basset *et al.* 1997; Paarmann & Kerck 1997; Stork & Hammond 1997; Adis *et al.* 1998; Floren & Schmidl 2003).

Spinnen spielen im Habitat Baum, wie auch in sehr vielen weiteren Lebensräumen eine wichtige Rolle. Als Jäger sind sie praktisch überall in grosser Abundanz und mit vielen Arten vertreten. Sie sind stark von abiotischen und strukturellen Einflüssen ihres Lebensraumes abhängig (Greenstone 1984; Gunnarsson 1990, 1988; Halaj *et al.* 1998; Gunnarsson *et al.* 2004). Deshalb sind Spinnen für naturschutzbiologische und ökologische Fragestellungen von grosser Bedeutung (Clausen 1986; Hänggi 1998; Blick 1999).

Scharff *et al.* (2003) zeigten, dass durch die Anwendung unterschiedlicher Methoden verschiedene Ergebnisse zustande kommen können. Bei der Frage, wann ein Gebiet als ausreichend besammelt gelten kann, spielen die angewandten Methoden eine sehr wichtige Rolle.

Grundlegend für eine erfolgreiche Untersuchung der arboricolen Spinnenfauna ist also die Wahl der adäquaten Fang- oder Sammelmethode. Das Ziel dieser Arbeit ist das Aufzeigen der Vor- und Nachteile der vier hier getesteten Fangmethoden. Dabei werden die Spinnenfänge der selten angewandten, quantitativen CO₂-Begasungsmethode (RCF) den Fängen der (semi)quantitativen Methoden Asteklektor und Klopfschirm, und denen der rein qualitativen Methode Handsammeln gegenübergestellt.

MATERIAL UND METHODEN

Die Daten wurden im Rahmen der Diplomarbeit des Erstautors in den Jahren 2002 und 2003 auf der Alp Flix (Schweiz: Graubünden, Sur, CH-Koordinaten: 769.400/154.350; WGS84: L: 9° 38' 47.12'', B: 46° 31' 8.41''; Exp.: SSW; 1960 m ü.M.) erhoben. Der südwestliche Rand des Untersuchungsgebietes wird durch den anthropogen beeinflussten Waldrand gebildet. Im Gebiet selbst sind zwischen den Zwergsträuchern einzeln stehende Fichtengruppen (*Picea abies* L.) vorhanden, aus welchen einzelne Bäume zur Untersuchung ausgewählt wurden. Die Anzahl solcher Baumgruppen nimmt nach oben (Nordosten) über eine Distanz von ca. 30–80 m ab.

Asteklektoren (AEK)

Die Asteklektoren (Abb. 1) wurden nach der Idee von Behre (1989), siehe Mühlenberg (1993), hergestellt. Als Grundelement dient ein Abwasserrohr-Verzweigungsteil ($\varnothing = 12$ cm) aus PVC. Die Rohrverzweigung wurde der Länge nach aufgeschnitten, damit sie um einen Ast gelegt werden kann. Je drei Abstandsschrauben an beiden Enden des Eklektors ermöglichen die Montage am Ast. An der unteren Öffnung ($\varnothing: 12$ cm) befindet sich ein Trichter mit einem auswechselbaren Fangbehälter (HD-PE Weithals-Flasche, 0,25 l). Damit Tiere am Herausfallen gehindert werden können, ist an beiden Rohröffnungen im unteren Bereich ein reifenförmiges, halbrundes Kunststoffstück angeklebt (Abb. 1a). Bei der Installation

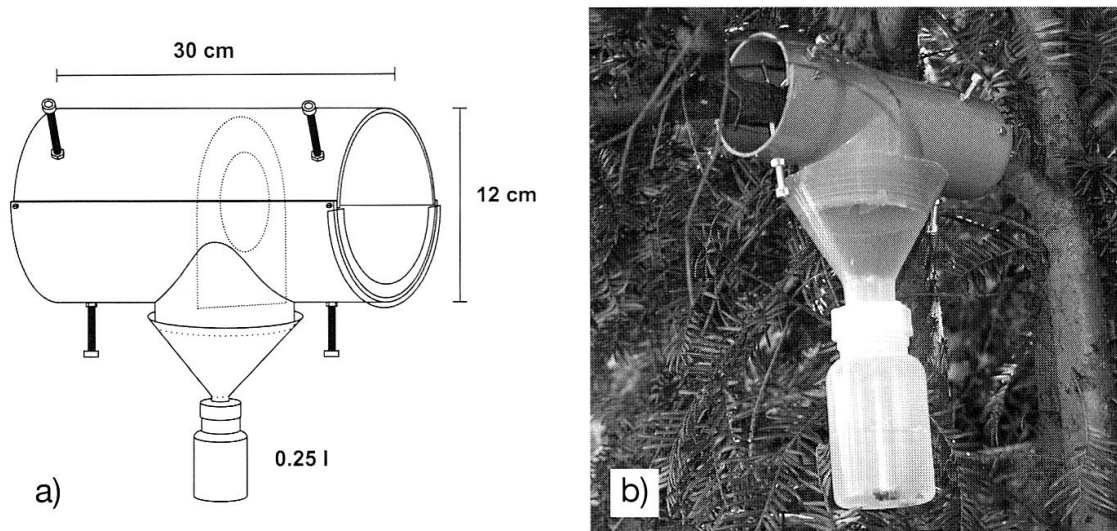


Abb. 1: Schematische Darstellung (a) und Fotografie (b) eines am Baum montierten Asteklektors.

des Eklektors an einen Ast wird zuerst eine Kunststoffscheibe so um den Ast angebracht, dass der Verbindungsweg zwischen stammnahen zu stammfernen Astbereichen getrennt wird. Danach muss der Eklektor genau über dieser Trennung montiert werden, damit sich der Auffangtrichter unter der Kunststoffscheibe befindet. Dieser Fallentyp ist auf beiden Seiten offen und kann dadurch auf dem Ast gehende Tiere beider Laufrichtungen (Stamm-Ast und Ast-Stamm) fangen. Als Abtötungs- und Konservierungsflüssigkeit wurde 4 % Formaldehyd in Wasser verwendet.

Im Untersuchungsgebiet wurden sechs Fichten mit je zwei Asteklektoren bestückt. Ein Eklektor befand sich auf 110–192 cm (AEKU), der andere bei 290–430 cm über dem Boden (AEKO). Die Bäume und Äste wurden nach den Kriterien Zugänglichkeit, vergleichbares Astvolumen (optisch etwa gleich grosse Äste) und vergleichbare Gesamtgrösse (Stamm- und Astdurchmesser) der vorhandenen Fichten im Untersuchungsgebiet ausgewählt. Der Stammdurchmesser wurde direkt beim Ast gemessen, an welchem sich der entsprechende Eklektor befand. Die Asteklektoren wurden am 15. Mai 2003 installiert und bis am 26. September 2003 monatlich geleert.

CO₂-Begasungsmethode (Restricted Canopy Fogging, RCF)

Diese Art der CO₂-Begasung wurde von Dempster (1961) zum Abschätzen von Populationsgrössen aktiver Insekten vorgestellt und wird auch von Basset (1985) und Basset *et al.* (1997) zur Dichteabschätzung von Arthropoden im Kronenbereich von Bäumen empfohlen. Es handelt sich dabei um eine quantitative Methode. Die Effizienz (gesammelte Individuen/Individuen total) wurde für verschiedene Arthropodengruppen untersucht (Dempster 1961). Bei Spinnen liegt sie bei etwa 80 % bis 90 %, weshalb diese Methode für diese Tiergruppe sehr gut angewandt werden kann. RCF wurde in diversen Arbeiten zur Erfassung der Arthropodenfauna im Kronenbereich von Bäumen angewandt (Basset 1990, 1992; Maedes *et al.* 2002).

Tab. 1: Nachgewiesene Spinnenarten auf Fichten der Alp Flix. Asteklektor oben/unten (AEKO/AEKU) und gesamt (AEK), Klopfschirm oben/unten (KSO/KSU) und gesamt (KS), Restricted Canopy Fogging (RCF), Handsammeln (HSP).

Familie	Taxon	AEKO	AEKU	AEK	KSO	KSU	KS	RCF	HSP	Total	m/f
Theridiidae	<i>Achaearanea ohlerti</i>				1		1	2	2	4	0/4
	<i>Theridion impressum</i>							4	17	22	6/16
Linyphiidae	<i>Agnyphantes expunctus</i>	32	35	67	57	19	76	42	15	200	66/134
	<i>Bolyphantes luteolus</i>		1	1						1	0/1
	<i>Caracladus avicula</i>		1	1						1	0/1
	<i>Meioneta innotabilis</i>	1		1						1	1/0
	<i>Moebelia penicillata</i>		1	1						1	0/1
	<i>Mughiphantes mughi</i>		4	4	2	1	3	4	15	26	11/15
	<i>Obscuriphantes obscurus</i>			1	1					1	1/0
	<i>Pityohyphantes phrygianus</i>	1	1	2	6	4	10	4	13	29	0/29
Araneidae	<i>Stemonyphantes conspersus</i>	5	11	16	5		5	2		23	16/7
	<i>Araneus diadematus</i>								2	2	0/2
	<i>Araneus quadratus</i>								4	4	1/3
	<i>Araniella displicata</i>					2	2		1	3	1/2
Hahniidae	<i>Zygiella montana</i>		1	1						1	0/1
	<i>Cryphoea silvicola</i>	6	16	22	2	2	4	1		27	15/12
Dictynidae	<i>Dictyna arundinacea</i>				2	4	6	5	7	18	5/13
Sparassidae	<i>Micrommata virescens</i>	2		2				1		3	2/1
Philodromidae	<i>Philodromus cespitum</i>	2	2	4		2	2			6	4/2
	<i>Philodromus vagulus</i>	4		4						4	2/2
Thomisidae	<i>Xysticus audax</i>	2	2	4	1		1			5	4/1
	<i>Xysticus macedonicus</i>							1		1	0/1
Indices	Total	55	76	131	76	34	110	66	76	383	135/248
	Anzahl Arten	9	12	15	8	7	10	10	9	22	
Indices	Alpha	3.06	4.01	4.37	2.26	2.67	2.67	3.28	-	5.07	
	Shannon (H _i)	1.47	1.65	1.68	1.00	1.43	1.22	1.40	-	1.86	
	Simpson	2.80	3.66	3.29	1.75	3.02	2.05	2.41	-	3.38	
	Evenness (für H _i)	0.67	0.66	0.62	0.48	0.73	0.53	0.61	-	0.60	

In dieser Arbeit wurde die Methode leicht abgeändert. Ein robuster durchsichtiger Plastiksack (Breite: 100 cm; Höhe: 150 cm; Volumen ca. 400 l) wird vorsichtig und möglichst berührungsfrei über einen Ast gezogen. Nach möglichst dichtem Zuschnüren wird der Sack über einen Schlauch mit CO₂ gefüllt. Als CO₂-Quelle wurde eine herkömmliche Druckflasche mit einem Regulierventil verwendet. Nach 20 Minuten kann der Plastiksack nach kräftigem Schütteln vom Ast entfernt werden. Der Inhalt wird anschliessend auf einem weissen Untergrund aussortiert.

Das RCF konnte aus praktischen Gründen nur vom Boden aus angewandt werden (2 bis 240 cm Asthöhe am Stamm). Für jede Probe wurden die Parameter Stammdurchmesser auf Brusthöhe, Astdurchmesser, Höhe des Astes über dem Boden und die Exposition (mit Hilfe eines Kompasses) festgehalten.

Von Mitte Mai bis Ende September 2003 wurden in 4-wöchigen Abständen durchschnittlich sechs Äste von verschiedenen Fichten mit der RCF-Methode besammelt (n = 36). Jeder Ast wurde markiert, damit eine Doppelbeprobung ausgeschlossen werden konnte.

Klopfschirm (KS)

Für die Klopfschirm Methode (Mühlenberg 1993) wurde ein gewöhnlicher weisser Regenschirm mit einem Durchmesser von 85 cm verwendet. Mit dem Klopfschirm wurden Fichtenzweige mit vergleichbarer Grösse und Dichte beprobt, die vom Boden aus gut erreichbar waren (KSU, 80 bis 252 cm Asthöhe am Stamm) oder mit Hilfe einer Leiter im Kronenbereich (KSO, 200 bis 500 cm Asthöhe am

Tab. 2: Zusammenstellung und Methodenvergleich der Spinnendaten (nur adulte Tiere) von der Alp Flix, auf *Picea abies* L.. Asteklektor oben/unten (AEKO/AEKU), Klopfschirm oben/unten (KSO/KSU), Restricted Canopy Fogging (RCF), Handsammeln (HSP). «Inventory completion» ist der prozentuale Anteil der erfassten Arten gegenüber der geschätzten Artenzahl.

	AEKO	AEKU	AEK (O+U)	KSO	KSU	KS (O+U)	RCF	HSP	Total
Anzahl Fangereignisse	30	30	60	42	42	84	36	9	189
Anzahl Spinnen	68	86	154	546	542	1088	766	463	2471
% Juvenile	19.1	11.6	14.9	86.1	93.7	89.9	91.4	83.6	84.5
Total adulte Individuen	55	76	131	76	34	110	66	76	383
Ø Adulte/Fangereignis	1.8	2.5	2.2	1.8	0.8	1.3	1.8	8.4	2.0
Total Arten	9	12	15	8	7	10	10	9	22
Männchen/Weibchen	48/7	52/24	100/31	*5/71	5/29	10/100	9/57	16/60	135/248
Anzahl Arten exklusiv	2	3	5	0	0	0	1	3	0
Singletons	2	6	6	2	1	2	3	1	7
Doubletons	3	2	2	3	3	2	2	2	1
% Singletons	22.2	50.0	40.0	25.0	14.3	20.0	30.0	11.1	31.8
Gesch. Artenzahl (Chao1)	9 ± 1	17 ± 10	20 ± 10	8 ± 1	7 ± 1	10 ± 2	11 ± 3	9 ± 1	33 ± 31
% «Inventory completion»	100	71	75	100	100	100	91	100	67
% Effort Investment	15.9	15.9	31.7	22.2	22.2	44.4	19.0	4.8	100.0

* Verhältnis durch ausschliessliche Spätsommer- und Herbstfänge beeinflusst.

Stamm). Die Klopfintensität wurde möglichst konstant gehalten, indem immer dieselbe Person zwischen 20 und 25 Mal mit einem Stock auf den zu besammelnden Ast schlug. Die heruntergefallenen Tiere wurden mit Hilfe eines Exhaustors und einer Federstahlpinzette in 75 % Ethanol überführt.

Von Mitte Mai bis Ende September 2003 wurden in 4-wöchigen Abständen durchschnittlich sieben Klopfproben an den unteren Ästen von Fichten genommen (n = 42). Die oberen Äste wurden an drei Daten im August und September beprobt (n = 42).

Handsammeln (HSP)

Diese qualitative Methode wurde viermal in der Nacht während insgesamt drei Stunden und 15 Minuten angewandt. Einmal wurde hauptsächlich in grösserer Höhe ab Boden gesammelt. An fünf Fangereignissen wurde während insgesamt zwei Stunden und 45 Minuten am Tag visuell nach Spinnen gesucht.

Auswertung

Die adulten Spinnen (Araneae) wurden hauptsächlich mit den Bestimmungsschlüsseln von Heimer & Nentwig (1991), Nentwig *et al.* (2003), Roberts (1985) und Wiehle (1960; 1956) bis zur Art bestimmt. Für diverse Taxa wurde weitere Spezialliteratur verwendet. Die Nomenklatur folgt den Angaben von Platnick (2005).

Zwischen den untersuchten Fichtenzweigen war weder bei den Individuen-, noch bei den Artenzahlen ein statistisch signifikanter Unterschied feststellbar (Wurzeltransformation, F-Test, t-Test). Für die weitere Auswertung wurden die erhobenen Daten zeitlich und örtlich gepoolt. Die gepoolten Einheiten entsprechen den Daten aus allen Proben einer Methode. Die erfassten Umweltparameter haben keinen nachweisbaren signifikanten Einfluss auf die erfasste Spinnenfauna.

Für die Abschätzung der Richness und die Berechnung der Jaccardschen Zahl wurde das Programm «EstimateS» von Colwell (2000) benutzt. Mit dem Programm

Tab. 3: Renkonen- und Jaccard-Werte für die verschiedenen angewandten Methoden (beide in %).

Methode		AEKO	AEKU	KSO	KSU	RCF	HSP	
AEKO	RENKONEN		40.00	41.67	33.33	35.71	12.50	JACCARD
AEKU		70.00		42.86	35.71	29.41	16.67	
KSO		70.53	59.21		50.00	63.64	41.67	
KSU		67.22	58.82	71.67		41.67	45.45	
RCF		66.06	57.18	80.82	73.98		46.15	
HSP		21.56	26.32	34.21	44.97	48.13		

wurde zudem für jede Methode eine geschätzte maximale Artenvielfalt errechnet. Die Berechnung dieser Schätzungen erfolgt nach einer zufälligen Anordnung der Proben (100 Durchgänge) über die Anzahl Arten, die nur mit einem oder mit zwei Tieren belegt sind (Chao 1). Der Chao 2-Wert berechnet sich aus der Anzahl Arten, die nur in einer oder in zwei Proben nachgewiesen werden. Für beide Werte wurde die vom Programm vorgeschlagene korrigierte Formel ausgewählt (dadurch ist die Formel auch bei Nullwerten der entsprechenden Anzahl definiert). Die Formel zur Artenzahlabeschätzung wurde aufgrund der Angaben von Schraff *et al.* (2003) und Colwell & Coddington (1994) gewählt.

Die Renkonensche Zahl und der Ähnlichkeitsindex Kw nach Wainstein wurden nach den Formeln von Mühlenberg (1993) berechnet.

Die Berechnung der Clusteranalysen erfolgte nach der UPGMA-Methode (unweighted pair-group method using arithmetic averages, siehe Krebs, 1989).

Die angegebenen Diversitätsindices wurden ebenfalls durch das Programm EstimateS von Colwell (2000) berechnet. Die entsprechenden Formeln sind dem Buch von Mühlenberg (1993) zu entnehmen.

RESULTATE

Die Datenmenge von 383 adulten Spinnen ist gering. Aufgrund der Arbeiten von Simon (1995) und Gutberlet (1997) wurden pro Fangeinheit mehr Individuen erwartet, als tatsächlich erfasst wurden. Muster (2001) hatte in seinen Stammfallen auch wenige Individuen erfasst, benutzte aber eine weniger effektive Fangmethode. So hatte die Höhenlage einen unerwartet grossen Einfluss auf die Abundanz der Spinnenfauna.

Für alle standardisierbaren Methoden wurden das Diversitätsmass «Alpha (log serie)», der Shannon-Index, der Simpson-Index und die Evenness (für den Shannon-Index) berechnet (Tab. 1). Die Höchsten Hs-Werte an den Fichten zeigen die Methoden Asteklektor und das RCF, wie auch das Klopfen an den oberen Fichtenzweigen.

Die 131 mit den Asteklektoren erfassten, hauptsächlich männlichen adulten Individuen (Abb. 2; Tab. 1, 2) konnten 15 Spinnenarten zugeordnet werden (68 % aller nachgewiesenen Arten auf den Fichten). Sieben Arten wurden exklusiv mit den Asteklektoren gefangen (Abb. 3; Tab. 1): *Bolyphantes luteolus* (Blackwall, 1833), *Caracladus avicula* (L. Koch, 1869), *Meioneta innotabilis* (O. P.-Cambridge,

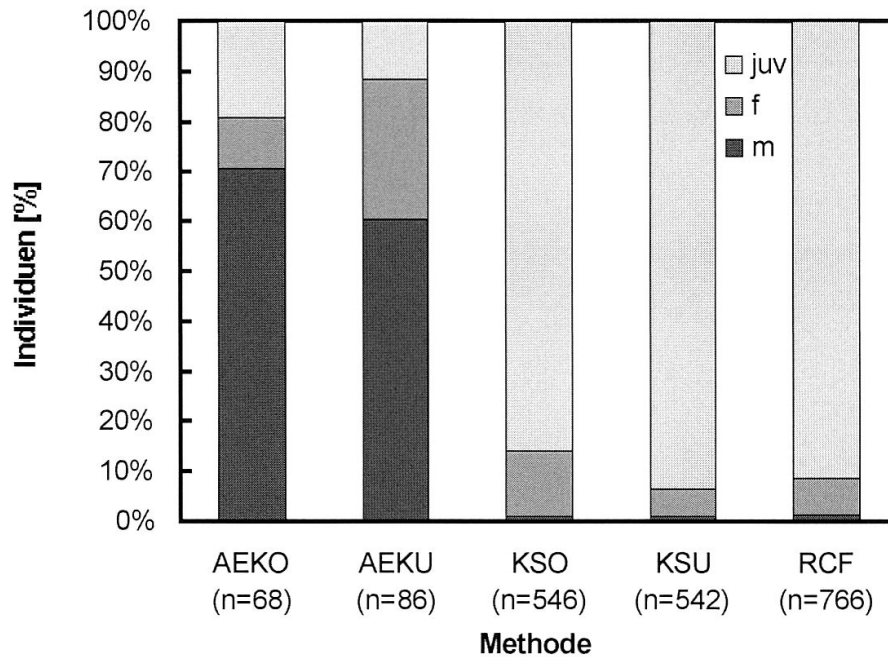


Abb. 2: Prozentuale Anteile von juvenilen (juv), männlichen (m) und weiblichen (f) Spinnen bei den unterschiedlichen Methoden.

1863), *Moebelia penicillata* (Westring, 1851), *Obscuriphantes obscurus* (Blackwall, 1841), *Zygiella montana* (C. L. Koch, 1834) und *Philodromus vagulus* Simon, 1875.

Mit dem RCF und dem Kopfschirm wurden mehr weibliche als männliche Spinnen gefangen (Tab. 2; Abb. 2). Dass beim Klopfschirm oben die meisten Proben im Spätsommer bis Herbst genommen wurden, kann ein Grund für dieses Missverhältnis sein. Den grössten Anteil der gefangenen Tiere stellen die Juvenilen. Beim RCF wurden trotz geringerer Probenanzahl absolut am meisten Juvenile erfasst. Das RCF konnte eine Art (*Xysticus macedonicus* Silhavy, 1944), die Klopfschirmmethode keine Art exklusiv nachweisen (Abb. 3).

Die Effizienz des Klopfschirms wurde überprüft, indem viermal ein Ast zuerst standardisiert beprobt wurde und anschliessend in fünfminütigen Intervallen zwei weitere Male erneut besammelt wurde. In den vier ersten Beprobungen wurden 25 ± 6 Individuen (Mean \pm SD) gefangen. In der Zweiten waren es $2,5 \pm 2$ Tiere und bei der dritten Beprobung noch 1 ± 1 . Dies zeigt, dass die Effizienz der Klopfschirmmethode bezüglich der Anzahl aller Spinnen auf einem Fichtenzweig sicherlich unter 88 % liegt.

Die Effizienz der RCF-Methode bezüglich der Gesamtabundanz der Spinnengemeinschaft auf einem Ast wird von Dempster (1961) mit 88,5 % angegeben. Durch mehrmaliges Klopfen ($n = 5$) nach angewandtem RCF konnte keine weitere Spinne am selben Ast nachgewiesen werden. Auf ein Abschneiden des Astes zur genauen Untersuchung im Labor musste aus unterschiedlichen Gründen verzichtet werden (siehe Diskussion).

Durch das Handsammeln wurden hauptsächlich netzbauende und grössere Arten gefangen (Tab. 1). Auch hierbei wurden mehrheitlich weibliche Spinnen

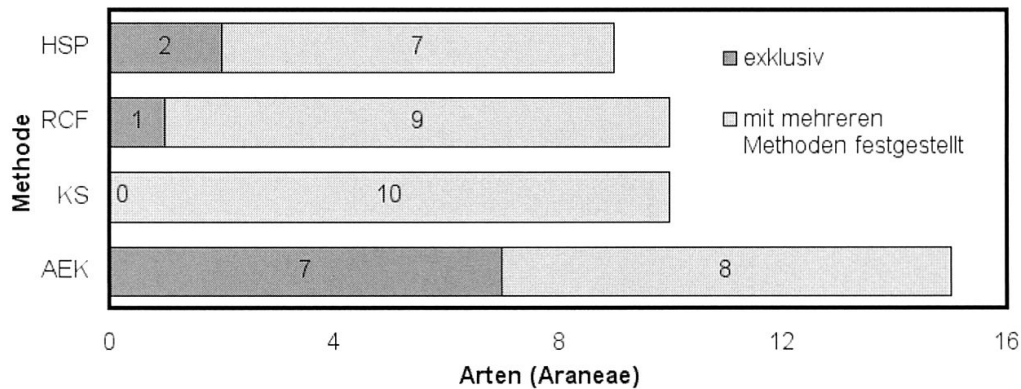


Abb. 4: Artenzahl-Abschätzung in Abhängigkeit der Individuenzahlen. Grundlage sind die Daten der Klopfschirm- und der Handsammelmethode. Als Richness-Schätzwerte sind Chao 1 und Chao 2 angegeben. Berechnet mit EstimateS (Colwell 2000).

erfasst (Tab. 2; Abb. 2). Die relativ hohe Zahl an Juvenilen ist dadurch zu begründen, dass bei etlichen Arten der Reifezustand nicht ohne weiteres im Feld bestimmt werden kann. Zwei von den vier nachgewiesenen Arten der Familie Araneidae (*Araneus diadematus* Clerck, 1757 und *A. quadratus* Clerck, 1757) wurden exklusiv durch Handfänge belegt (Tab. 1).

Dass viele Individuen pro Fangereignis nicht viele Arten bedeuten müssen, zeigt das Handsammeln an den Fichten. Mit acht adulten Individuen pro Probe und nur neun nachgewiesenen Arten liegt die Effizienz dieser Methode diesbezüglich deutlich hinter den anderen Methoden.

Methodenvergleich mit Hilfe des „Richness Estimators“

Mit dem Computerprogramm «EstimateS» (Colwell 2000) wurde der theoretisch erfassbare Artenreichtum pro Methode abgeschätzt. Scharff *et al.* (2003) bezeichnen in Ihrer Untersuchung den prozentualen Anteil der beobachteten Artenzahl gegenüber der durch das Programm geschätzten Artenzahl als «inventory completion». Ein hoher Wert sagt aus, dass durch weitere Besammlung mit der entsprechenden Methode im entsprechenden Habitat nur wenige zusätzliche Arten nachzuweisen sind. Mit Ausnahme der unteren Asteklektoren (71 %) und dem RCF (91 %) erreichten alle Methoden eine «inventory completion» von 100 %. Trotzdem zeigt die Besammlung der Fichten als gesamtes nur einen Wert von 67 % (Tab. 2). Wenn das Handsammeln vor der Berechnung ausgeschlossen wird, erhöht sich der Wert für die Fichte auf 74 %.

Die Kurven der beobachteten Artenzahlen (Sobs) der Methoden Klopfschirm und Handsammeln zeigen eine Annäherung an die Kurven der Chao 1- und Chao 2-Schätzung (Abb. 4). Auch zeigen die Kurven der Singleton- und Doubleton-Werte nach einem zunächst divergierenden Verlauf eine Annäherung und mit steigender Individuenzahl schliesslich eine Kreuzung. Dieser Verlauf deutet auf eine ausreichende Besammlung hin (Scharff *et al.* 2003). Derselbe Kurvenverlauf wird bei den Daten der oberen Asteklektoren sichtbar (nicht abgebildet).

Anders verhalten sich die Kurven der anderen an der Fichte angewandten Methoden (Abb. 5), ebenso wie die Gesamtbetrachtung der Fichten-Daten. Die ge-

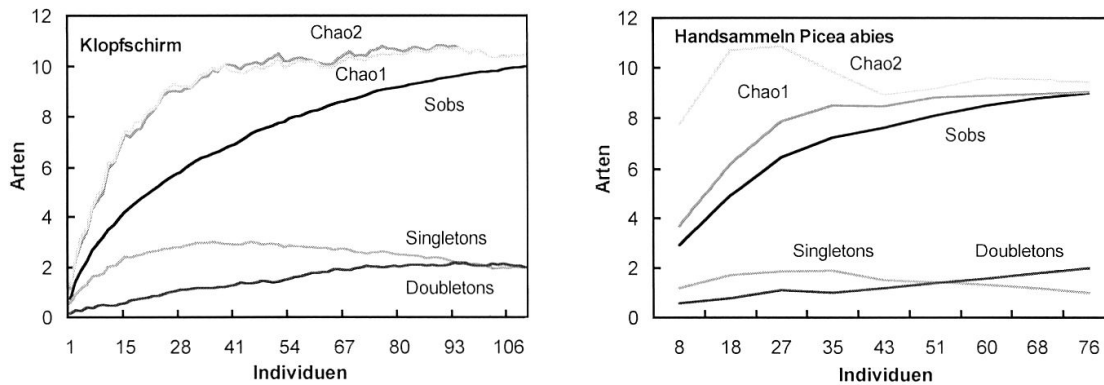


Abb. 4: Artenanzahl-Abschätzung in Abhängigkeit der Individuenzahlen. Grundlage sind die Daten der Klopfschirm- und der Handsammelmethode. Als Richness-Schätzwerte sind Chao 1 und Chao 2 angegeben. Berechnet mit EstimateS (Colwell 2000).

geschätzten Artenzahlwerte nähern sich nicht oder kaum den beobachteten Artenzahlen an. Die Grafen der Einzel- und Doppelnachweise (Singletons und Doubletons) divergieren bis zur erfassten Individuenzahl. Beim RCF zeigt sich, dass mehrere Arten nur in einer Probe nachgewiesen wurden, während wenige Arten in zwei Proben vertreten sind (Abb. 5, 6). Arten, die in mehr als zwei Proben vertreten sind, werden in der Berechnung von Chao 2 nicht berücksichtigt.

Wenn nur die äusseren Bereiche der Fichte betrachtet werden (Klopfschirm- und RCF-Proben ohne Asteklektoren), war die Besammlung relativ gut und vollständig (immer auf das Potential der entsprechenden Methoden bezogen!) (Abb. 6).

Faunenunterschiede zwischen den Daten unterschiedlicher Methoden

Die Daten der angewandten Methoden unterschieden sich sowohl bei der Renkonenschen Zahl, wie auch bei der Jaccardschen Zahl (Tab. 3; Abb. 7, 8). Die Asteklektoren, bilden zusammen eine erste Gruppe. Die Daten der Klopfschirmmethode und des RCF bilden eine zweite Gruppe von erfassten Spinnen, welche sich auf den äusseren Abschnitten der Fichtenzweige aufhält. Das Handsammeln hat bei beiden Indices eine Einzelstellung. Bei der Artenidentität (Jaccardsche Zahl, Abb. 7) steht diese Methode näher bei der Klopfschirm- und Begasungsmethode. Dies ist darauf zurückzuführen, dass auch beim Handsammeln eher Arten erfasst werden, die sich in den äusseren Bereichen der Fichte aufhalten. Bei der Dominanzidentität stellt sie eine von den anderen Methoden klar verschiedene Methode dar (Abb. 8). Bei der Verwendung des Ähnlichkeitsindex K_w nach Wainstein (Mühlenberg 1993) bilden sich die gleichen Cluster, wie bei der Renkonenanalyse. Sie unterscheiden sich lediglich durch unterschiedliche Verwandtschafts-Niveaus.

DISKUSSION

Die Eklektoren, die Klopfschirm-Methode und das RCF erfassen zu einem gewissen Grad die echte Abundanz der Fauna an einem Fichtenzweig. Handsammeln ist eine rein qualitative und deshalb kaum standardisierbare Methode. Um die Effektivität der Methoden dennoch vergleichen und abschätzen zu können, müssen vier verschiedene Aspekte betrachtet werden:

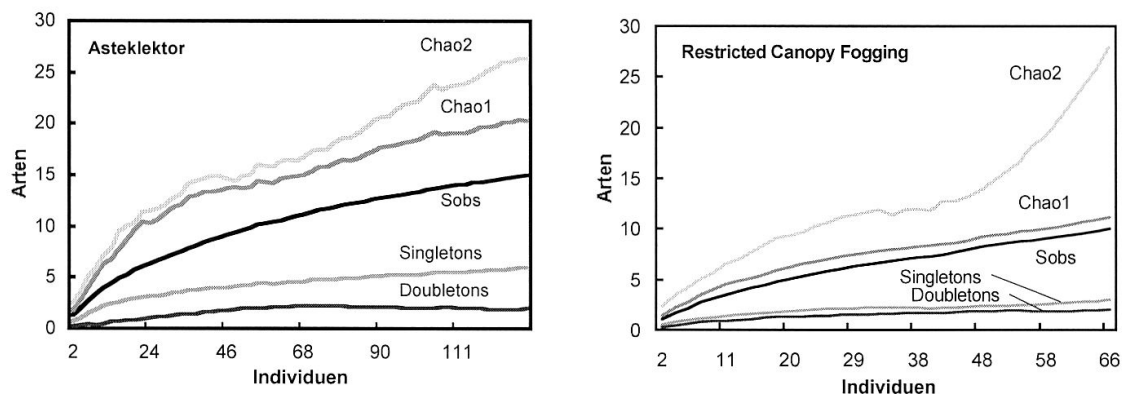


Abb. 5: Artenzahl-Abschätzung in Abhängigkeit der Individuenzahlen. Grundlage sind die Daten der Asteklektor- und der Begasungsmethode (RCF). Als Richness-Schätzwerte sind Chao 1 und Chao 2 angegeben. Berechnet mit EstimateS (Colwell 2000).

1. Aufwand bis zur Erfassung der maximalen erfassbaren Artenzahl mit dieser Methode

Gefragt ist, wie lange es sich lohnt, mit einer Methode Fichten zu beproben. Dabei ist immer das Ziel im Vordergrund, eine möglichst komplette Artenliste des entsprechenden Lebensraumes zu erhalten. Ein wichtiger Indikator dafür ist die Differenz zwischen der beobachteten und der berechneten Artenzahl (durch den Richness-Estimator). Dieser Wert ist in Tabelle 1 prozentual als «inventory completion» (Scharff *et al.* 2003) angegeben. Bei den Methoden Asteklektor oben, Klopfschirm unten und oben, RCF und Handsammeln an den Fichten sind diese Werte sehr hoch. Dies bedeutet, dass durch zusätzliche Proben wenig zusätzliche Arten erwartet werden können.

An den Fichten zeigen die unteren Asteklektoren einen grossen Unterschied in der Anzahl beobachteter Arten bezüglich der geschätzten Arten. Eine weitere Besammlung mit dieser Methode wäre also nötig.

Dieser Schluss wird auch in den Abbildungen 4 bis 6 sichtbar. Wenn sich die Kurven der beobachteten und geschätzten Artenzahlen nach einer bestimmten Anzahl Tiere nicht annähern, muss das untersuchte Gebiet oder Habitat als nicht ausreichend beprobt gelten (Scharff *et al.* 2003). Diese Aussage bezieht sich auf die angewandte Methode im entsprechenden Zeitrahmen. Sie kann für eine einzelne oder für alle Methoden gemacht werden.

2. Fangeffizienz

Unter Fangeffizienz ist sowohl die quantitative, wie auch qualitative Wirksamkeit einer Methode zusammengefasst. Idealerweise können mit den Daten einer Methode sowohl das Artengefüge wie auch die entsprechenden Populationsgrössen abgeschätzt werden.

Die Methoden Klopfschirm und RCF sind für eine Populationsabschätzung gut geeignet, weil in diesen Proben annähernd die gesamte Spinnenpopulation eines Fichtenzweiges enthalten ist. Die Effizienz ist für das RCF grösser als für die Klopfschirmmethode. Mit der quantitativ guten CO₂-Begasungsmethode wurden pro Probe (n = 36) auf den Fichten am meisten Spinnen gefangen (Tab. 2, ausgenom-

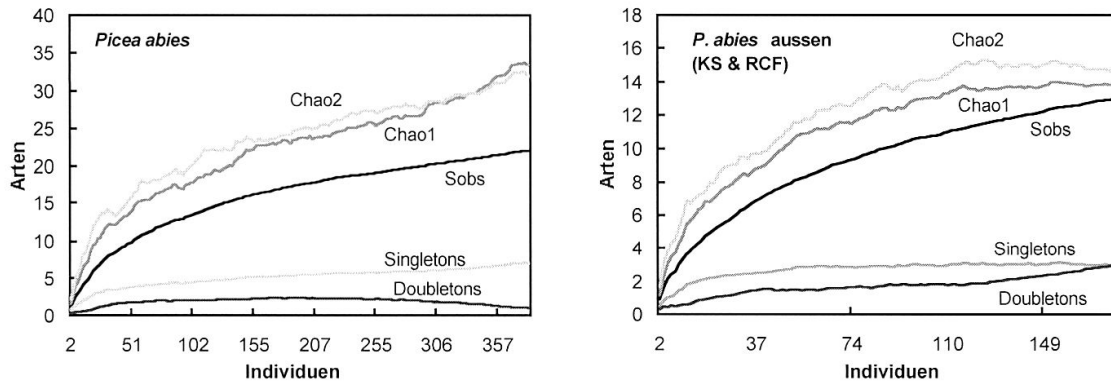


Abb. 6: Artenzahl-Abschätzung in Abhängigkeit der Individuenzahlen. Grundlage sind die Daten der Fichten (total aller Methoden) sowie die Daten von den Klopfschirm- und RCF-Proben (äusserer Kronenbereich der Fichten). Als Richness-Schätzwerte sind Chao 1 und Chao 2 angegeben. Berechnet mit EstimateS (Colwell 2000).

men ist das Handsammeln). Es ist zu bedenken, dass beim Klopfschirm pro Probe ein kleineres Astvolumen erfasst wurde als beim RCF. In den Methoden RCF und Klopfschirm unten sehen die Geschlechterverteilung ähnlich aus (Abb. 2; Tab. 1). So wäre die Klopfschirmmethode wohl ausreichend, um die Populationsstruktur aufzuzeigen. Das RCF erfasst jedoch die tatsächliche Individuenzahl genauer als der Klopfschirm und stellt deshalb in dieser Hinsicht die bessere Methode dar. Die Stammfauna wird mit den beiden vorigen Methoden nicht erfasst. Dies wird durch die Auswertung der Asteklektor-Fänge deutlich. Diese die Aktivitätsdichte messende Methode liefert sehr gute Daten für die Artenabschätzung, kann aber für die Abschätzung von absoluten Populationsgrößen kaum verwendet werden.

3. Exklusivität (Arten, welche nur mit einer Methode nachgewiesen werden konnten)

In der Abb. 2 wird deutlich, dass nur die Methode Klopfschirm keine Spinnenarten exklusiv nachweisen konnte. Daraus kann die Hypothese abgeleitet werden, dass die RCF-Methode durch eine höhere Fangeffizienz die Klopfschirmmethode an den unteren Ästen quantitativ und qualitativ übertrifft. Der Klopfschirm konnte an den unteren Zweigen zwei Spinnenarten (*Araniella displicata* (Hentz, 1847), Araneidae und *Philodromus cespitum* (Walckenaar, 1802), Philodromidae) nachweisen, die nicht in den RCF-Fängen enthalten sind. Das RCF konnte gegenüber der Klopfschirmmethode (KSU) fünf Arten (Theridiidae: *Achaearanea ohleri* Thorell, 1870 und *Theridion impressum* L. Koch, 1881, Linyphiidae: *Stemonyphantes conspersus* (L. Koch, 1879), Sparassidae: *Micrommata virescens* (Clerck, 1757), Thomisidae: *Xysticus macedonicus* Silhavy, 1944) exklusiv nachweisen (Tab. 2). Wenn man in Betracht zieht, dass weniger RCF- als Klopfschirm-Proben genommen wurden, kann deshalb die Hypothese als bestätigt gelten. Die Arten der Familie Theridiidae wurden interessanterweise nur mit der CO₂-Begasungsmethode und vor allem mit dem Handsammeln erfasst (Ausnahme: 1 Tier in Klopfprobe oben). Zudem ist *Theridion impressum* die einzige dieser Arten, die durch diese beiden Methoden mit mehr als zwei Tieren belegt ist. Es ist denkbar, dass die Arten der Familie der Theridiidae aus biologischen Gründen mit anderen Methoden schlecht nachweisbar sind. Diese Gründe können das Verhalten, die Netzstruktur

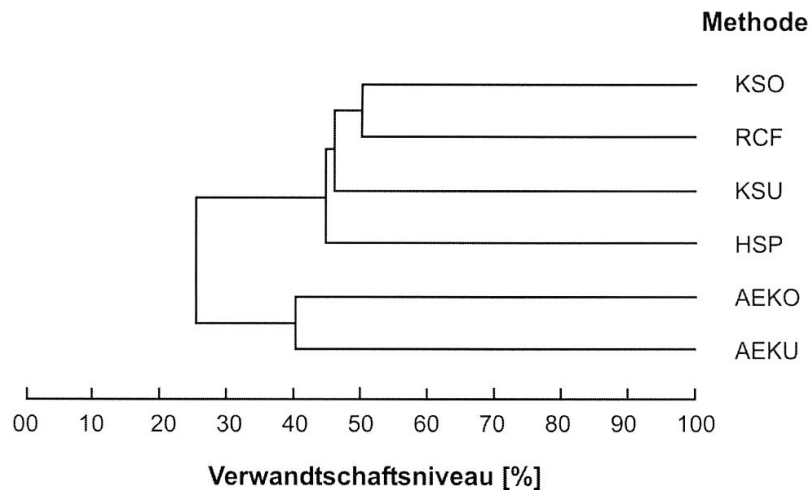


Abb. 7: Dendrogramm der Clusteranalyse (UPGMA-Methode) der verwendeten Methoden, aufbauend auf der Jaccardschen Zahl.

und der Aufenthaltsort der Spinne sein. Die Angehörigen dieser Familie bauen sehr oft einen Schlupfwinkel, in dem sie sich aufhalten. Es ist gut möglich, dass die Tiere erst durch die Betäubung mit CO_2 , und der damit verbundenen Entspannung der Muskeln, aus dem Schlupfwinkel und dem Netz fallen können.

Durch die höhere Zahl an exklusiv gefangenen Spinnenarten mit einem oder zwei Individuen, ist der Nachweis von selteneren Spinnenarten durch die effizientere Begasungsmethode wahrscheinlicher, als mit dem Klopfschirm.

Aufgrund der Resultate von Simon (1995) kann erwartet werden, dass sich die Spinnenfauna in der Artenzusammensetzung auf den oberen Fichtenzweigen von der auf den unteren Ästen unterscheidet. Dies kann für den äusseren Kronenbereich eingeschränkt bestätigt werden (Tab. 1). So wurden im oberen Kronenbereich mit dem Klopfschirm drei Arten (*Theridion impressum*, *Stemonyphantes conspersus* und *Xysticus audax* (Schrank, 1803)), im unteren zwei Arten (*Araniella displicata* und *Philodromus cespitum*) exklusiv gefangen (unter Ausschluss der anderen Methoden). Von diesen Arten ist *Stemonyphantes conspersus* (Linyphiidae) die einzige, die mit mehr als zwei Individuen (5) vertreten ist.

Diese Resultate legen die Vermutung nahe, dass durch eine Besammlung der oberen Zweige mit der RCF-Methode zusätzliche Arten erfasst werden könnten.

Dass die Spinnenfauna auf den äusseren Zweigen eindeutig von der im Stammbereich unterschieden werden kann, zeigen die Fänge der Asteklektoren. Darin waren sieben Arten enthalten, die mit keiner anderen Methode an den Fichten festgestellt werden konnten. Dazu gehören auch Arten, welche als typisch epigäisch angesehen werden (*Bolyphantes luteolus*, *Caracladus avicula*).

Muster (2001) verwendete in seiner Arbeit ebenfalls mehrere unterschiedliche Methoden. Er konnte am meisten Arten in Bodenfallen nachweisen. Dennoch hat er drei Arten mit den Stammfallen und sieben mit den Klopfproben exklusiv nachgewiesen. Bei den Handfängen waren es sogar 38 Spezies (13 % aller von ihm nachgewiesenen Arten). Viele auf Bäumen lebende Spinnenarten wurden bei Muster (2001) durch die relativ lange Besammlungsdauer auch in den Becherfallen gefunden. Eine im selben Sommer von Frick *et al.* (in Vorb.) durchgeführte Arbeit über

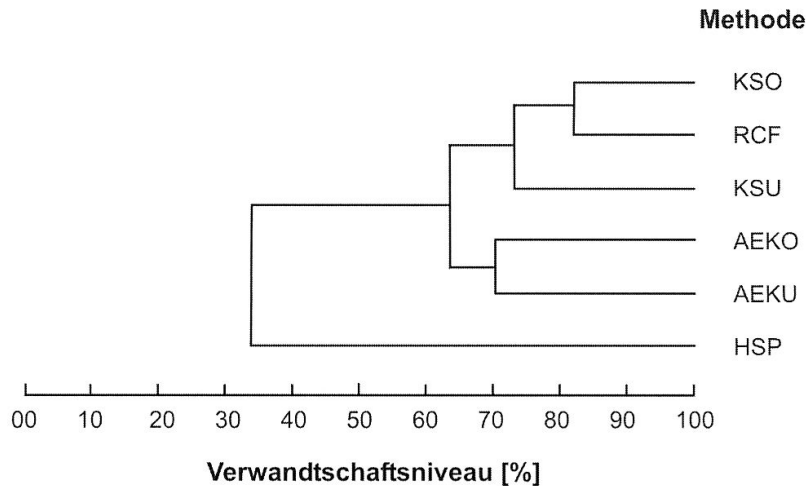


Abb. 8: Dendrogramm der Clusteranalyse (UPGMA-Methode) der verwendeten Methoden, aufbauend auf der Renkonenschen Zahl.

die Spinnenfauna unter den Fichten auf der Alp Flix wird diesbezüglich weitere Informationen liefern können.

4. Beitrag der Methoden zur Erfassung des gesamten Artenspektrums

Methoden, die in kurzer Zeit viele Arten nachweisen können, sind für Untersuchungen mit wenig verfügbarer Zeit oder knappen Mitteln wichtig. In dieser Beziehung sind die Klopfschirmmethode und das Handsammeln sicher die am einfachsten anzuwendenden Techniken. Mit diesen Methoden erfasst man in relativ kurzer Zeit zu einem gewissen Teil die aktuell vorhandenen und eher auffälligen Arten. Auch erfahrene Sammler würden einige arboricole Arten, vor allem solche die auf oder unter der Rinde leben, mit grosser Wahrscheinlichkeit in einem angemessenen zeitlichen Rahmen nicht erfassen können, weil die Tiere zum Teil sehr klein und gut getarnt sind. Die qualitativ besseren Resultate würde das RCF bieten, weil es gegenüber dem Klopfschirm die höhere Effizienz aufweist. Ein wichtiger Vorteil ist zudem die bessere Standardisierungsmöglichkeit gegenüber dem Klopfschirm und dem Handsammeln.

Das Handsammeln ist eine recht schwierig einzuschätzende Methode. Ihr Einfluss auf das Resultat ist sehr gross, wie das Beispiel der erfassten Araneidae in dieser Arbeit zeigt. Keine andere Methode erfasst diese Familie besser als das Handsammeln. Dies ist so, weil diese Spinnen durch das Radnetz optisch auffallen. Wenn an einem Baum zwei Radnetze sichtbar sind, werden diese zwei Tiere gefangen, während freie Jäger fast oder gar nicht entdeckt werden können. Somit sind beim Handsammeln immer die Netzbauer, vor allem die Radnetzspinnen, überproportional vertreten. Ähnliches konnte bei grossen Arten der Linyphiidae, Theridiidae und Dictynidae beobachtet werden.

Dass Aktivitätsdichte messende Methoden längere Zeit im Einsatz sein müssen (ein Jahresfang gilt als Minimum), um genügend gute Resultate zu liefern, wird durch die hier ausgewerteten Eklektordaten deutlich sichtbar (Abb. 5). Aber auch zwischen verschiedenen Jahren gibt es grosse Unterschiede in den erfassten Spin-

nengesellschaften (Simon 1995), weshalb eine möglichst lange Beprobungsdauer angestrebt werden muss. Trotz der relativ geringen Individuenzahlen bei den Asteklektoren, wurden auf den subalpinen Fichten auf der Alp Flix am meisten Arten mit dieser Methode nachgewiesen.

Durch die Clusteranalysen wird ersichtlich, dass die verschiedenen Methoden sowohl qualitativ, wie auch quantitativ unterschiedliche Ergebnisse liefern (Abb. 7, 8). Repräsentative Resultate sind also nur möglich, wenn mehrere dieser Methoden zusammen eingesetzt werden.

Die pro Methode berechneten Diversitätsindices zeigen, dass im selben Lebensraum verschiedene angewandte Methoden ganz unterschiedliche Werte liefern (Tab. 1). Die Methode hat also einen grossen Einfluss auf die erfasste Diversität. Deshalb ist es wichtig zu bedenken, dass bei einem Vergleich von unterschiedlichen Lebensräumen anhand solcher Indices auf ein vergleichbares Sammeldesign geachtet werden muss. Ansonsten kann keine Aussage gemacht werden.

Ein weiterer, nicht unwesentlicher Punkt für die Auswahl einer Methode ist die Einsetzbarkeit und der Aufwand, den man für den Einsatz einer Methode leisten muss. In dieser Arbeit war es zum Beispiel nicht ratsam, die Komplet-Begasungsmethode mit Insektiziden anzuwenden. Die Fichten wären nicht geeignete Bäume, weil ihre Nadeln zu viele Tiere vor dem Herunterfallen auffangen würden. Wegen den zu grossen negativen Auswirkungen auf den Lebensraum und zukünftige Datenerhebung wäre die «Clipping-Methode» (Basset 1985; Basset *et al.* 1997) nicht angebracht gewesen, weil dadurch zu viele Fichtenzweige abgeschnitten worden wären. Eine solche destruktive Methode wäre nicht im Sinne des Naturschutzes und deshalb nicht durchführbar gewesen. Aus diesen Gründen fiel der Entscheid zugunsten der RCF-Methode (Dempster 1961). Diese Methode scheint die beste nicht destruktive, quantitative Methode zu sein, die mit angemessenem Zeitaufwand angewandt werden kann. Sie ist gegenüber anderen Methoden (Klopfschirm) jedoch mit einem grösseren zeitlichen und materiellen Aufwand verbunden. Nach einer technischen Optimierung ist das RCF aber sicherlich dem Klopfschirm vorzuziehen. Diese Optimierung müsste dazu führen, dass eine einzelne Person die Methode mit Hilfe einer Leiter auch in den höheren Straten anwenden kann. Zum Beispiel müsste die CO₂-Quelle einfacher tragbar sein (Rucksack) und die Verpackung eines Astes in den Plastiksack einhändig mit einer speziellen Vorrichtung schnell vorstatten gehen können. Dies ist sicherlich relativ günstig machbar und könnte so dieser Methode zu einem höheren Stellenwert in ökologischen und faunistischen Untersuchungen verhelfen.

Die Asteklektoren können entweder mit einem grösseren finanziellen Aufwand erworben, oder durch Zeitinvestition selber hergestellt werden. Nach der Montage kann der Eklektor über die ganze Sammelzeit im Einsatz sein und die Sammelgefässe sind sehr rasch und einfach auswechselbar. Der eigentliche Zeitaufwand ist deshalb relativ geringer, je länger die Falle in Betrieb ist. Auch sind solche «automatisch fangende Fallen» in Langzeituntersuchungen sicherlich die wichtigste Technik, weil sie zum Beispiel im Winter ohne grössere Probleme einsetzbar sind.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass für die annähernde Erfassung der Fauna eines Lebensraumes unbedingt mehrere unterschiedliche Methoden einzusetzen sind. Aktivitätsmessende Fallen und absolute Dichte messende Methoden

sowie qualitative Methoden erfassen unterschiedliche Faunenelemente, die nur gemeinsam ein repräsentatives Bild der Fauna eines Habitates liefern. So haben auf Fichten die grundsätzlich verschiedenen Methoden Eklektor, RCF und Handsammeln jeweils exklusive Arten nachgewiesen. Beim alleinigen Einsatz der Klopfschirmmethode, wäre fast ein Drittel der Spinnenfauna (7 Arten, 32 %) nicht nachgewiesen worden! Aufgrund dieser Untersuchungen empfehlen wir klar die Kombination von RCF und den Asteklektoren, da diese die komplettesten Daten über die arboricole Spinnenfauna der Fichten liefert.

ZUSAMMENFASSUNG

Auf der Alp Flix (Sur, 1960 m ü.M. Graubünden, Schweiz) wurde von Mai bis Oktober 2003 die Spinnenfauna auf *Picea abies* erfasst. Es wurden die Methoden Asteklektor und Klopfschirm auf zwei Höhen, sowie «Restricted Canopy Fogging (RCF)» mit CO₂ und Handsammeln auf den unteren Zweigen angewandt. Mit den erhobenen Daten und der Hilfe eines Richness-Estimators wurden die Qualitäten der verschiedenen Methoden hervorgehoben. Die Klopfschirmmethode zeigte trotz höchster Probenzahl keine exklusiv nachgewiesene Spinnenart. Über 68 % aller auf den Fichten nachgewiesenen Spinnenarten konnten mit den Asteklektoren gefangen werden. Die Resultate zeigen, dass nur eine Kombination verschiedener Methoden ein repräsentatives Bild der Spinnenfauna wiedergeben kann. Insgesamt liefern die Asteklektoren und die CO₂-Begasungsmethode gemeinsam die besten standardisierbaren Techniken für die Erfassung der Fauna auf den Fichten. Das RCF scheint zudem die repräsentativste quantitative Methode zu sein, die bei nicht destruktiven Untersuchungen zur Erfassung der Arthropodenfauna angewandt werden kann.

DANK

Dank gilt dem Naturhistorischen Museum Basel für die zur Verfügung gestellte Infrastruktur und die finanzielle Unterstützung. Auch soll den Mitarbeitern des Instituts für Natur- Landschafts- und Umweltschutz der Universität Basel für die Unterstützung dieser Arbeit gedankt sein. Der Stiftung «Schatzinsel Alp Flix» soll für die Unterkunft auf der Alp Flix und dem Bündner Naturmuseum für die zur Verfügung gestellten Karten gedankt werden. Besonderer Dank gilt Victoria Spinaz, Sarah Ramseyer und Holger Frick, die beim Sammeln der Daten sehr viel mitgeholfen haben. Für die Hilfe bei der Überarbeitung des Manuskripts sei Theo Blick herzlichst gedankt.

LITERATUR

- Adis, J., Basset, Y., Floren, A., Hammond, P.M. & Linsenmair, K.E. 1998. Canopy fogging of an overstorey tree - recommendation for standardization. — *Ecotropica* 4: 93–97.
- Basset, Y. 1992. Influence of leaf traits on the spatial distribution of arboreal arthropods within an overstorey rainforest tree. — *Ecological Entomology* 17: 8–16.
- Basset, Y. 1990. The arboreal fauna of the rainforest tree *Argyrodendron actinopyllum* as sampled with restricted canopy fogging: Composition of the fauna. — *The Entomologist* 109: 173–183.
- Basset, Y. 1985. Comparaison de quelques méthodes de piégeage de la faune dendrobique. — *Bulletin romand d'Entomologie* 3: 1–14.
- Basset, Y., Springate, N.D., Aberlenc, H.P. & Delvare, G. 1997. A review of methods for sampling arthropods in tree canopies. *In*: Stork, N.E., Adis, J. and Didham, R.K. (eds), *Canopy Arthropods*, pp. 27–51. — Chapman & Hall, London.
- Behre, G.F. 1989. Freilandökologische Methoden zur Erfassung der Entomofauna (Weiter- und Neuentwicklung von Geräten). — *Jahresbericht des naturwissenschaftlichen Vereins Wuppertal* 42: 238–242.
- Blick, T. 1999. Spinnentiere. *In*: VUBD (ed.), *Handbuch landschaftsökologischer Leistungen. Empfehlung zur aufwandsbezogenen Honorarermittlung*, pp. 147–160. — Vereinigung umweltwissenschaftlicher Berufsverbände Deutschlands; Nürnberg.
- Braun, D. 1992. Aspekte der Vertikalverteilung von Spinnen (Araneae) an Kiefernstämmen. — *Arachnologische Mitteilungen* 4: 1–20.
- Brierton, B.M., Allen, D.C. & Jennings, D.T. 2003. Spider fauna of sugar maple and white ash in northern and central New York state. — *The Journal of Arachnology* 31: 350–362.
- Clausen, I.H.S. 1986. The use of spiders (Araneae) as ecological indicators. — *Bulletin of the British arachnological Society* 7: 83–86.

- Colwell, R.K. 2000. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. V. 6.0b1. — Online at: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>
- Colwell, R.K. & Coddington, J.A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. — Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Ser. B 345: 101–118.
- Dempster, J.P. 1961. A sampler for estimating populations of active insects upon Vegetation. — Journal of Animal Ecology 30: 423–427.
- Floren, A. & Linsenmair, K.E. 1997. Diversity and recolonization dynamics of selected arthropod groups on different tree species in a lowland rainforest in Sabah, Malaysia with special reference to Formicidae. In: Stork, N.E., Adis, J. and Didham, R.K. (eds), Canopy Arthropods, pp. 344–381. — Chapman & Hall, London.
- Floren, A. & Otto, S. 2002. Beeinflusst die Anwesenheit der Waldameise *Formica polyctena* FOERSTER die Artenzusammensetzung und Struktur von Spinnengemeinschaften auf Eichen? — Arachnologische Mitteilungen 24: 1–18.
- Floren, A. & Schmidl, J. 2003. Die Baumkronenebenebelung. Eine Methode zur Erfassung arborikoler Lebensgemeinschaften. — Natur und Landschaftsplanung 35: 69–73.
- Floren, A. & Schmidl, J. 1999. Faunistisch-ökologische Ergebnisse eines Baumkronen-Benebelungsprojektes in einem Eichenhochwald des Steigerwaldes. — Beiträge zur bayerischen Entomofaunistik 3: 179–195.
- Funke, W. 1971. Food and energy turnover of leaf-eating insects and their influence on primary production. In: Ellenberg, H. (ed.), Integrated experimental ecology. Methods and results of ecosystem research in the German Solling Project, pp. 81–93. — Springer, Berlin.
- Greenstone, M.H. 1984. Determinants of web spiders species diversity: vegetation structural diversity vs. prey availability. — Oecologia 62: 299–304.
- Gunnarsson, B. 1996. Bird predation and vegetation structure affecting spruce-living arthropods in a temperate forest. — Journal of Animal Ecology 65: 389–397.
- Gunnarsson, B. 1990. Vegetation structure and the abundance and size distribution of spruce-living spiders. — Journal of Animal Ecology 59: 743–752.
- Gunnarsson, B. 1988. Spruce-living spiders and forest decline; the importance of needle-loss. — Biological Conservation 43: 309–319.
- Gunnarsson, B. 1983. Winter mortality of spruce-living spiders: effect of spider interactions and bird predation. — Oikos 40: 226–233.
- Gunnarsson, B., Hake, M. & Hultengren, S. 2004. A functional relationship between species richness of spiders and lichens in spruce. — Biodiversity and Conservation 13: 685–693.
- Gutberlet, V. 1997. Untersuchung der Spinnenzooenose (Araneae) der Stamm- und Kronenregion von Eichen unterschiedlich genutzter Waldstandorte unter Verwendung des Oekotypensystems nach Platten. — Arachnologische Mitteilungen 14: 16–27.
- Halaj, J., Ross, D.W. & Moldenke, A.R. 2000. Importance of habitat structure to the arthropod food-web in Douglas-fir canopies. — Oikos 90: 139–152.
- Halaj, J., Ross, D.W. & Moldenke, A.R. 1998. Habitat Structure and prey availability as predictors of the abundance and community organisation of spiders in Western Oregon Forest canopies. — The Journal of Arachnology 26: 203–220.
- Hänggi, A. 1998. Bewertung mit Indikatorarten versus Erfassung des gesamten Artenspektrums - ein Konfliktfall? — Laufener Seminarbeiträge 8: 33–42.
- Heimer, S. & Nentwig, W. 1991. Spinnen Mitteleuropas. — Parey, Berlin, Hamburg, 543 pp.
- Jukes, M.R., Ferris, R. & Peace, A.J. 2002. The influence of stand structure and composition on diversity of canopy Coleoptera in coniferous plantations in Britain. — Forest Ecology and Management 163: 27–41.
- Krebs, C.J. 1989. Similarity coefficients and cluster analysis. In: Krebs, C.J. (ed.), Ecological methodology, pp. 293–327. — Harper & Row, New York.
- Maedes, L., Rodgerson, L., York, A. & French, K. 2002. Assessment of the diversity and abundance of terrestrial mangrove arthropods in southern New South Wales, Australia. — Austral Ecology 27: 451–458.
- Mühlenberg, M. 1993. Freilandökologie. 3. Ed. — Quelle & Meyer (UTB), Heidelberg, Wiesbaden, 512 pp.
- Muster, C. 2001. Biogeographie von Spinnentieren der mittleren Nordalpen (Arachnida: Araneae, Opiliones, Pseudoscorpiones). — Verhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins Hamburg 39: 5–196.
- Nentwig, W., Hänggi, A., Kropf, C. & Blick, T. 2003. Central European Spiders. An internet identification key. V. 08.12.2003. — Online at: <http://www.araneae.unibe.ch>
- Paarmann, W. & Kerck, K. 1997. Advances in using the canopy fogging technique to collect living arthropods from tree-crowns. In: Stork, N.E., Adis, J. and Didham, R.K. (ed.), Canopy Arthropods, pp. 53–66. — Chapman & Hall, London.

- Platnick, N.I. 2005. The world spider catalog. V. 5.5. American Museum of Natural History. — Online at: <http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog/index.html>
- Roberts, M.J. 1985. The spiders of Great Britain and Ireland, Vol. 1. — Harley Books, Colchester, England, 229 pp.
- Scharff, N., Coddington, J.A., Griswold, C.E., Hormiga, G. & Per de Place, B. 2003. When to Quit? Estimating spider species richness in a northern European deciduous forest. — *The Journal of Arachnology* 31: 246–273.
- Simon, U. 1995. Untersuchung der Stratozönosen von Spinnen und Weberknechten (Arachn.: Araneae, Opilionida) an der Waldkiefer (*Pinus sylvestris* L.) — Wissenschaft und Technik Verlag, Gross, Berlin, 142 pp.
- Southwood, T.R.E. 1961. The number of Species of insects Associated with various trees. — *Journal of Animal Ecology* 30: 1–8.
- Southwood, T.R.E., Moran, V.C. & Kennedy, C.E.J. 1982. The richness, abundance and biomass of the arthropod communities on trees. — *Journal of Animal Ecology* 51: 635–649.
- Steiner, E. & Thaler, K. 2004. Höhenverteilung arborikoler Spinnen (Arachnida: Araneae) im Gebirgswald der Zentralalpen (Patscherkofel bei Innsbruck, Nordtirol). — *Berichte des naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins Innsbruck* 91: 157–185.
- Stork, N.E. & Brendell, M.J.D. 1990. Variation in the insect fauna of Sulawesi trees with season, altitude and forest type. *In*: Knight, W.J., Holloway, J.D. (eds), *Insects and the Rain Forest of South East Asia (Wallacea)*, pp. 173–190. — The Royal Entomological Society of London, London.
- Stork, N.E. & Hammond, P.M. 1997. Sampling arthropods from tree-crowns by fogging with knock-down insecticides: lessons from studies of oak tree beetle assemblages in Richmond Park (UK). *In*: Stork, N.E., Adis, J. and Didham, R.K. (eds), *Canopy Arthropods*, pp. 3–26. — Chapman & Hall, London.
- Wiehle, H. 1960. Spinnentiere oder Arachnoidea, XI. Micryphantidae - Zwergspinnen, Vol. 47. — Gustav Fischer, Jena, 620 pp.
- Wiehle, H. 1956. Spinnentiere oder Arachnoidea (Araneae), X. Linyphiidae - Baldachinspinnen, Vol. 44. — Gustav Fischer, Jena, 337 pp.

(erhalten am 15. Dezember 2004; angenommen am 10. Mai 2005)