Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Band 23, 1994

Spinnen (Arachnida: Araneae) als Indikatoren für die Skibelastung von Almflächen

Theo Blick

Synopsis
The epigeic spider fauna of two alpine pastures (1200 m, Berchtesgaden, german alps) was investigated. The pastures differ only in using for skiing.
There are obvious differences between the pastures (species richness, species composition, similarity, structure of dominance, evenness and diversity, ecological types, remarkable species), which are only caused by skiing. Results are compared by help of different similarity indices (Renkonen, Wainstein, Jaccard, Soerensen). Formerly published dates of ground beetles and harvestmen are discussed. The pasture, which is used for skiing, is inhabited by a disturbed spider fauna, which is not typical alpin. In contrast mostly specialized and typical species for the heighth have been found at the normal pasture. Spiders can be used as bioindicating group for this kind of question, too.

Almweiden, Skipisten, Bioindikation, Ähnlichkeitsindizes, Araneae.
Alpine pasture, skiing, bioindication, similarity indices, Araneae.

1. Einführung

Almen sind bedingt durch die Beweidung anthropogen beeinflußte Lebensräume. Häufig kommt dazu jedoch noch die Belastung durch Skibetrieb im Winter. Über dessen Einfluß auf die epigäische Arthropodenfauna ist nur wenig bekannt (z. B. THALER & al. 1978). Vorliegend werden zwei Almen verglichen, die sich ausschließlich durch den Skibetrieb unterscheiden. Die Laufkäfer und die Weberknechte wurden bereits von HAMMELBACHER & MÜHLENBERG (1986) ausgewertet, auf deren ausführlichere Einleitung verwiesen wird. Zwei Fragen stehen bei der Auswertung der Spinnen im Vordergrund:

1) Welche Ergebnisse erbringt die Auswertung der Spinnen des Almenvergleiches "mit und ohne Skibetrieb"? Sind die Spinnen auch für diese Fragestellung eine geeignete Indikatorgruppe?
2) Wie unterscheidet sich die Auswertung verschiedener Ähnlichkeitsindices in verschiedenen Varianten?

2. Untersuchungsflächen und Methode

Die Untersuchungsflächen liegen im Vorfeld des Nationalparkes Berchtesgaden (Berchtesgadener Alpen, Bayern, Deutschland) im Bereich der Jennerwiesen (ca. 1200 m, nordwestexponiert) (vgl. HAMMELBACHER & MÜHLENBERG 1986). Es wurde eine intensiv für den Skibetrieb genutzte Alm (Krautkaseralm) und eine nicht für den Skibetrieb erschlossene Alm (Wasserfallalm) untersucht.
Die Spinnen stammen aus Fängen die K. Hammelbacher von 20.5. bis 19.10.1983 durchführte (HAMMELBACHER 1985a, 1985b). Für den Vergleich der Almen wurden je 6 Bodenfallen eingesetzt (55 mm Öffnungsdurchmesser, Glasfallen, 4%-ige Formalinlösung) (vgl. HAMMELBACHER & MÜHLENBERG 1986).
Weiterhin waren einzelne zusätzliche Fallen in kürzeren Zeiträumen in stärker mit Ampfer bewachsenen Bereichen ausgebracht; zudem wurden kursorisch Streifnetzfänge durchgeführt (jeweils auf beiden Almen). Sechs Arten, die dadurch zusätzlich erfaßt wurden, sind in Tabelle 1 eingefügt und markiert (*).
Die Auswertung der Spinnen der lange zurückliegenden Fänge wurde durch die Unterstützung des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz (München) möglich (BLICK 1993). Die Restfänge, die die Spinnen enthielten, wurden von Herrn Dr. W. d'Oleire-Oltmanns (Berchtesgaden) zur Verfügung gestellt. Herrn K. Hammelbacher (Würzburg) ist für Informationen und Herrn UD Dr. K. Thaler für die Durchsicht einer Manuskriptversion zu danken. Belege befinden sich in der Sammlung des Autors und wurden außerdem der Zoologischen Staatssammlung München (Nr. ZSM W-1121 bis W-1150) überlassen.
Die Fänge wurden damals im Rahmen des MaB-Projektes "Der Einfluß des Menschen auf Hochgebirgsökosysteme" durchgeführt (z. B. d'OLEIRE-OLTMANNS 1984 und weitere Arbeiten in: Verh. Ges. Ökol. 12, 1984). Weiteres ist der Arbeit von HAMMELBACHER & MÜHLENBERG (1986) zu entnehmen.

3. Ergebnisse

3.1 Artenspektrum und Dominanzverhältnisse

Insgesamt wurden 44 adulte Arten aus 12 Spinnenfamilien nachgewiesen (incl. 6 Arten in Ampferbereichen oder mit anderen Methoden, vgl. Kap. 2 und Tab. 1: *).

Tab. 1: Artenliste, Individuensumme pro Alm, ökologische Einstufung (Öko) der Spinnenarten. →

Nr. 1-27: Codierung für Abb. 2 (s. Kap. 3.4 und 4.3)

* : außerhalb des Almenvergleiches nachgewiesen (vgl. Kap. 2.), diese Arten ohne Summen und ökol. Einstufung

ökologische Einstufung: O = Offenlandart
W= Waldart
A = auf alpine Bereiche (in Mitteleuropa) beschränkte Art
S = anders spezialisierte Art

Summen der adulten Exemplare auf beiden Almen (je 6 Bodenfallen über 6 Monate).

Tab. 1: List of all spider species, total of individuals for each pasture, ecolocical classification. →

numbers 1-27: codes for fig. 2 (see chapter 3.4. and 4.3.)

* : additional species (see chapter 2.); these species without sums and ecolocical classification

ecological classification: O = open land
W= forest
A = exclusively in alpine regions (in central Europe)
S = other specialized species

sums of adult individuals at both pastures (each with 6 pitfall traps over 6 month).

Mit Hilfe der 12 Bodenfallen wurden auf den beiden untersuchten Almen zusammen 38 Spinnenarten aus 10 Familien adult nachgewiesen (Tab. 1). 19 Arten aus 5 Familien stammen von der zum Skibetrieb genutzten Krautkaseralm und 35 Arten aus 10 Familien von der unerschlossenen Wasserfallalm. Auf der Krautkaseralm war die Aktivitätsdichte der Spinnen drei mal höher als auf der Wasserfallalm (Tab. 1). Dennoch (mit steigenden Fangzahlen steigen theoretisch auch die Artenzahlen) war die Artenzahl der Spinnen auf der Wasserfallalm (35) fast doppelt so hoch wie auf der Krautkaseralm (19). Auch die Unterschiede bei Diversität und Evenness sind deutlich (Tab. 1).

Die häufigsten (epigäisch aktiven) Arten auf beiden Almen waren (mit Angabe der Aktivitätsdominanz):

- Krautkaseralm (mit Skibetrieb): *Pardosa amentata* (72%), *Erigone atra* (13%), *Alopecosa pulverulenta* (4%) und *Pardosa palustris* (2%).
- Wasserfallalm (ohne Skibetrieb): *Pardosa riparia* (30%), *Pardosa amentata* (20%, ohne Falle 5: 3%, s. 4.3), *Alopecosa pulverulenta* (7%), *Coelotes solitarius* (5%), *Centromerita bicolor* (5%), *Erigone atra* (4%), *Trochosa terricola* (4%), *Histopona torpida* (3%), *Lepthyphantes mengei*, *Bolyphantes alticepes* und *Centromerus sylvaticus* (je 2%).

Die drei häufigsten Arten der Krautkaseralm sind ebenfalls unter den häufigen Arten der Wasserfallalm zu finden, zwei davon jedoch mit geringerem Aktivitätsanteil. Auf der unerschlossenen Wasserfallalm herrschen deutlich ausgeglichenere Dominanzverhältnisse, was durch die höhere Zahl der Arten mit mindestens 2% Dominanzanteil (11 gegenüber 4) und dem geringeren relativen Anteil der häufigsten Art (30% gegenüber 72%) deutlich wird.

		Krautkaseralm Skialm	Wasserfallalm ohne Skibetrieb	Öko
Dysderidae (Sechsaugenspinnen)				
*	*Harpactea lepida* (C.L. Koch, 1838)			
Metidae				
	Meta segmentata (Clerck, 1757)		1	W
Araneidae (Radnetzspinnen)				
*	*Araneus diadematus* Clerck, 1757			
Linyphiidae - Erigoninae (Zwergspinnen)				
	Dicymbium cf. *nigrum/brevisetosum* [Weibchen]		1	O
*	*Diplocephalus cristatus* (Blackwall, 1833)			
1	*Diplocephalus latifrons* (O. P.-Cambridge, 1863)		5	W
2	*Erigone atra* (Blackwall, 1841)	126	13	O
3	*Erigone dentipalpis* (Wider, 1834)	37	4	O
4	*Erigonella subelevata* (L. Koch, 1869)		3	A
	Gonatium paradoxum (L. Koch, 1869)		1	S
	Gongylidiellum latebricola (O. P.-Cambridge, 1871)		1	O
5	*Leptorhoptrum robustum* (Westring, 1851)	11		S
6	*Micrargus herbigradus* (Blackwall, 1854)	1	1	W
7	*Oedothorax fuscus* (Blackwall, 1834)	12		O
8	*Tiso vagans* (Blackwall, 1834)		2	O
*	*Walckenaeria capito* (Westring, 1861)			
Linyphiidae - Linyphiinae (Baldachinspinnen)				
9	*Bolyphantes alticeps* (Sundevall, 1832)		8	S
10	*Centromerita bicolor* (Blackwall, 1833)	13	15	O
11	*Centromerus sylvaticus* (Blackwall, 1841)	1	8	W
12	*Lepthyphantes mengei* Kulczynski, 1887	1	7	O
13	*Lepthyphantes montanus* Kulczynski, 1898		2	A
*	*Lepthyphantes tenebricola* (Wider, 1834)			
14	*Meioneta rurestris* (C.L. Koch, 1836)	2	3	O
	Saaristoa firma (O. P.-Cambridge, 1901)		1	S
	Tapinopa longidens (Wider, 1834)		1	W
	Troglohyphantes noricus (Thaler & Polenec, 1974)		1	A
Theridiidae (Kugelspinnen)				
	Robertus truncorum (L. Koch, 1872)		1	A
*	*Theridion impressum* L. Koch, 1881			
Lycosidae (Wolfspinnen)				
15	*Alopecosa pulverulenta* (Clerck, 1757)	38	24	O
16	*Pardosa amentata* (Clerck, 1757)	709	65	O
17	*Pardosa palustris* (Linné, 1758)	20	1	O
	Pardosa pullata (Clerck, 1757)	1		O
18	*Pardosa riparia* (C.L. Koch, 1833)	1	96	S
19	*Trochosa terricola* Thorell, 1856	1	12	W
Agelenidae (Trichterspinnen)				
20	*Coelotes inermis* (L. Koch, 1855)	1	5	W
21	*Coelotes solitarius* (L. Koch, 1868)	1	16	A
22	*Histopona torpida* (C.L. Koch, 1834)		10	W
23	*Tegenaria silvestris* L. Koch, 1872		2	W
Cybaeidae (Krummkopfspinnen)				
24	*Cybaeus tetricus* (C.L. Koch, 1839)	2	3	W
Amaurobiidae (Finsterspinnen)				
	Callobius claustrarius (Hahn, 1833)		1	W
Clubionidae (Sackspinnen)				
25	*Clubiona reclusa* O. P.-Cambridge, 1863		3	S
Gnaphosidae (Plattbauchspinnen)				
26	*Zelotes latreillei* (Simon, 1878)		2	O
Thomisidae (Krabbenspinnen)				
27	*Xysticus gallicus* Simon, 1875	1	3	A
	Xysticus luctuosus (Blackwall, 1836)		1	S
Summen				
Araneae adulte Individuen		**979**	**323**	
Araneae Artenzahl adult		**19**	**35**	
Diversität		1,08	2,54	
Evenness		0,37	0,71	

3.2 Ökologische Einstufungen

Aus den ökologischen Einstufungen (s. Tab. 1) ergibt sich für die beiden untersuchten Almen folgende Übersicht (Tab. 2):

Tab. 2: Ökologischen Einstufungen, Summen (vgl. Tab. 1).

Tab. 2: Ecolocical classification, sums (see table 1).

	O	W	A	S
Artenzahl				
Krautkaseralm mit Skibetrieb	10	5	2	2
Wasserfallalm ohne Skibetrieb	12	11	6	6
Aktivitätsanteil in %				
Krautkaseralm	98,0	0,6	0,2	1,2
Wasserfallalm	42,7	15,2	8,0	34,1
(ohne Falle 5)	28,3	19,1	10,0	42,6

Auch hier sind deutliche Unterschiede festzustellen. Kaum spezialisierte Offenlandarten dominieren stark (98% Anteil, bzw. 10 von 19 Arten) die für den Skibetrieb genutzte Krautkaseralm. Demgegenüber machen sie auf der Wasserfallalm (ohne Skibetrieb) nur 43% aus (ohne Falle 5 nur 28% - vgl. 4.3). Dort spielen hingegen Waldarten, alpine Arten und anders spezialisierte Arten ein deutlich größere Rolle (Tab. 2).

3.3 Almenvergleich

Die Ähnlichkeiten auf Basis der je 6 Fallen beider Almen können mit den bereits früher ausgewerteten Tiergruppen verglichen werden (Datengrundlage Tab. 1, bzw. HAMMELBACHER & MÜHLENBERG 1986: Tab. 3 und Tab. 4).

Tab. 3: Ähnlichkeitsindices (in %) der Spinnen, Laufkäfer und Weberknechte beider Almen.

Tab. 3: Similiarity indices (%) of the spiders, ground beetles and harvestmen of both pastures.

	Araneae	Carabidae	Opiliones
quantitativ			
Wainstein	14	14	38
Renkonen	32	30	55
qualitativ			
Jaccard	42	45	70
Sørensen	59	62	82

Bei den Spinnen und Laufkäfern haben alle Indices je die gleiche Größenordnung, die Ähnlichkeit der Weberknechtfauna der beiden Almen ist jeweils deutlich höher.

Auf der Basis der 12 Einzelfallen werden verschiedene Ähnlichkeitsindices (Renkonen, Wainstein, Jaccard, Sørensen) für die Spinnendaten berechnet (Formeln s. z. B. MÜHLENBERG 1989). Die Berechnung und Darstellung erfolgt (Abb. 1):

1) mit allen Arten;
2) unter Weglassung der Lycosidae, da diese aufgrund ihres hohen epigäischen Aktivitätsanteiles (insbesondere in Offenlandbiotopen) die Verhältnisse stark beeinflussen und Effekte der anderen Spinnen überlagern könnten;
3) nur auf Basis der Linyphiidae, die bei weitem die artenreichste (20 Arten) und nach den Lycosiden die individuenreichste Familie darstellt.

Die Rohdaten der Einzelfallen und Tabellen der Indices sind aus Übersichtlichkeitsgründen nicht abgedruckt. Es erfolgt jedoch eine zweidimensionale Darstellung der verschiedenen Indices mit Hilfe multivariater Methoden (Programm NTSYS, ROHLF 1992). Zur Erläuterung: Das Verfahren projiziert die Ähnlichkeiten, die in Form von Distanzen dargestellt werden, die bei n Standorten in n-1 Dimensionen darzustellen wären, auf 2 Dimensionen. Die Darstellung kann daher nur eine Annäherung an die Realitäten bringen. Eine Aussage über die Unsicherheit, die bei der 2-dimensionalen Darstellung verbleibt, bringt der "final stress" (Tab. 4 - nicht vergleichbar mit Signifikanzniveaus!). Je niedriger dieser ist, desto höher ist die Sicherheit der Darstellung. Da aber die Abbildungen bei höherem "final stress" ähnliche Verhältnisse aufzeigen, wie diejenigen, bei denen ein niedriger "final stress" verblieben ist, werden auch sie abgebildet.

Tab. 4: Final stress der Darstellungen in Abbildung 1.

Tab. 4: Final stress for figure 1.

	alle Spinnen	ohne Lycosiden	nur Linyphiiden
Renkonen	0,00	0,14	0,17
Wainstein	0,00	0,16	0,14
Jaccard	0,24	0,29	0,17
Sørensen	0,23	0,27	0,17

Bei allen 12 Grafiken der Abbildung 1 ist eine deutliche Trennung zwischen den Einzelfallen der Krautkaseralm mit Skibetrieb (K1-K6, immer im rechten Bereich des Koordinatensystems) und der unerschlossenen Wasserfallalm festzustellen (W1-W6, mit Ausnahme von W5, s. u., immer im linken Bereich des Koordinatensystems).
Die quantitativen Indices (Renkonen, Wainstein) trennen jeweils "schärfer" als die qualitativen (Jaccard, Sørensen).
In allen Grafiken befinden sich die Einzelfallen der Wasserfallalm in einem (bei den quantitativen Indices sehr deutlich) weiteren Bereich als die der Krautkaseralm.

Grundsätzlich zeigen alle Indices dieselbe Tendenz!

Auffällig ist weiterhin, daß (besonders deutlich bei den beiden quantitativen Indices der Gesamtdaten) Falle W5 der unerschlossenen Wasserfallalm (jeweils mit Pfeil markiert) deutlich nahe an den Einzelfallen der Skialm (Krautkaseralm) liegt. Es kann auch darauf hingewiesen werden, daß die Fallen W1 und W2 in vielen Darstellungen die größte Distanz zu den Fängen auf der Skialm (K1-K6) aufweisen. Dies wird in Kapitel 4.3 diskutiert.

Abb. 1: Zweidimensionale Darstellung (Projektion) verschiedener Ähnlichkeitsindices der 12 Einzelfallen (vgl. Text und Tab. 4)
alle mit identischem Koordinatensystem
K = Krautkaseralm (Skialm), W = Wasserfallalm (ohne Skibetrieb)
1-6 = Fallennummer der Einzelfallen beider Almen.
Falle W5 ist markiert (vgl. Text).

--- siehe nächste Seite ---

Fig. 1: Twodimensional projection of different similarity indices of 12 single pitfall traps (see text and table 4)
all graphics with identical ordinates
K = Krautkaseralm (pasture with skiing), W = Wasserfallalm (without skiing)
1-6 = number of pitfall traps of both pastures
trap W5 is marked (see text).

--- see next page ---

QUANTITATIV

QUALITATIV

Renkonen

Wainstein

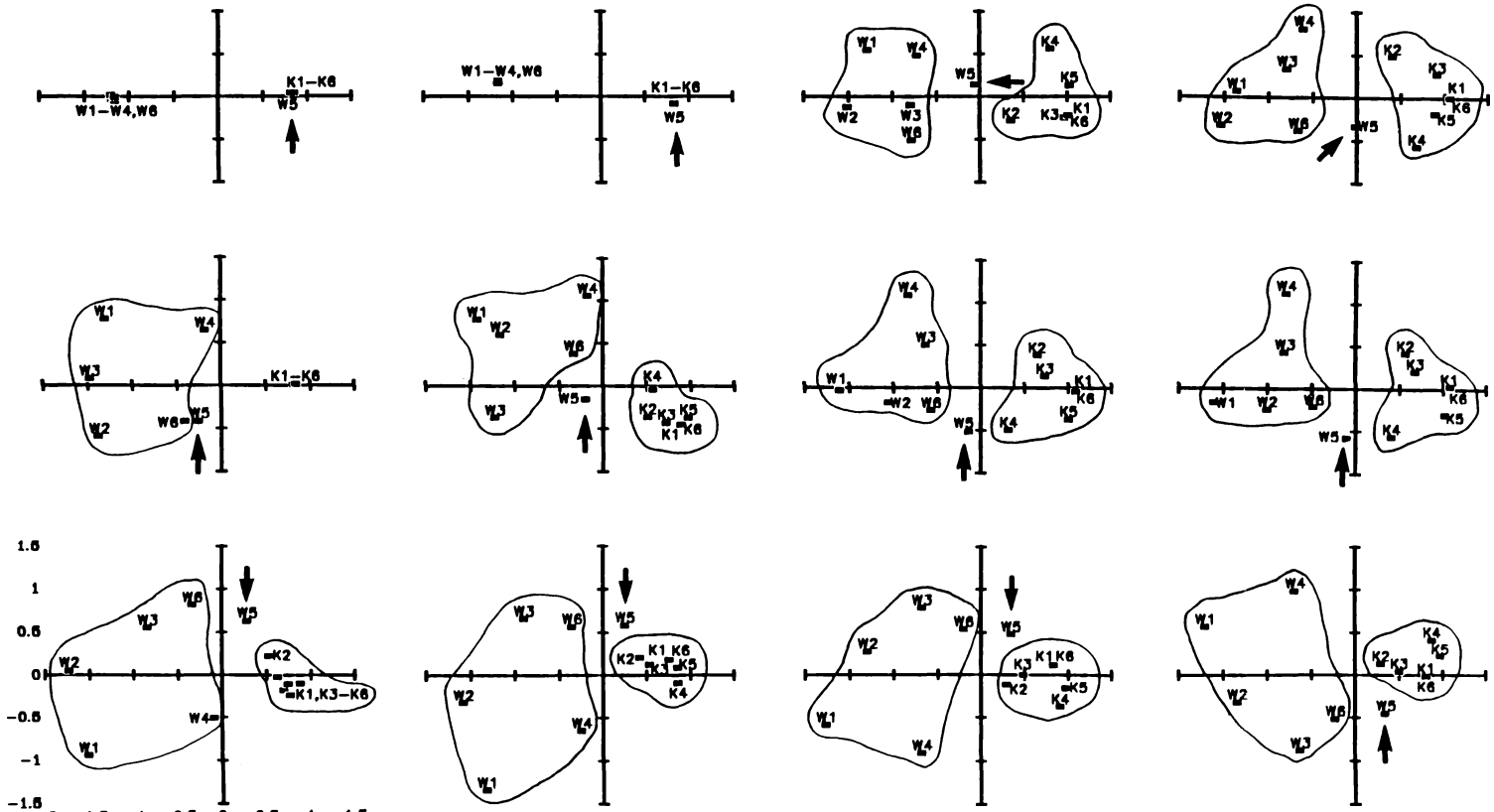
Jaccard

Sørensen

alle Spinnen (38 Arten, 1302 Ind.)

ohne Lycosidae (32 Arten, 334 Ind.)

nur Linyphiidae (20 Arten, 281 Ind.)



3.4 Artenvergleich

Analog zum vorigen Abschnitt wurden zwei Ähnlichkeitsindices (Renkonen, Wainstein) für die einzelnen Arten auf Basis der 12 Bodenfallen berechnet um die Ähnlichkeit der ökologischen Ansprüche der Arten im Untersuchungsgebiet darstellen zu können. Da die Darstellungsunsicherheit mit der Anzahl der berücksichtigten Arten steigt, wurden jeweils rezedente Arten weggelassen (nur Arten mit mindestens 2, 3, 6 bzw. 10 Individuen wurden berücksichtigt, s. Tab. 5 und Abb. 2).

Tab. 5: Final stress der Darstellungen in Abbildung 2.

Tab. 5: Final stress for figure 2.

(mindestens:	12 Arten 10 Expl.	16 Arten 6 Expl.	22 Arten 3 Expl.	27 Arten 2 Expl.)
Renkonen	0,00	0,16	0,36	0,42
Wainstein	0,10	0,18	0,34	0,46

Die Darstellungen der Ähnlichkeiten der Arten (Abb. 2) zeigen für alle Auswertungen eine deutliche Teilung der Arten in zwei Gruppen. Es wurden lediglich die beiden quantitativen Indices herangezogen, um die Aktivitätsdichten der Arten in den jeweiligen Fallen mit berücksichtigen zu können. Den extremsten Fall bildet der Renkonen-Index auf Basis der Arten mit mindestens 10 Individuen: die zwei Artengruppen sind zwei sich überdekkende Punkte. Neben einer Anzahl Arten, die sich aufgrund der geringeren Fangzahlen in der vorliegenden Untersuchung nicht zuordnen lassen (Abb. 2: außerhalb der Markierungen; Ausnahme s. Pfeil: Nr. 10 = *Centromerita bicolor*, s. 4.3), ist eine deutliche Trennung in zwei Artengruppen zu konstatieren (Abb. 2: innerhalb der Markierungen). Zum einen sind die Arten, die die Skialm "bevorzugen", deutlich gruppiert (Nr. 2, 3, 5, 7, 15, 16, 17 - Code s. Tab. 1). Zum anderen bilden diejenigen eine deutliche Gruppe, die häufiger auf der unerschlossenen Alm zu finden waren, oder auf diese beschränkt waren (4, 9, 11, 12, 18, 19, 20, 21, 22, 25 - Code s. Tab. 1).

Abb. 2: Zweidimensionale Darstellung (Projektion) zweier Ähnlichkeitsindices der Einzelarten (vgl. Text und Tab. 5) Artennummern s. Tabelle 1
alle mit gleicher Koordinateneinteilung
Art 10 (*Centromerita bicolor*) ist markiert.

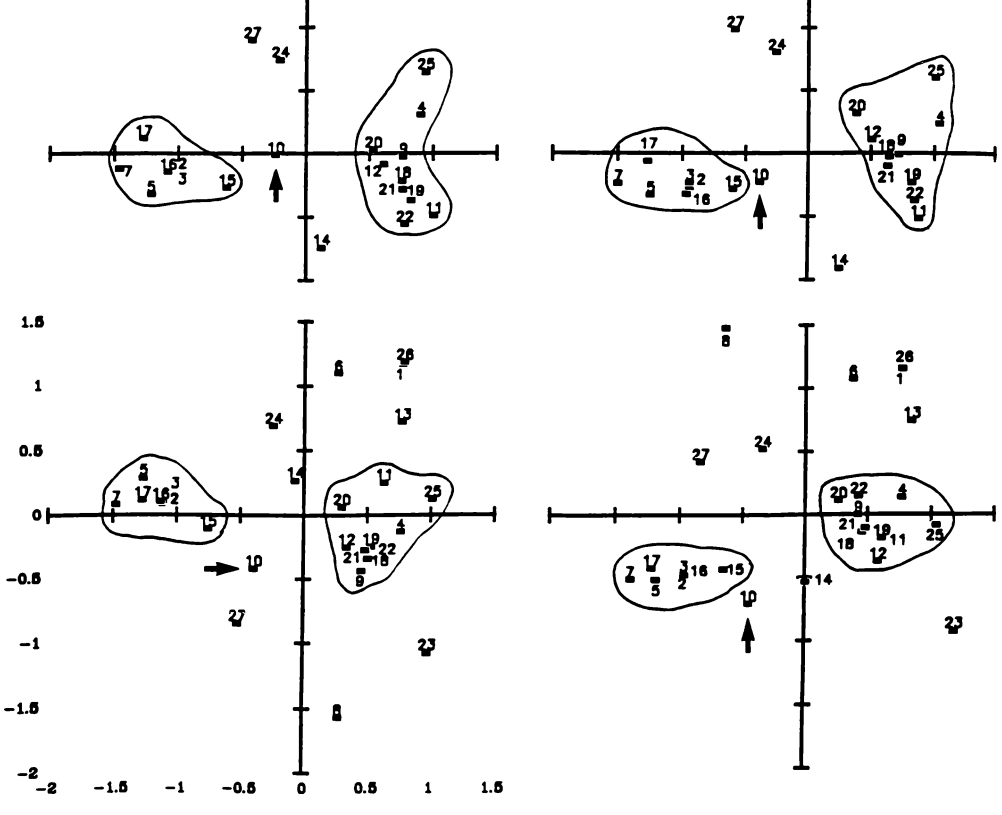
--- siehe nächste Seite ---

Fig. 2: Twodimensional projection of two similarity indices of the species (see text and table 5)
numbers of the species see table 1
all graphics with identical ordinates
species 10 (*Centromerita bicolor*) is marked.

--- see next page ---

22 Arten (mind. 3 Expl.)

27 Arten (mind. 2 Expl.)

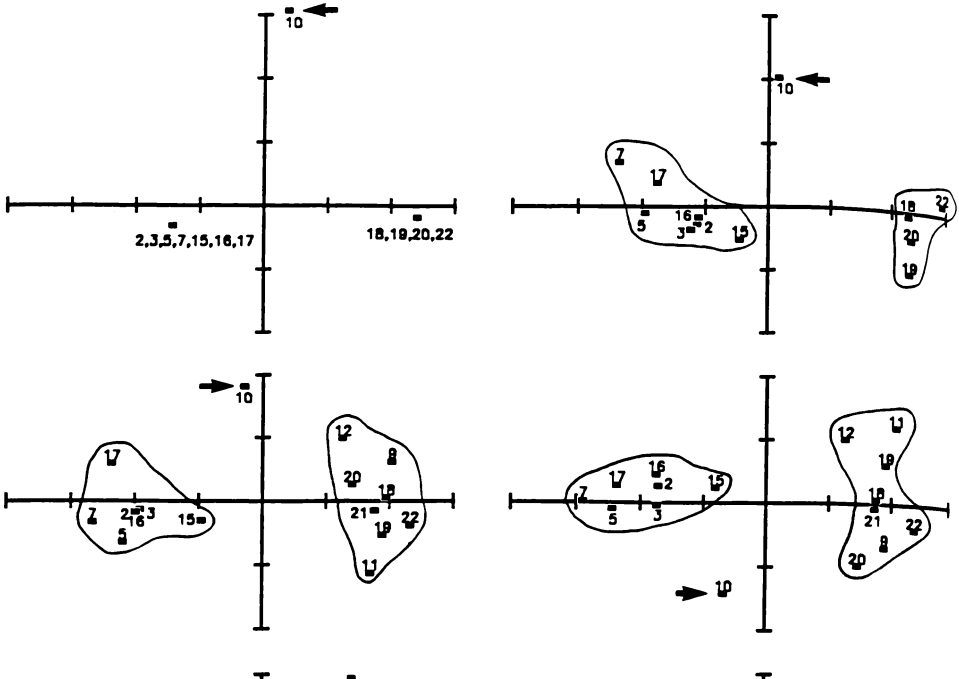


Renkonen

Wainstein

12 Arten (mind. 10 Expl.)

16 Arten (mind. 6 Expl.)



4. Diskussion

4.1 Methode

Es ist zu betonen, daß mit Hilfe der Bodenfallenmethode keine absoluten Dichten, sondern Aktivitätsdichten ermittelt werden. Dabei sind aktivere Arten (z. B. Wolfspinnen) überrepräsentiert. Dies ist bei Auswertung und Interpretation zu berücksichtigen.
Im Vergleich zu Methoden wie Keschern oder Quadratptroben, bei denen es sich um "Momentaufnahmen" handelt, stellt die Bodenfalle jedoch eine integrale Methode dar.

4.2 Einfluß des Skibetriebes

Deutlichen Unterschiede zwischen den beiden untersuchten Almen zeigen:

- **Artenzahl:** Die unerschlossene Wasserfallaim beherbergt im Vergleich zur Krautkaseralm nahezu die doppelte Anzahl an Spinnenarten (3.1).
- **Artenzusammensetzung:** Ausgehend von der Zusammensetzung auf der zum Skifahren genutzten Krautkaseralm kommen auf der Wasserfallalm fast nur spezialisiertere Arten hinzu (3.2).
- **Ähnlichkeit:** Die beiden Flächen haben nur geringe Ähnlichkeiten (z. B. Renkonen-Index: 32%; vgl. Tab. 3). Dies ist für zwei Offenlandstandorte desselben Biotoptyps in der selben geographischen Lage unerwartet wenig. Ließe man die etwas untypische Falle W5 der Wasserfallalm (s. 3.2) weg, betrüge der Renkonen-Wert sogar nur 16%.
- **Dominanzstruktur:** Die Dominanzstruktur ist auf der Wasserfallalm wesentlich ausgeglichener als auf der Krautkaseralm (3.1).
- **Evenness** und **Diversität** sind auf der Skialm deutlich vemindert (Tab. 1) [dies ist vor allem als Vergleich zu den Daten von HAMMELBACHER & MÜHLENBERG (1986) mit aufgeführt, da v. a. die Berechnung der Diversität für Bodenfallenfänge wenig sinnvoll ist (s. z. B. RUZICKA 1987)].
- **Aktivitätsdichte:** Die Aktivitätsdichte ist auf der Ski-Alm Krautkaseralm drei mal so hoch wie auf der unerschlossenen Wasserfallalm (3.1). Dies ist durch unterschiedlichen Raumwiderstand erklärbar.
- **Ökologische Ansprüche der Arten** (3.2): Die epigäisch aktive Spinnenfauna der zum Skibetrieb genutzten Krautkaseralm enthält zu 98% vergleichsweise euryöke, störungsunempfindlichere Offenlandarten. Spezialisiertere Arten sind fast vollständig von weit verbreiteten Generalisten verdrängt worden (Beispiel: *Pardosa riparia* von *Pardosa amentata*). Hingegen machen die Offenlandarten auf der Wasserfallalm nur 43% (bzw. 28% - ohne Falle 5) aus.
- **Bemerkenswerte Arten:** Einige faunistisch bemerkenswerte Arten konnten nachgewiesen werden (vgl. BLICK 1994). Exemplare dieser Arten wurden fast ausschließlich auf der nicht für den Skibetrieb genutzten Wasserfallalm nachgewiesen.

Die epigäisch aktive Spinnenzönose der Wasserfallalm ist deutlich alpin beeinflußt und in ihrem Anteil an alpinen und spezialisierten Arten der Höhenlage entsprechend. Die dominante Art ist *Pardosa riparia* (30%), die typische für alpine Rasen mittlerer Höhenlagen (1000-2000 m) ist (z. B. HOLM & KRONESTEDT 1970, THALER 1977, MAURER & HÄNGGI 1990). PALMGREN (1973) nennt für sie auch lichte Wälder. Im Innsbrukker Mittelgebirge (900-1100 m) wurde sie von FLATZ (1988) hingegen kaum gefunden. Sie kommt jedoch auch in niedrigeren Meereshöhen vor (s. z. B. BLICK & SCHEIDLER 1991). Insgesamt sind die ökologischen Präferenzen von *P. riparia* noch nicht geklärt. THALER (1989) bzw. THALER & al. (1978) nennen für alpine Almen auch für die Wasserfallalm typisch einzuschätzende Arten: *Pardosa riparia*, *Erigonella subelevata*, *Coleotes solitarius*.
Hingegen zeigt die Faunenzusammensetzung der Krautkaseralm, sieht man von wenigen Einzeltieren ab, keine alpinen und stärker spezialisierte Charakteristika.

Die ausgeführten deutlichen Differenzen zwischen den beiden untersuchten Almen sind wohl ausschließlich auf den intensiven Skibetrieb auf der Krautkaseralm zurückzuführen.

Ein Vergleich von Spinnenzönosen gleichen Biotoptyps in gleicher Exposition und Höhenlage, lediglich mit unterschiedlicher "Skinutzung" (Skialm zu unerschlossener Alm) liegt m. W. bislang nicht vor. MEYER (1993) dokumentierte für vergleichbare Flächen (1200 m, nordostexponiert, Vorarlberg) deutliche Unterschiede auf der Basis von Tiergruppen; die Spinnen erreichten auf der Almweide im Vergleich zur Skipiste fast die doppelte Besiedlungsdichte. THALER (1977) stellte deutliche Unterschiede zwischen Spinnenzönosen von Wald- und Pistenbiotopen fest. Dabei handelte es sich jedoch zum einen um einen Vergleich begrünte Skiabfahrt mit Wald und zum anderen um einen deutlich "xerophil-thermophil" geprägten Standort, der somit kaum mit den hier vorgestellten zu vergleichen ist. Die Daten anderer Almen stammen alle aus größeren Meereshöhen und sind

daher auch nur bedingt vergleichbar (z. B. CZERMAK 1981, PUNTSCHER 1980, THALER 1989, THALER & al. 1978, 1987).
Die vorliegende Untersuchung unterstreicht, daß insbesondere in alpinen Lebensräumen besondere Behutsamkeit im Umgang mit der Natur gefordert ist.

4.3 Ähnlichkeitsindices

Die graphische Darstellung der Ähnlichkeitsindices (Abb. 1) der 12 Einzelfallen beider Almen ist in erster Linie eine optische Hilfe. Hat man Erfahrung mit den Indices, sollte man aus Tabellen die Zusammenhänge bereits ersehen, die die Graphiken zeigen. Die Darstellung kann aber auch dazu dienen, einen Vergleich zahlreicher Standorte (oder Einzelfallen oder Arten) übersichtlich zu machen.
Den Ergebnisbeschreibungen aus Kapitel 3.3 ist in erster Linie eine Erläuterung bzw. Interpretation der auffälligen Einzelfallen W5, sowie W1 und W2, hinzuzufügen.
Nur in Falle W5 fanden sich 58 der 65 Individuen der Lycosiden-Art *Pardosa amentata*, die auf der Wasserfallalm gefangen wurden. Diese Art dominiert auch in allen Einzelfallen der Krautkaseralm. Dies erklärt die Dekkung der Falle W5 bei den beiden quantitativen Indices mit allen Einzelfallen der Krautkaseralm (Abb. 1). Jedoch liegt Falle W5 auch bei den qualitativen Indices und bei Weglassung der Lycosiden den Fallen der Krautkaseralm am nächsten (Pfeile in Abb. 1). Über Details des genauen Fallenstandortes der Falle W5 war leider keine Information mehr verfügbar. Meine Vermutung lautet: die Falle befand sich möglicherweise im Bereich eines Trittpfades. Die größte Distanz der Fallen W1 und W2 zu den Fängen auf der Skialm (K1-K6), legt die Vermutung nahe, daß die beiden Fallen sich mehr im Randbereich der Alm befanden.
Neben den Schlüssen, die man aus den Gesamtdaten ziehen kann (4.2) macht die graphische Auswertung der Indices vor allem die größere Heterogenität der Spinnenfauna der Wasserfallalm deutlich. Es ist wohl auch die Interpretation zulässig, daß die Skinutzung der Krautkaseralm einen "Druck" zu Homogenität und wenig anspruchsvollen Arten ausübt.
Die Darstellungen der beiden quantitativen Indices (Renkonen und Wainstein - obwohl letzterer ja eine Kombination aus Renkonen und Jaccard darstellt) und der beiden qualitativen Indices (Jaccard und Sørensen) sind untereinander sehr ähnlich. Die quantitativen Indices kumulieren die Einzelfallen (inbesondere der Skialm) deutlich stärker. Im Extremfall (Einbeziehung der Lycosiden) überlagern sind die Einzelfallen fast vollständig in je zwei Gruppen. Die qualitativen Indices zeigen für die vorliegende Untersuchung die selben Tendenzen wie die quantitiativen an, jedoch in weniger deutlicher Ausprägung. Bei ähnlicheren Standorten wäre eine graphische Trennung nur über die quantitativen Indices möglich. Es ist für die Auswertung mit Ähnlichkeitsindices zu empfehlen, mehrere Indices mit verschiedenen Variationen (im vorliegenden Fall: ohne Lycosiden, nur Linyphiiden) auszuprobieren, um Effekte die durch eine oder wenige Arten (vorliegend wäre durch die Lycosidae, v. a. *Pardosa amentata*, die Falle W5 nicht von den Fallen der Skalm K1-K6 zu trennen!) bewirkt werden, deutlich zu erkennen. Für die vorliegende Auswertung der Daten mit Ähnlichkeitsindices ist festzustellen, daß auch eine Auswertung ohne die besonders laufaktiven Wolfspinnen, oder auch nur auf Basis der artenreichsten Familie der Linyphiidae (Zwerg- und Baldachnispinnen) die gleichen Tendenzen, wie auf Basis aller Spinnen zeigt. Eine breitere Gültigkeit läßt sich daraus wohl nicht ableiten.

Die graphische Darstellung der "ökologischen Verwandschaft" der Arten zeigt ebenfalls eine deutliche Trennung in zwei Gruppen (Kap. 3.4, Abb. 2). Die Arten der ersten Gruppe (Nr. 2, 3, 5, 7, 15, 16, 17 - Code s. Tab. 1) sind (mit einer Ausnahme) weit verbreitete Arten, die in einem weiten Spektrum von Biotopen zu finden sind. Die Ausnahme bildet *Leptorhoptrum robustum* (Nr. 5), die in niedrigeren Meereshöhen eine anspruchsvollere Feuchtgebietsart ist, aber in größeren Meereshöhen durchaus typisch für Almen zu sein scheint (vgl. MAURER & HÄNGGI 1990). Der zweiten Gruppe (4, 9, 11, 12, 18, 19, 20, 21, 22, 25 - Code s. Tab. 1) gehören Waldarten, Arten mit höheren Biotopansprüchen, und Arten der montanen und alpinen Bereiche an (lediglich die genauen Biotopansprüche von *Lepthyphantes mengei* sind bisher nicht zu verstehen, stärkere Nutzung toleriert diese Art aber auch im "Flachland" nicht). Hervorzuheben ist die Sonderstellung von *Centromerita bicolor* (Art Nr. 10, Pfeil in Abb. 2). Diese Baldachinspinne ist eine winteraktive Art zahlreicher offener Biotoptypen. Sie wurde in der vorliegenden Untersuchung fast nur in den letzen zwei Wochen der Fangperiode gefangen, und wäre wohl nur durch einen längeren Fangzeitraum im Herbst einer der beiden Artengruppen zuzuordenen.
Die Darstellung der Ähnlichkeitsindices der Arten ist ebenfalls als optische Hilfe anzusehen. Unterschiede, die aus Tabellen schwerer abzulesen sind, können so besser deutlich gemacht werden. Bei einer Untersuchung vielfältigerer Biotoptypen stellt dies jedoch eine größere Hilfe dar, da die Übersichtlichkeit von Tabellen dann stark abnimmt.

4.4 Vergleich mit den Laufkäfer- und Weberknechtdaten

Die vorliegende Auswertung erbringt für die Spinnenfauna vielfältigere und deutlichere Differenzierungen zwischen der für den Skibetrieb genutzten Krautkaseralm und der unerschlossenen Wasserfallalm (3.1 und 3.2), als die von HAMMELBACHER & MÜHLENBERG (1986) auf Artenebene ausgewerteten Tiergruppen Laufkäfer und Weberknechte. Auf eine phänologische Auswertung (wie bei HAMMELBACHER & MÜHLENBERG 1986) wurde für die Spinnen verzichtet. Unterschiede wären auch dabei zu dokumentieren (BLICK 1993). Insgesamt verstärken die Spinnenergebnisse die bisherigen Befunde deutlich.

Den Anteil von 15% Waldspinnenarten (vgl. 3.2) auf der Wasserfallalm führe ich, im Gegensatz zu HAMMELBACHER & MÜHLENBERG (1986), die die dort dominierenden Wald-Laufkäfer als Relikte der Zeit vor der Rodung (12. bis 15. Jahrhundert) ansehen, auf das feuchte Klima in der untersuchten Höhenlage (1200 m), die Nordwestexposition, sowie die weit geringere Störung der Wasserfallalm durch den fehlenden Skibetrieb zurück. Dadurch werden Waldarten Überlebensmöglichkeiten geboten.

5. Zusammenfassung

Die epigäische Spinnenfauna zweier Almen (Berchtesdgadener Alpen, Deutschland) wurde untersucht. Eine Alm wird für den Skibetrieb genutzt und die andere ist nicht erschlossen.

Die Ergebnisse werden tabellarisch, nach groben ökologischen Typen und auf Basis verschiedener Ähnlichkeitsindices ausgewertet. Die Daten zeigen deutliche Unterschiede (Artenzahl, Artenzusammensetzung, Ähnlichkeitswerte, Dominanzstruktur, Evenness und Diversität, ökologische Ansprüche der Arten, Vorkommen bemerkenswerter Arten) zwischen der Skialm und der unerschlossenen Alm, die auf die Skinutzung zurückzuführen sind. Verschiedene Ähnlichkeitsindices in verschiedenen Varianten (auch ohne Lycosidae, nur mit Linyphiidae, Artenvergleich auf Basis zweier Indices) werden graphisch dargestellt und diskutiert. Die Ergebnisse werden mit den Laufkäfer- und Weberknechtbefunden verglichen. Die Skialm weist eine stark gestörte Spinnenfauna auf, die nicht als typisch alpin zu erkennen ist, während die unerschlossene Alm einen Großteil spezialisierte und auch für die Höhenlage typische Arten beherbergt. Spinnen erweisen sich als aussagekräftige Gruppe auch für derartige Fragestellungen.

Literatur

BLICK, T., 1993: Spinnenbeifänge (Arachnida: Araneae) aus dem Nationalpark Königssee (leg. Hammelbacher 1983). - Unpubl. Bericht Bayer. Landesamt Umweltsch.: 28 S.

BLICK, T., 1994, (i. Dr.): *Erigonella subelevata*, *Coelotes solitarius* und *Xysticus gallicus* neu für Deutschland, sowie weitere bemerkenswerte Spinnenarten aus dem Berchtesgadener Gebiet (Araneae). - Arachnol. Mitt. 7.

BLICK, T. & M. SCHEIDLER (& Mitarbeiter/-innen), 1991: Kommentierte Artenliste der Spinnen Bayerns (Araneae). - Arachnol. Mitt. 1: 27-80.

CZERMAK, B., 1981: Autökologie und Populationsdynamik hochalpiner Araneen unter besonderer Berücksichtigung von Verteilung, Individuendichte und Biomasse in Grasheidebiotopen. - Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogr. Hohe Tauern 4: 101-151.

FLATZ, U., 1988: Bestand, jahreszeitliche Dynamik und Diversität von epigäischen Wiesenspinnen (Arachnida, Aranei) des Innsbrucker Mittelgebirges (Nordtirol, Österreich). - Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck 75: 125-142.

HAMMELBACHER, K., 1985a: Untersuchungen über die Arthropodenfauna, insbesondere Laufkäfer und Weberknechte, auf Almwiesen mit und ohne Skibetrieb. - Unpubl. Diplomarbeit Univ. Würzburg: 75 S.

HAMMELBACHER, K., 1985b: Untersuchungen über die Weberknecht- und Laufkäferfauna von Almwiesen mit unterschiedlicher Belastung. - Unpubl. Bericht zum MaB-6-Projekt Berchtesgaden: 44 S.

HAMMELBACHER, K. & M. MÜHLENBERG, 1986: Laufkäfer- (Carabidae) und Weberknechtarten (Opiliones) als Bioindikatoren für Skibelastung auf Almflächen. - Natur und Landschaft 61 (12): 463-466.

HOLM, Å. & T. KRONESTEDT, 1970: A taxonomic study of the wolf spiders of the *Pardosa pullata*-group (Araneae, Lycosidae). - Acta ent. bohemoslov. 67: 408-428, pl. I-IV.

MAURER, R. & A. HÄNGGI, 1990: Katalog der schweizerischen Spinnen. - Doc. Faun. Helv. 12: ohne Pag.

MEYER, E., 1993: Beeinflussung der Fauna alpiner Böden durch Sommer- und Wintertourismus in West-Österreich (Ötztaler Alpen, Rätikon). - Rev. suisse Zool. 100 (3): 519-527.

MÜHLENBERG, M. (& Mitarbeiter/-innen), 1989: Freilandökologie. 2. Aufl. - Quelle & Meyer (UTB 595), Heidelberg/Wiesbaden: 431 S.

d'OLEIRE-OLTMANNS, W., 1984: Das Projekt MaB 6 in Berchtesgaden, Planung, Struktur, Perspektiven. - Verh. Ges. Ökol. 12: 53-57.

PALMGREN, P., 1973: Beiträge zur Kenntnis der Spinnenfauna der Ostalpen. - Comment. Biol. Soc. Sci. Fennica 71: 1-52.

PUNTSCHER, S., 1980: Verteilung und Jahresrhythmik von Spinnen. Ökologische Untersuchungen an Wirbellosen des zentralalpinen Hochgebirges (Obergurgl, Tirol). - Veröff. Univ. Innsbruck 129: 1-106.
ROHLF, F. J., 1992: NTSYS-pc. Numerical taxonomy and multivariate analysis system. - Exeter/New York.
RUZICKA, V., 1987: Biodiagnostic evaluation of epigeic spider communities. - Ekologia/CSSR 6 (4): 345-357.
THALER, K., 1977: Epigäische Makroarthropoden, insbesondere Spinnen, im Bereich einer begrünten Schiabfahrt (Achenkirch, Tirol). - Beitr. Umweltgestaltung A 62 (Alpine Umweltprobleme, Teil I): 97-105.
THALER, K., 1989: Epigäische Spinnen und Weberknechte (Arachnida: Aranei, Opliones) im Bereich des Höhentransektes Glocknerstraße - Südabschnitt (Kärnten, Österreich). - Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogr. Hohe Tauern 13: 201-215.
THALER, K., AMANN, H., AUSSERLECHNER, J., FLATZ, U. & H. SCHÖFFTHALER, 1987: Epigäische Spinnen (Arachnida: Aranei) im Kulturland des Innsbrucker Mittelgebirges (900 m, Nordtirol, Österreich). - Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck 74: 169-184.
THALER, K., DE ZORDO, I., MEYER, E., SCHATZ, H. & H. TROGER, 1978: Arthropoden auf Almflächen im Raum von Badgastein (Zentralalpen, Salzburg, Österreich). - Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogr. Hohe Tauern 2: 195-233.

Adresse

Theo Blick, Tierökologie I, Universität, Postfach 101251, D-95440 Bayreuth
(Sonderdrucke über Privatadresse: Heidloh 8, D-95503 Hummeltal).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: 23_1994

Autor(en)/Author(s): Blick Theo

Artikel/Article: Spinnen (Arachnida: Araneae) als Indikatoren für die Skibelastung von Almflächen 251-262