

Spinnen (Arachnida, Araneae) im Winter – kleinräumige Unterschiede als Folge tageszeitlicher Temperaturschwankungen

Julia Käser, Valentin Amrhein & Ambros Hänggi

Abstract: Spiders (Arachnida, Araneae) in winter – differences in the appearance of species in small-scale spaces as a response to daily temperature fluctuations. Pitfall traps were positioned for the investigation of the spider fauna at the northern and southern slopes of three mountain ridges (Chilchberg, Riedberg, and Buechenberg, municipalities Nunningen and Zullwil, canton Solothurn, Switzerland) within the Swiss Jura Mountains. The temperature in the upper litter was measured at three hour intervals. Independent of the weather more or less clear differences between northern and southern slopes could be observed. Maximum day temperature fluctuations of 15.8 °C were measured. There were no significant differences in spider communities based on quantitative comparison methods. However, a qualitative analysis showed major differences in species composition. More than 50% of all species per investigation area showed clear preferences for the northern or the southern slope, with more than two thirds of the individuals only found on either the north or south slopes.

Key words: appearance of adults, daily temperature, forests, Jura mountains, Switzerland, winter fauna

Im Zusammenhang mit der Diskussion um den Klimawandel kommen verstärkt auch Spinnen ins Gespräch. Dabei stehen zwei Themenfelder im Vordergrund:

- 1) Neue invasive Arten und deren Einfluss auf die einheimische Fauna;
- 2) Effekte auf die Autökologie einheimischer Arten, wie zum Beispiel die Verschiebung der Reifezeit.

Während zum Thema „invasive Arten“ bereits eine ganze Reihe von Arbeiten vorliegen (zum Beispiel BLICK et al. 2006, BONTE et al. 2002, HÄNGGI & BOLZERN 2006, KOBELT & NENTWIG 2008, WUNDERLICH & HÄNGGI 2005), sind die Fragen rund um die möglichen Auswirkungen des Klimawandels (Temperaturanstieg) auf die indigene Spinnenfauna noch wenig untersucht (EICHENBERGER et al. 2009, GOBBI et al. 2006, JIMÉNEZ-VALVERDE & LOBO 2007, KIRITANI 2006). Jean-Pierre Maelfait,

inzwischen leider viel zu früh verstorben, hat während des 24. European Congress of Arachnology 2008 in seinem nicht publizierten Vortrag eine Analyse von rund 20 Jahren Spinnenfängen vorgestellt. Dabei wurde untersucht, ob der Beginn des Auftretens der ersten adulten Tiere einer Art mit den Jahresmitteln der Temperatur korreliert ist. Maelfait hat darauf hingewiesen, dass die Ergebnisse nicht schlüssig sind: für einige Arten war ein früheres Auftreten der ersten Individuen festzustellen, für andere nicht.

Dabei stellt sich die Frage, ob die Jahresdurchschnittstemperatur für die Entwicklung der Spinnen überhaupt relevant ist. Ganz allgemein ist der Kenntnisstand betreffend Autökologie der Arten eher gering. Auch heute noch werden die Angaben von TRETZEL (1952) hinsichtlich ökologischer Ansprüche bzw. von TRETZEL (1954) in Bezug auf Reifezeiten mangels genauerer, neuerer Informationen regelmässig zitiert. Nur ganz vereinzelt dokumentieren Arbeiten die autökologischen Ansprüche einzelner Arten (ENGELHARDT 1964, FRICK et al. 2007a, 2007b, JIMÉNEZ-VALVERDE & LOBO 2007, ROMERO & VASCONCELLOS-NETO 2005). Demgegenüber ist es auffällig, dass bei den meisten Versuchen, Arten ökologisch zu charakterisieren, als Referenzeinheiten irgendwelche makroökologischen Nischen (Makrohabitate), wie zum Beispiel pflanzensoziologische Einheiten, hinzugezogen werden (z. B. HÄNGGI et al. 1995, SCHULTZ & FINCH 1996). Dies wird aus praktischen Gründen weiterhin

Julia KÄSER, Naturhistorisches Museum Basel, Augustiner-gasse 2, CH-4001 Basel, Institut für Natur-, Landschaft- und Umweltschutz (NLU), Universität Basel, St. Johannis-Vorstadt 10, CH-4056 Basel, k.julia@gmx.net

Valentin AMRHEIN, Universität Basel, Zoologisches Institut, Vesalgasse 1, CH-4051 Basel, Forschungsstation Petite Camargue Alsacienne, Rue de la Pisciculture, F-68300 Saint-Louis, v.amrhein@unibas.ch

Ambros HÄNGGI, Naturhistorisches Museum Basel, Augustiner-gasse 2, CH-4001 Basel, ambros.haenggi@bs.ch

eingereicht: 11.6.2009, akzeptiert: 25.2.2010; online verfügbar: 10.5.2010

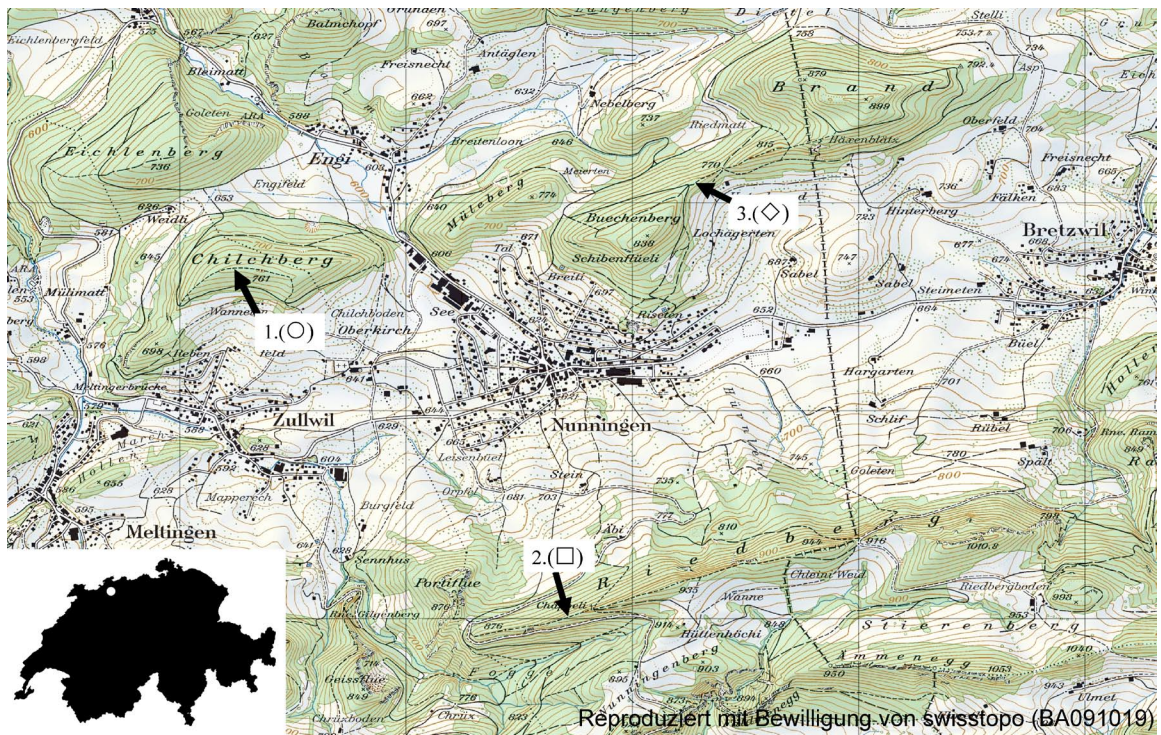


Abb. 1: CH: Kt. Solothurn, Nunningen mit den drei untersuchten Hügelskammen. 1. (O) Chilchberg; 2. (□) Riedberg; 3. (◇) Buechenberg; Länge eines Quadrats entspricht 1 km.

Fig. 1: Switzerland, Canton Solothurn, Nunningen with the three investigated mountain ridges. 1. (O) Chilchberg; 2. (□) Riedberg; 3. (◇) Buechenberg; Length of a quadrate equals 1 km.

immer dann der Fall sein, wenn es darum geht, eine Zusammenstellung über viele Arten zu bieten. Bei der Betrachtung der wirklichen ökologischen Ansprüche einzelner Arten und damit auch den Reaktionen der Arten auf Änderungen der Umwelteinflüsse sind aber ganz andere Ansätze gefragt. Nicht der Grosslebensraum, zum Beispiel „Xerobrometum“, bestimmt das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein einer Art, sondern die Verhältnisse genau dort, wo das betreffende Tier lebt: Auf Blättern, in Gebüsch, in und um Kleinhohlräume, in der Baumrinde oder in und auf den obersten zwei Zentimetern der Streuschicht. Hier herrschen im Detail ganz andere Verhältnisse als bei der Betrachtung der makroökologischen Parameter des Lebensraumes „Xerobrometum“, wie schon BAUCHHENS (1990) sehr eindrücklich zeigen konnte.

Bei dieser genaueren Betrachtungsweise wird auch klar, dass eine Korrelation zwischen Jahrestemperaturmittel und zeitlichem Auftreten erster Adulti einer Art wohl kaum funktioniert. Wenn die Temperatur eine Rolle spielen sollte, so müsste das eher die Temperatur im Winter oder Frühling sein, welche es den Spinnen früher oder später erlaubt, aktiv zu

werden. Mit der vorliegenden Arbeit, welche auf der Masterarbeit von KÄSER (2008) basiert, werden drei Ziele verfolgt:

1. die Untersuchung von kleinräumigen Temperaturunterschieden in der obersten Streuschicht unterschiedlich exponierter Hänge,
2. die Analyse der Spinnengemeinschaften dieser Hänge unter Berücksichtigung dieser mikroklimatischen Unterschiede als mögliche Einflussgrösse für die Artenzusammensetzung,
3. die Beschaffung von Informationen über die Winteraktivität der Spinnen.

Material und Methode

Projektgebiet und Untersuchungsflächen

Die Spinnenfänge fanden in Nunningen und Zullwil, Kanton Solothurn statt. Das Gebiet liegt im Nordwesten der Schweiz an erhöhter Lage zwischen zwei Juraketten (Abb. 1). Die typische Faltenjuralandschaft ist zusammengesetzt aus 45% Wald, ebensoviel Landwirtschaftsgebiet und die restlichen 10% sind überbaute Fläche.

Die Untersuchungsgebiete lagen auf drei Jurakämmen: Chilchberg (mit einem Kreis gekennzeichnet), Riedberg (Kennzeichen Quadrat) und Buechenberg (Kennzeichen Rhombus) (Abb. 1). Sie verlaufen von Ost nach West, besitzen also ausgeprägte Nord- (ausgefüllte Symbole) und Südhänge (offene Symbole). Alle drei Untersuchungsgebiete befinden sich im Wald. Die dominierenden Baumarten sind am Südhang Rot-Buche (*Fagus sylvatica*) und Wald-Föhre (*Pinus sylvestris*) und am Nordhang Weisstanne (*Abies alba*) und Rot-Buche.

Lage

Untersuchungsgebiet 1 auf dem Chilchberg (Nordhang ● / Südhang ○): Es liegt nordwestlich des Dorfzentrums von Nunningen auf dem Gemeindegebiet von Zullwil (Abb. 1, Tab. 1 und 2). Mit einer Höhe von ca. 760 m ü. NN. ist es das tiefstgelegene Untersuchungsgebiet.

Untersuchungsgebiet 2 auf dem Riedberg (Nordhang ■ / Südhang □): Es liegt südlich des Dorfzentrums von Nunningen und befindet sich auf einer Höhe von ca. 890 m ü. NN (Abb. 1, Tab. 1 und 2). Dieses Untersuchungsgebiet befindet sich in einem kantonalen Waldreservat.

Untersuchungsgebiet 3 zwischen Buechenberg und Brand (Nordhang ◆ / Südhang ◇): Es befindet sich nordöstlich des Dorfkerns von Nunningen und liegt auf 780 m ü. NN. (Abb. 1, Tab. 1 und 2).

Habitatparameter

Es fand eine Biotoperfassung nach HÄNGGI (1992) statt. Neben den Vegetationsstrukturparametern (Kraut-, Strauch- und Baumschichtbedeckung) wurden auch die Hangneigung, die Exposition, die Beschattung, die Ausprägung der Mooschicht und Streuschicht sowie der Anteil Steine aufgenommen. Alle Parameter beziehen sich auf eine Fläche von

Tab. 1: Geographische Lage und Habitattypen der Untersuchungsflächen.

Tab. 1: Geographical data and habitat types for the sites.

Legende: Ausgefüllte Symbole = Nordhänge; Leere Symbole = Südhänge / filled symbols = north facing slopes; open symbols = south facing slopes; Kreis = Chilchberg; Quadrat = Riedberg; Rhombus = Buechenberg / circle = Chilchberg; quadrat = Riedberg; diamond = Buechenberg; 5 = 5 m Abstand zum Hügelkamm; 30 = 30 m Abstand zum Hügelkamm / 5 = 5 metres distance to the mountain ridge; 30 = 30 metres distance from the mountain ridge

Symbol	Untersuchungs- gebiet	Standort	Lebensraum	m. ü. NN	WGS84-Koordinaten	CH-Koordinaten
●5	Chilchberg	Nordhang 5 m	Weissseggen-Buchenwald	760	47°23'53"N, 7°26'2"E	612230/249686
●30	Chilchberg	Nordhang 30 m	Lungenkaut-Buchenwald	750	47°23'53"N, 7°26'2"E	612225/249710
■5	Riedberg	Nordhang 5 m	Tannen-Buchenwald	890	47°22'59"N, 7°37'12"E	613713/248024
■30	Riedberg	Nordhang 30 m	Tannen-Buchenwald	880	47°22'59"N, 7°37'12"E	613701/248033
◆5	Buechenberg	Nordhang 5 m	Zahnwurz-Buchenwald	780	47°24'7"N, 7°37'41"E	614313/250126
◆30	Buechenberg	Nordhang 30 m	Zahnwurz-Buchenwald	770	47°24'7"N, 7°37'41"E	614308/250139
○5	Chilchberg	Südhang 5 m	Weissseggen-Buchenwald	760	47°23'53"N, 7°26'2"E	612227/249675
○30	Chilchberg	Südhang 30 m	Weissseggen-Buchenwald in einer Ausbildung mit "kriechendem" Liguster	750	47°23'53"N, 7°26'2"E	612224/249657
□5	Riedberg	Südhang 5 m	Blaugras-Buchenwald mit Eichenfarn	890	47°22'59"N, 7°37'12"E	613728/248011
□30	Riedberg	Südhang 30 m	Linden-Zahnwurz-Buchen- wald in einer Ausbildung mit Immenblatt	880	47°22'59"N, 7°37'12"E	613730/247990
◇5	Buechenberg	Südhang 5 m	Lungenkaut-Buchenwald mit Immenblatt	780	47°24'7"N, 7°37'41"E	614319/250108
◇30	Buechenberg	Südhang 30 m	Lungenkaut-Buchenwald mit Immenblatt	770	47°24'7"N, 7°37'41"E	614336/250091

Tab. 2: Charakterisierung der Untersuchungsflächen.**Tab. 2:** Description of the study sites.

*1 = voll exponiert; 2 = ½ exponiert; 3 = Vollschatten / 1 = fully exposed; 2 = ½ exposed; 3 plain shadow. **1 = viel; 2 = vorhanden; 3 = wenig; 4 = keine / 1 = a lot; 2 = existent; 3 = few; 4 = none. Legende siehe/see Tab. 1

	Standorte											
Parameter	○5	○30	□5	□30	◇5	◇30	●5	●30	■5	■30	◆5	◆30
Neigung %	20	30	30	30	35	35	20	30	50	50	40	40
Exposition	S	S	SSO	SSO	SSO	SSO	N	N	NNW	NNW	NNW	NNW
Sonnenexposition (1,2,3)*	2	2	1	1	2	2	2	2	3	3	2	2
Moosschicht (1,2,3,4)**	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3
Krautschichtbedeckung %	60	80	60	80	10	50	20	20	35	5	30	10
Strauchschichtbedeckung %	20	10	20	40	20	20	40	100	20	0	30	50
Baumschichtbedeckung %	80	90	80	50	95	90	70	40	90	80	90	70
Steindeckung %	5	0	30	10	5	0	10	5	5	5	5	5
Streuschicht (1,2,3,4)**	3	3	3	3	2	3	1	1	1	1	1	1

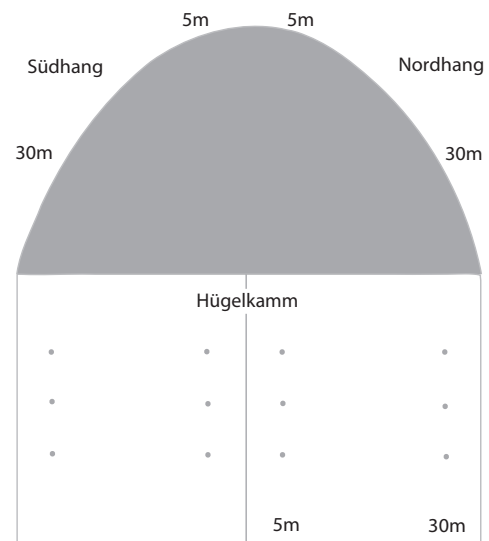
10 x 20 m rund um die Standorte der Fallen (Tab. 1 und 2).

Die Streuschicht wird als hauptsächlicher Lebensraum der epigäischen Spinnen verstanden. Diese war an den Nordhängen deutlich mächtiger als an den Südhängen (Tab. 2). Die Nordhänge sind durchschnittlich etwas steiler als die Südhänge. Die Kraut-, Strauch- und Baumschichtbedeckungen wurden am 21.05.2008 aufgenommen. Im Winter waren ihre Deckungsanteile deutlich kleiner. Somit konnte die Sonne im Winter ungehindert auf den Waldboden der Südhänge scheinen.

Die Daten zur pflanzensoziologischen Kartierung stammen aus dem Kommentar zur standortkundlichen Kartierung der Wälder im Kanton Solothurn (DANNER 1992).

Fangmethode

Pro Untersuchungsgebiet wurde je ein Transekt mit 4 Standorten festgelegt. Ein Standort war in 30 m Entfernung südlich des Hügelkamms, ein zweiter war 5 m südlich des Hügelkamms, die anderen zwei Standorte befanden sich auf der nördlichen Seite auch in 5 und 30 Meter Abstand zum Hügelkamm (Abb. 2). Pro Standort waren drei Fallen aufgestellt (Σ 36 Fallen) (HÄNGGI 1989). Je nach Auswertung wurden die Fänge dieser drei Fallen zusammengezählt und je als ein einziger Datenpunkt in die Auswertung aufgenommen oder es ging jede Falle für sich in die Auswertung ein. Pro Standort wurde je ein Tinytalk Temperature Data Logger (Gemini Data Loggers, Chichester, UK) in die oberste Streuschicht gelegt

**Abb. 2:** Position der Fallen im Querschnitt (oben) und in der Aufsicht (unten) eines Transektes.**Fig. 2:** Position of the traps within a transect from a cross-sectional (above) and from a top view (below).

(nie direkt im Sonnenlicht), also in den bevorzugten Lebensraum von Spinnen. Dieser zeichnete die Temperatur alle drei Stunden auf.

Als Fanggefäße dienten Bodenfallen modifiziert nach BARBER (1931). Die Resultate der Fallenfänge sind einerseits von der Dichte der Population und andererseits von der Aktivität der einzelnen Individuen abhängig (GREENSLADE 1964). Mit dieser Fangmethode wird daher nicht die gesamte Artendiversität erfasst, sondern die Resultate sind als Aktivitäts-

dichten der epigäischen Makrofauna zu verstehen (UETZ & UNZICKER 1976). Dennoch erlaubt diese Methode eine standardisierte Aufnahme der bewegungsaktiven epigäischen Makrofauna (BLICK 1999, MÜHLENBERG 1989) und kann bei identischem Methodendesign gut für vergleichende Analysen verwendet werden.

Die Fallen bestanden aus weissen Plastikbechern mit 7 cm Durchmesser und 5,5 cm Tiefe (212 ml Inhalt). Als Fangflüssigkeit diente 4% Formaldehydlösung in Wasser. Zur Verminderung der Oberflächenspannung wurde ein geruchsneutrales Detergens verwendet. Um die Fallen vor Regen zu schützen wurde mit Hilfe von drei Holzstäben eine transparente Plexiglasscheibe (15 x 15 cm) ca. 10 cm über der Falle montiert. Um Kleinsäuger, Amphibien und Reptilien zu schützen, wurden zusätzlich Drahtgitterhauben (Maschenweite 2 cm) über die Fallen gesetzt (Abb. 3). Der Abstand zwischen den drei Fallen innerhalb eines Standortes betrug 3 m. Die Bodenfallen waren während 11 Fangperioden vom 12.09.2007 bis zum 27. 04. 2008 fängig. Die Leerung fand im Herbst und Frühling alle 2 Wochen statt. Im Winter wurden die Fangperioden auf 4 Wochen verlängert, da wegen der geringeren Aktivität und der geringen Verdunstungsrate ein häufigeres Wechseln unnötig gewesen wäre und der Zugang zu den zum Teil sehr steilen Hängen bei Schnee sehr gefährlich und schwierig war (genaue Daten siehe Anhang 2). Die Fänge wurden in der folgenden Vegetationsperiode weitergeführt. Der daraus resultierende Ganzjahresfang wird später veröffentlicht (Hänggi & Käser in Vorbereitung).

Die Fänge wurden mit Hilfe eines Teesiebes (RUSSELL-SMITH 2005) ausgewaschen, in 75% Ethanol überführt und unter einem Stereomikroskop aussortiert.

Zur Bestimmung der adulten Spinnen wurde in erster Linie der Internetschlüssel der Universität Bern (NENTWIG et al. 2003) benutzt. Als weitere Hilfen dienten ROBERTS (1993), WIEHLE (1956, 1960) und, wo nötig, weitere Fachpublikationen. Die Nomenklatur der Spinnen folgt PLATNICK (2009). Juvenile und subadulte Spinnen wurden wenn möglich auf Gattungs- beziehungsweise Familienniveau bestimmt. Die angelegte Vergleichssammlung wurde zusammen mit den Beifängen im Naturhistorischen Museum Basel deponiert.

Auswertung

Juvenile und subadulte Spinnen wurden nicht in die Auswertung aufgenommen, da sie grösstenteils nur

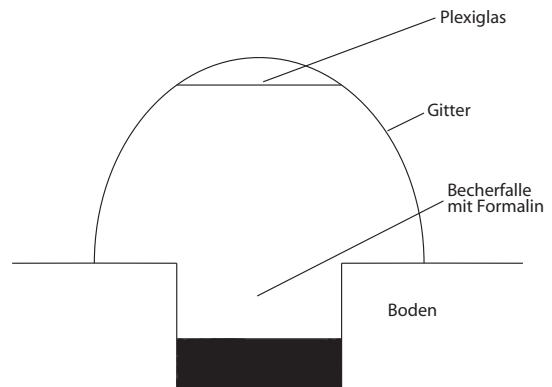


Abb. 3: Bodenfallen im Feld (oben) und schematische Zeichnung (unten).

Fig. 3: Pitfall trap as installed in the field (top) and its schematic design (bottom).

auf Familienebene bestimmbar waren (Ausnahme: erstes Auftreten juveniler Lycosidae im Frühjahr, vgl. Abb. 10).

Zur statistischen Auswertung wurden das Statistikprogramm R 2.8.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM 2008), sowie Microsoft® Office Excel 2003 verwendet. Die Fangzahlen pro Falle waren Poisson-verteilt. Um diese nicht-normale Verteilung zu berücksichtigen, wurden "generalized linear mixed models" GLMM (package lme4) (BATES et al. 2008), mit den Faktoren Fangperiode (12 levels), Distanz vom Hügelkamm (2 levels) und Nord-Süd-Ausrichtung (2 levels) verwendet. Als "random factor" wurden die Standorte und die Fallen eingefügt, die dafür korrigieren, dass die saisonalen Fangzahlen von den jeweils gleichen Fallen und Standorte stammten.

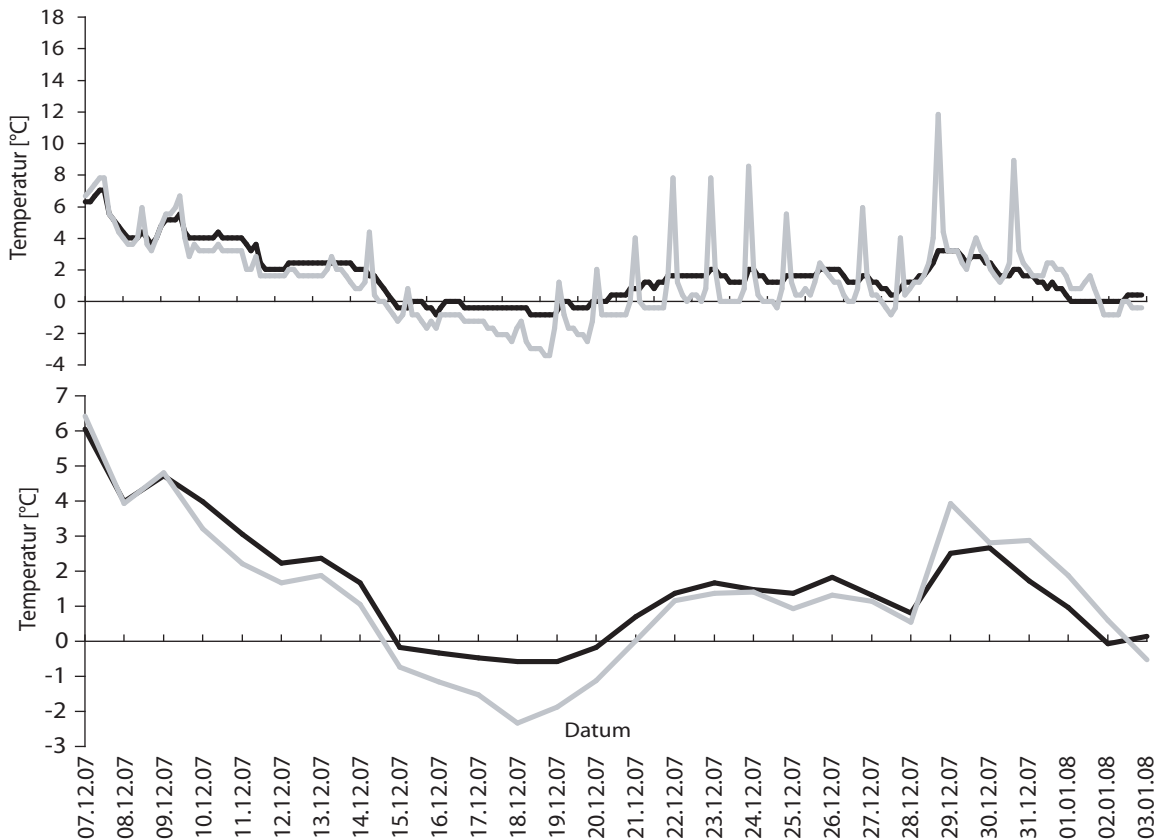


Abb. 4: Temperaturmessungen im Untersuchungsgebiet Chilchberg in der obersten Streuschicht während der **Fangperiode F** (07.12.2007 - 03.01.2008), jeweils in 5 m Abstand zum Hügelkamm: Schwarze Linie = Nordhang, graue Linie = Südhang; **oben:** Temperaturkurven (Messung im 3 Stunden Intervall), **unten:** Tagesdurchschnittswerte.

Fig. 4: Temperatures as measured in the upper litter at the Chilchberg site during the **period F** (07.12.2007 - 03.01.2008) at 5 m distances from the mountain ridge: Black line = north facing slope, grey line = south facing slope; **upper:** Temperature curves (as measured every 3 hours), **lower:** Daily mean temperatures.

Die Modell-Auswahl wurde nach CRAWLEY (2005) gemacht. Mittels "backward selection" wurden die nicht signifikanten „interactions“ und „main effects“ aus dem Modell entfernt.

Die Berechnung des Shannon-Wiener-Index ($H' = -\sum p_i \cdot \ln p_i$, p_i = Anteil einer Art i gemessen an der Gesamtzahl) und der dazugehörigen Evenness ($J = H' / \ln(S)$, S = Gesamtartenzahl) wurde nach MAGURAN (1988) und KREBS (1989) durchgeführt.

Für die qualitativen Analysen der Verbreitung der Arten über Nord- bzw. Südhänge wurden nur jene Arten einbezogen, welche mindestens mit 6 Individuen gefangen wurden.

Weitere Auswertungen, wie Vergleich von Artengemeinschaften, Korrespondenzanalyse und multivariate Analysen, werden später mit der Auswertung des Gesamtjahresfangs veröffentlicht (Hänggi & Käser in Vorbereitung).

Ergebnisse

Temperaturunterschiede – Vergleich zweier Fangperioden

Die grösste Temperatur-Amplitude innerhalb eines Tages lag bei 15,8 °C, die kleinste bei 0,0 °C. Während der ganzen Untersuchungsperiode (September-April) schwankte die Temperatur in den Untersuchungsgebieten zwischen -5,8 °C und 22,0 °C. Beide Extremwerte wurden an einem Südhang aufgezeichnet. Die Schwankungs-Amplitude war an den Nordhängen durchschnittlich um 6,6 °C kleiner als an den Südhängen. Um das Ausmass dieser unterschiedlichen Schwankungs-Amplituden zu illustrieren, wurden zwei zeitlich nahe zusammen liegende Fangperioden mit unterschiedlicher Witterung ausgesucht. In der Fangperiode (F) vom 06.12.2007 - 03.01.2008 (Abb. 4) herrschte in den ersten zwei Wochen durchgehend Bewölkung und

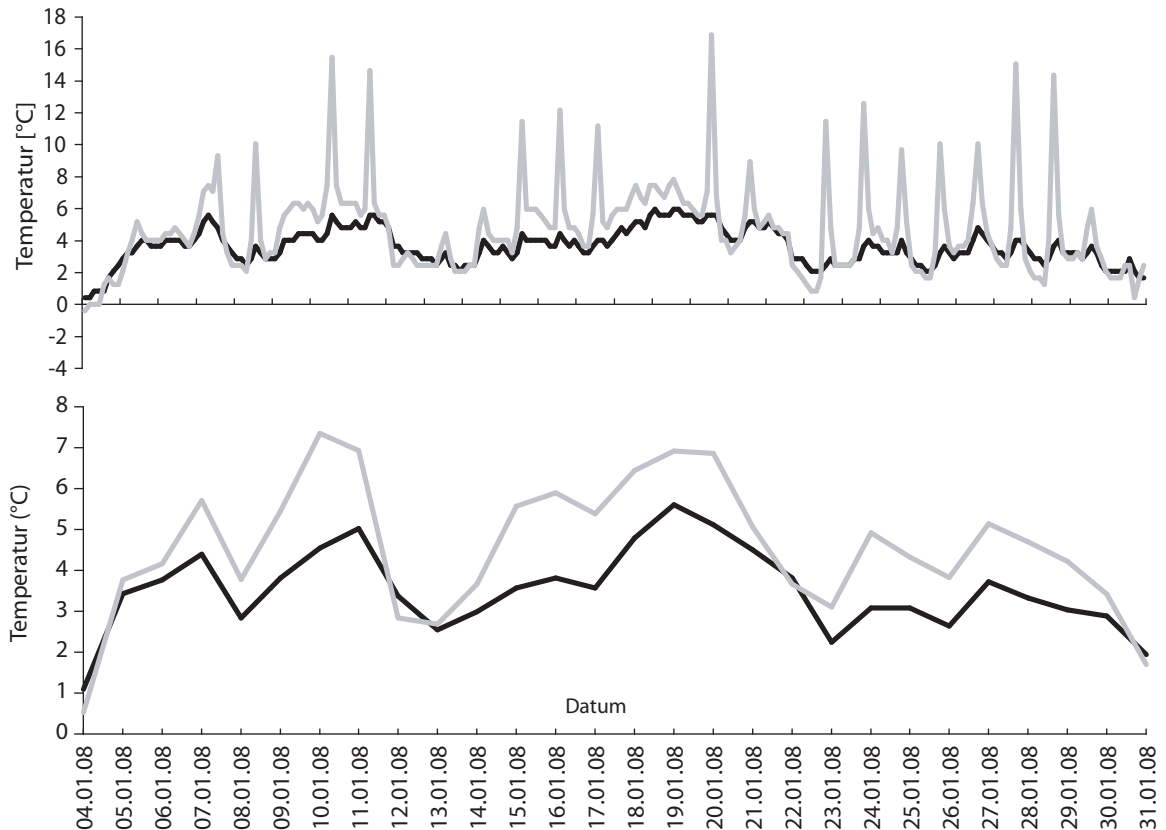


Abb. 5: Temperaturmessungen im Untersuchungsgebiet Chilchberg in der obersten Streuschicht während der **Fangperiode G** (04.1.2008 - 31.01.2008), jeweils in 5 m Abstand zum Hügelkamm: Schwarze Linie = Nordhang, graue Linie = Südhang; **oben:** Temperaturkurven (Messung im 3 Stunden Intervall), **unten:** Tagesdurchschnittswerte.

Fig. 5: Temperatures as measured in the upper litter in the Chilchberg site during the **period G** (04.1.2008 - 31.01.2008) at 5 m distances from the mountain ridge: Black line = north facing slope, grey line = south facing slope; **upper:** Temperature curves (as measured every 3 hours), **lower:** Daily mean temperatures.

gelegentlich Niederschlag. Die Temperatur in der Streuschicht über alle Untersuchungsgebiete gesehen schwankte während dieser Fangperiode zwischen $-4,9^{\circ}\text{C}$ und $+11,7^{\circ}\text{C}$. An den Nordhängen schwankte die Temperatur zwischen $-3,1^{\circ}\text{C}$ und $+7,3^{\circ}\text{C}$, an den Südhängen zwischen $-4,9^{\circ}\text{C}$ und $+11,7^{\circ}\text{C}$. Diese stärkere Schwankung an den Südhängen ist auch an den Temperaturkurven der zwei ausgesuchten Standorte (Chilchberg: 5 m Nord (●5) und 5 m Süd (O5)) zu erkennen (Abb. 4a). Von besonderem Interesse ist der Vergleich der Tagesspitzen und Tagesmittelwerte vom 20.12.2007 - 25.12.2007 (Abb. 4). Am Südhang sind klare Tageshöchstspitzen zu erkennen, während die Temperatur in der Nacht wohl wegen der fehlenden Blätter in den höheren Straten sogar tiefer ist als am Nordhang, der auch einen leicht höheren Anteil Nadelbäume aufwies. Der Nordhang zeigt demgegenüber nur geringe Schwankungen. Wegen

der tieferen Nachttemperaturen am Südhang sind die Tagesmittelwerte von Nord- und Südhang kaum zu unterscheiden (Abb. 4, unten). Der Unterschied der Individuenzahlen zwischen Nord- und Südhängen ist in dieser Fangperiode relativ klein (Abb. 6).

In der zweiten gezeigten Fangperiode (G) vom 03.01.2008 - 31.01.2008 (Abb. 5) war die Witterung, bis auf einzelne Tage, fast durchgehend sonnig und trocken. Hier wurden Minimaltemperaturen von $-1,4^{\circ}\text{C}$ und Maximaltemperaturen von $+16,7^{\circ}\text{C}$ in der Streu aufgezeichnet. Vor allem die Maximaltemperatur ist für diese Jahreszeit sehr beachtlich. An den Nordhängen schwankte die Temperatur zwischen $-1,0^{\circ}\text{C}$ und $+7,3^{\circ}\text{C}$, an den Südhängen zwischen $-1,4^{\circ}\text{C}$ und $16,7^{\circ}\text{C}$. An der Temperaturkurve ist zu erkennen, dass die Temperaturen des Südhanges immer am Mittag ihre Spitze erreichen, was auf die fast senkrechte Sonneneinstrahlung auf den Südhang im Winter zurückzuführen ist.

Tab. 3: Individuen- und Artenzahlen der Standorte und ihre jeweiligen Shannon-Wiener-Indices (H_s) und die Evenness (E_s). Decodierungen der Standortsymbole vgl. Tab. 1.

Tab. 3: Numbers of individuals and of species per site, with the relevant H' (Shannon-Wiener) and E (Evenness) indices. Codes for the sites as in Tab. 1.

Standorte	Individuenzahl	Artenzahl	H_s	E_s
●5	123	27	2,77	0,84
●30	141	29	2,74	0,81
■5	56	13	2,08	0,81
■30	109	19	2,17	0,74
◆5	117	21	2,8	0,92
◆30	115	15	2,25	0,83
○5	104	21	2,52	0,83
○30	153	20	2,48	0,83
□5	133	21	1,99	0,65
□30	197	16	1,89	0,68
◇5	150	22	2,39	0,77
◇30	98	22	2,59	0,84
Total	1496	58		

Diese Schönwetterphase zeigt sich auch in den am Südhang registrierten Individuenzahlen. Mit einer 2,4-fach höheren Individuenzahl an den Südhängen ist der Unterschied sehr gross (Abb. 6).

Die Fangzahlen an den Nord- bzw. Südhängen zeigen eine deutliche, signifikant unterschiedliche Entwicklung zwischen den beiden Perioden (Abb. 6; GLMM, interaction: $\chi^2 = 6,3$, $df = 1$, $p = 0,012$).

Gesamtfang

Insgesamt wurden vom 12.09.2007 - 27.04.2008 in 11 Fangperioden 1496 adulte Individuen an den drei Waldstandorten mit je Nord- und Südexposition erfasst. Die Individuen waren auf 58 Arten und 10 Familien verteilt (Anhang). Davon waren 1024 Individuen männlich und 472 weiblich. Das Geschlechterverhältnis betrug demnach 2,17:1.

661 der 1496 Individuen wurden an den Nordhängen erfasst, die restlichen 835 an den Südhängen. Die durchschnittliche Anzahl gefangener Individuen pro Falle und über alle Fangperioden gesehen war bezogen auf die Exposition signifikant unterschiedlich (Abb. 7; GLMM, $\chi^2 = 4,98$, $df = 1$, $p = 0,026$).

An den verschiedenen Standorten schwankten die Individuenzahlen zwischen 56 und 197, die Artenzahlen zwischen 13 und 29 (Tab. 3). Auffallend war der nördliche, obere Standort auf dem Riedberg

(■5), welcher sowohl bei den Individuenzahlen wie auch bei den Artenzahlen die tiefsten Werte zeigte (Tab. 3).

Arten- und Individuenzahlen der Untersuchungsgebiete und der jeweiligen Nord- und Südhänge

Im Untersuchungsgebiet 1, auf dem Chilchberg, wurden am meisten Individuen und Arten nachgewiesen (521 Individuen, 43 Arten, Anhang). Die gefangene Spinnenfauna am Nordhang des Chilchbergs war aus 264 Individuen (34 Arten) zusammengesetzt. Der Südhang wies mit 257 Individuen (27 Arten) eine etwas kleinere Artenzahl auf.

Vom Untersuchungsgebiet 2, dem Riedberg, wurden 495 Individuen aus 36 Arten bestimmt (Anhang). In diesem Untersuchungsgebiet war der Unterschied der Individuenzahlen zwischen Nord- (165 Individuen) und Südhang (330 Individuen) am grössten. Die Artenzahlen unterschieden sich aber nur leicht (25 resp. 27 Arten).

Untersuchungsgebiet 3, der Buechenberg, hatte mit 480 Individuen und 32 Arten am wenigsten Individuen und Arten (Anhang). Sowohl die Individuen- wie auch die Artenzahlen wiesen hier ähnliche Werte auf (Nordhang 232 Individuen aus 24 Arten, Südhang 248 Individuen aus 27 Arten).

Qualitativer Vergleich von Nord- und Südhängen

Ein Vergleich der numerischen Charakterisierung (Individuenzahlen, Artenzahlen, Diversitätswert H' , Evenness E) der Fänge an den verschiedenen Standorten zeigt, ausser bei den Individuenzahlen und zum Teil bei den Artenzahlen, keine grösseren Unterschiede (Tab. 3). Eine Analyse der Verteilung der einzelnen Arten ergab aber ein deutlich anderes Bild. Viele Arten konnten in den jeweiligen Untersuchungsgebieten nur an den Süd- oder an den Nordhängen nachgewiesen werden. Die meisten dieser Arten waren aber nur durch eine sehr kleine Individuenzahl vertreten und somit konnte keine verlässliche Aussage über das tatsächliche Vorkommen dieser Arten gemacht werden. Für die weitere Analyse wurden daher nur Arten betrachtet, die mit mindestens 6 Individuen nachgewiesen werden konnten. Einige dieser Arten zeigten klare Unterschiede im Nachweis für die Nord- beziehungsweise die Südhänge (Abb. 8). Bei 6 Arten wurden mehr als 2/3 der Individuen am Nordhang nachgewiesen, bei 7 Arten mehr als 2/3 am Südhang. Von den hier dargestellten Arten waren 16 (55%) relativ indifferent in Bezug auf die Hangexposition.

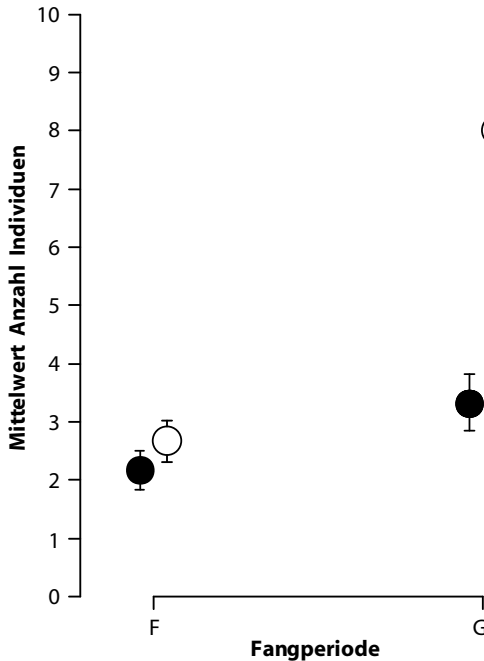


Abb. 6: Mittelwert (±SE) der erfassten Anzahl Individuen pro Falle und Hangexposition. Vergleich der Fangperiode F (06.12.2007 - 03.01.2008) und G (03.01.2008 - 31.01.2008). ● = Nordhänge; Gesamtindividuenzahlen: Fangperiode F = 39; Fangperiode G = 60. ○ = Südhänge; Gesamtindividuenzahlen: Fangperiode F = 48; Fangperiode G = 144.

Fig. 6: Mean (±SE) number of individuals captured per trap and slope exposition. Comparison of the periods F (06.12.2007 - 03.01.2008) and G (03.01.2008 - 31.01.2008). ● = North facing slopes; total number of individuals: period F = 39; period G = 60. ○ = South facing slopes; total number of individuals: period F = 48; period G = 144.

Wackenaeria obtusa zum Beispiel konnte mit 7 Individuen nur an den Nordhängen nachgewiesen werden. *Centromerus sellarius* war an den Nordhängen mit 36, an den Südhängen mit 5 Individuen vertreten. Auch *Tenuiphantes zimmermanni* zeigte die gleiche Tendenz. An den Nordhängen war diese Art mit 54, und an den Südhängen mit 9 Individuen vertreten. Die durchschnittliche Anzahl gefangener Individuen pro Falle unterschied sich je nach Exposition signifikant (Abb. 9a; GLMM, $\chi^2 = 23,30$, $df = 1$, $p < 0,001$).

Mansuphantes mansuetus zeigte eine gegenläufige Bevorzugung. Diese Art wurde häufiger an den Südhängen (127 Individuen) nachgewiesen als an den Nordhängen (5 Individuen). Am Buechenberg kam sie gar nicht vor. Die durchschnittliche Anzahl gefangener Tiere pro Falle war signifikant unterschiedlich an den Nord- und Südhängen (Abb. 9b; GLMM, $\chi^2 = 22,22$, $df = 1$, $p < 0,001$).

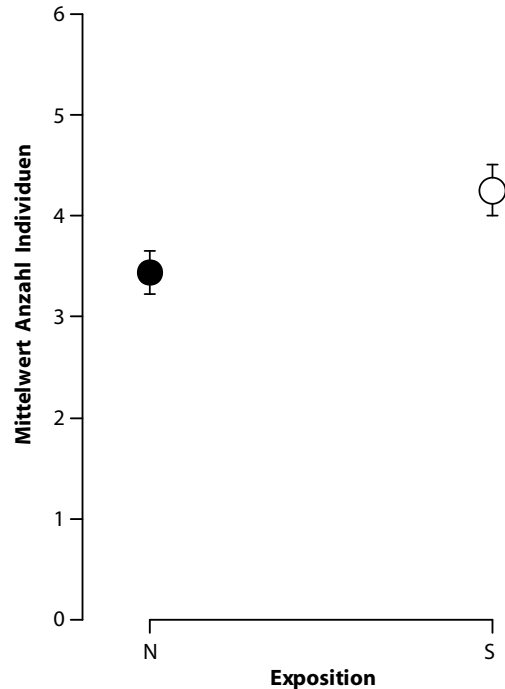


Abb. 7: Mittelwert (±SE) der erfassten Anzahl Individuen pro Falle und über alle Fangperioden. Vergleich der Hangexposition (Fangzeit: 12.09.2007 - 27.04.2008). ● = Nordhänge; ○ = Südhänge.

Fig. 7: Mean (±SE) number of individuals captured per trap over the entire study period. Comparison of the exposures (Total capture time: 12.09.2007 - 27.04.2008). ● = north facing slopes; ○ = south facing slopes.

Jacksonella falconeri wurde nur am Chilchberg und am Riedberg nachgewiesen, *Pardosa saltans* nur am Chilchberg und *Hahn timer pusilla* nur am Riedberg. Alle drei Arten wurden häufiger, *Pardosa saltans* und *Hahn timer pusilla* sogar ausschliesslich, an den Südhängen nachgewiesen. Die beiden letzteren Arten sind keine Winterarten, und mit Ausnahme eines Nachweises einer *Pardosa saltans* in der ersten Fangperiode im Herbst, wurden beide erst in den letzten zwei Fangperioden im Frühling nachgewiesen. Für diese vier Arten mit Präferenz der Südhänge gilt, dass sie im Verlauf des Sommers, also ausserhalb der hier vorgestellten Datenreihen, in geringer Zahl auch an Nordhängen festgestellt wurden (Hänggi & Käser in Vorbereitung).

Im Hinblick auf die Reaktion auf Temperaturschwankungen sind die auf der Bodenoberfläche sehr bewegungsaktiven Lycosidae von besonderer Bedeutung. Die Betrachtung aller Lycosidae (inkl. juvenile Tiere) bestätigte die Vermutung, dass sie an den Südhängen früher im Jahr auftreten als an den

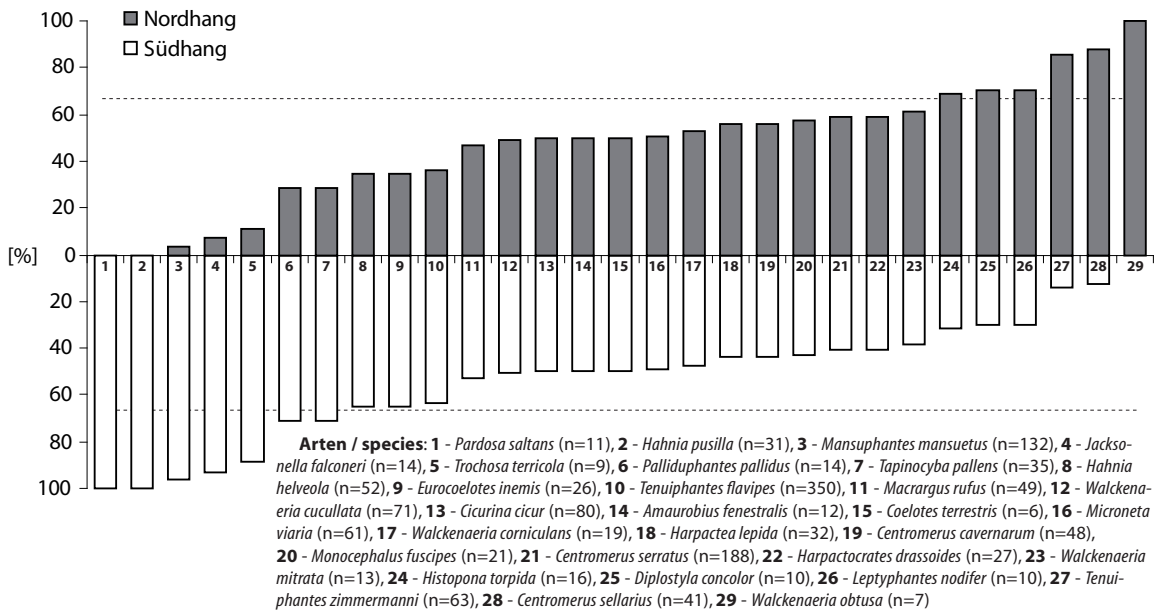


Abb. 8: Verteilung der Arten mit mindestens 6 erfassten Individuen (Individuenzahl in Klammern), auf Süd- bzw. Nordhängen in Prozent aller Individuen einer Art; punktierte Linie = $\frac{2}{3}$ der relativen Häufigkeit.

Fig. 8: Distribution of the species with at least 6 individuals captured (Number of individuals in parentheses), at the north and south facing slopes in percent of all individuals of a species; dotted line = $\frac{2}{3}$ of the relative abundance.

Nordhängen (Abb. 10). Während juvenile Lycosidae den ganzen Winter über vereinzelt an den Südhängen auftreten, wurden keine an den Nordhängen festgestellt. Vermehrtes Auftreten wurde an den Südhängen schon in Fangperiode I (21.02.2008 - 13.03.2008) registriert, an den Nordhängen erst nach den hier ausgewerteten Fangperioden.

Diese qualitativen Unterschiede in der Artenzusammensetzung zwischen den Nord- und Südhängen waren noch deutlicher, wenn nur die einzelnen Untersuchungsgebiete betrachtet wurden (Abb. 11). Die am stärksten ausgeprägte Verteilung der Arten auf Nord- oder Südhang ist am Hügelkamm des Riedbergs festzustellen (Abb. 11, Mitte). Dies ist der geomorphologisch extremste Hügelkamm der Untersuchung. Aber auch der Chilchberg zeigte einen sehr klaren Unterschied zwischen Nord- und Südhang. Mehr als 75% der Arten zeigten eine eindeutige Bevorzugung des Nord- oder Südhanges (mehr als $\frac{2}{3}$ der Individuen der Art nur am Nord- oder Südhang). Auf dem Buechenberg zeigten immerhin über 60% der Arten eine Bevorzugung des Nord- oder Südhanges. Trotz vergleichbarer Diversitätswerte (Tab. 3) ist die Artzusammensetzung der Nord- und Südhänge sehr unterschiedlich.

Diskussion

Fangmethode

Bei ökologischen Untersuchungen der epigäischen Fauna wird sehr oft mit Bodenfallen gearbeitet. Vor- und Nachteile dieser Methode wurden schon oft besprochen und sollen hier nicht wiederholt werden (siehe BLICK 1999, CURTIS 1980, HUHTA 1971, OBRIST & DUELLI 1996, RIECKEN 1999, TOPPING & SUNDERLAND 1992). Die in dieser Untersuchung verwendete Variante der Bodenfallen mit Schutzgittern (Maschenweite 2 cm) gegen Kleinsäuger und Reptilien mag einen quantitativen Einfluss auf die Fanghäufigkeit sehr grosser Spinnenarten haben, allerdings liegen dazu keine Vergleichsuntersuchungen vor. Immerhin weisen die Individuenzahlen von *Eurocoelotes inermis*, *Harpacea drassoides* und *Histopona torpida* darauf hin, dass auch relativ grosse Arten problemlos gefangen werden.

Das Leeren der Fallen in den Perioden mit Schnee führt sicher zu einem labilen Mikroklima in der unmittelbaren Umgebung der Fallen. Allerdings dürfte dieser Einfluss hier viel geringer sein, als beispielsweise bei den Untersuchungen von AITCHISON (1978) in Manitoba (Kanada) wo die viel tieferen Aussentemperaturen durch eine Schneedecke von 20 cm stärker ausgeglichen werden.

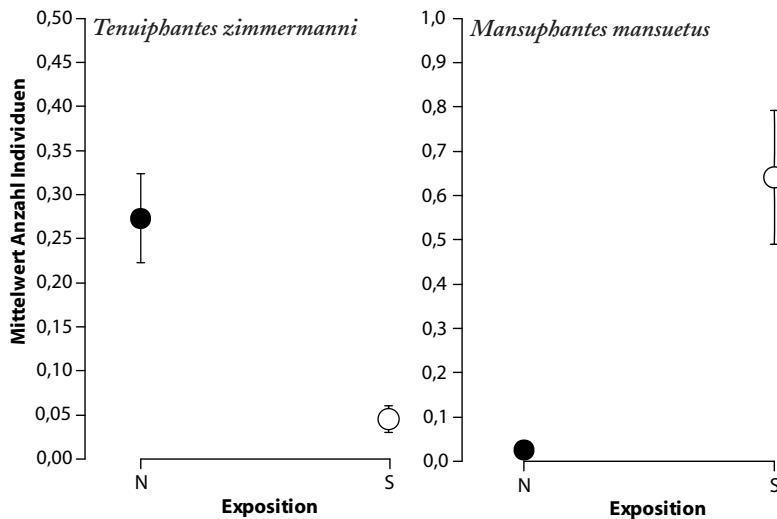


Abb. 9: Mittelwert (\pm SE) der erfassten Anzahl Individuen zweier Arten pro Falle und Periode. Vergleich der Hangexposition. (●= Nordhänge; ○= Südhänge).

Fig. 9: Mean (\pm SE) number of individuals of two species captured per trap over the entire study period. Comparison of the slope exposition of the trap. (●=north facing slopes; ○= south facing slopes).

Für das Design unserer Studie wäre es denkbar gewesen, mehrere Transekte über einen einzigen Hügelskamm entlang eines Jurahöhenzuges zu legen. Durch die Wahl von drei verschiedenen Hügelskammen sollte erreicht werden, dass die Allgemeingültigkeit erhöht und nicht nur eine Einzelsituation abgebildet wird. So waren ganz scharfe Grenzen zwischen Nord- und Südhang, wie die am Riedberg, ebenso vertreten wie ganz weiche Übergänge am Chilchberg.

Die auffallend niedrigen Art- und Individuenwerte des oberen, nördlichen Standortes des Riedberges (■5 in Tab. 3) sind schwierig zu interpretieren. Die Fallen an diesem Standort hatten keinen Ausfall zu verzeichnen. Da an allen Standorten drei Fallen standen und der Untergrund an diesem Standort aus einer mächtigen Nadelstreuschicht besteht, welche das Einsetzen der Fallen erleichtert hatte, ist es unwahrscheinlich, dass die niedrigen Zahlen auf technische Probleme zurückzuführen sind. Man muss davon ausgehen, dass die tiefen Zahlen die reale Aktivitätsdichte widerspiegeln. Der Standort liegt in einem sehr steilen (50°) Hang, mit einer Baumschichtbedeckung von 90%, die für sehr dunkle Verhältnisse sorgt. Auch führt die vorwiegend aus Nadeln bestehende Streu zu einem speziellen Mikroklima, welches vielleicht einige Arten negativ beeinflusst. Der Standort ist dem unteren Standort am Nordhang des Riedberges (■30 in Tab. 3) optisch sehr ähnlich. Dort wurden aber fast doppelt so viele Individuen erfasst.

Witterung und bodennahe Temperaturen

Um den Einfluss von Witterung und Temperatur auf die Arten- und Individuenzusammensetzung zu analysieren, wurden zwei Fangperioden miteinander verglichen. Für diesen Vergleich wurde versucht, eine Periode mit mehrheitlich bedeckter und eine Periode mit vorwiegend wolkenfreier Witterung auszusuchen. Diese sollten auch für die Vergleichbarkeit nicht zu weit auseinander liegen, um nicht saisonale Unterschiede anstatt der Witterungsunterschiede zu dokumentieren. Dies war nicht ganz einfach, da zwei Datalogger aus technischen Gründen ausgefallen waren. Dennoch waren klare Unterschiede zu

beobachten.

Die Temperaturkurven (Abb. 4 und 5) zeigen, dass die Temperaturen an den Südhängen in der Nacht oft unter die der Nordhänge fallen. Dies dürfte wohl auf die nicht vorhandene Laubdecke der Baumschicht zurückzuführen sein, die nachts ein stärkeres Abkühlen der Bodenoberschicht erlaubt. Dieser Effekt war vor allem bei Schönwetterphasen festzustellen, wobei gerade um die Winterwendezeit mit den kürzesten Tagen (vgl. 20.12.2007 - 29.12.2007 in Abb. 4) auch die kurzzeitige Erwärmung der Streuschicht über Mittag nicht ausreichte, um das Tagesmittel des Südhanges über jenes des Nordhanges zu bringen. Die Tiere an diesen Standorten hatten tagsüber mehr Wärmezufuhr, aber sie mussten aufgrund der stärkeren Absenkung in der Nacht auch viel grössere Temperaturschwankungen aushalten. Wir gehen davon aus, dass es diese extremen Schwankungen sind, welche als limitierende Faktoren für gewisse Arten angesehen werden müssen. Nicht die absoluten Temperaturwerte sind für die Arten entscheidend, sondern wohl viel mehr die Amplituden der verschiedenen Umweltfaktoren (vgl. auch BAUCHHENS 1990).

Diese deutlichen Unterschiede im Temperaturverlauf auf kleinstem Raum (die Standorte lagen nur rund 10 beziehungsweise 60 Meter auseinander) schlagen sich auch in den Individuenzahlen nieder. An den Südhängen wurden durchschnittlich signifikant höhere Individuenzahlen festgestellt (Abb. 7). Selbst-

verständlich ist an den Südhängen auch eine andere Vegetation vorhanden als an den Nordhängen, aber auch das dürfte weitgehend auf die unterschiedlichen Standortfaktoren zurückzuführen sein, selbst wenn frühere waldbauliche Massnahmen die Artenzusammensetzung mit beeinflussen. Die Unterschiede in den Individuenzahlen wurden umso deutlicher, je unterschiedlicher der Temperaturverlauf war: in Schönwetterphasen mit starker Sonneneinstrahlung und damit höheren Temperaturwerten an den Südhängen stiegen die nachgewiesenen Individuenzahlen an den Südhängen viel stärker an als an den Nordhängen (Abb. 6). Dies führt zu der Hypothese, dass der Witterungsverlauf in den Wintermonaten für die Entwicklung der einzelnen Individuen von besonderer Bedeutung ist. Diese Annahme wird auch durch das frühere Auftreten von Lycosiden an den Südhängen unterstützt (Abb. 10). An den Nordhängen konnten wir in den Wintermonaten praktisch keine Lycosiden nachweisen, während an den Südhängen in jeder Fangperiode juvenile Lycosiden gefangen wurden. Wir gehen davon aus, dass diese Aktivität in den Wintermonaten auch dazu führt, dass sich die Tiere schneller entwickeln und früher zur Reifehäutung gelangen. Das würde darauf hindeuten, dass für die Beurteilung von Verschiebungen der Reifezeit zumindest der frühjahr- und sommerreifen Arten wohl weniger die Jahresmittelwerte der Temperatur beachtet werden müssten, als vielmehr die Situation

in den Wintermonaten. Das könnte auch erklären, warum Maelfait (vgl. Einleitung) keine allgemeingültigen Tendenzen feststellen konnte.

Qualitativer Vergleich der Spinnenfaunen an unterschiedlicher Exposition

Bei der Analyse einzelner Hügelkämme (Abb. 11) sind einige Arten speziell anzusprechen. *Monocephalus fuscipes* wurde am Chilchberg nur am Nordhang und am Buechenberg nur am Südhang nachgewiesen (Anhang). Beide Hänge befinden sich in einem Buchenmischwald, welcher ein typisches Habitat dieser Art darstellt (HÄNGGI et al. 1995). *Cicurina cicur* wurde am Chilchberg und am Buechenberg an beiden Hängen nachgewiesen, am Riedberg aber ausschliesslich am Südhang. Dies könnte entweder darauf zurückzuführen sein, dass diese Art Nadel-Laub-Mischwälder meidet (HÄNGGI et al. 1995) oder dass an diesem Hang besondere mikroklimatische Bedingungen herrschen. Diese teilweise gegensätzlichen Befunde für einzelne Arten sind aber die Ausnahme. Die meisten Arten zeigten entweder keine oder eine konsequente Bevorzugung des Nord- oder Südhanges. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die beiden Standorte auf dem Chilchberg bzw. dem Buechenberg in der Nord- und Südexposition keine auffälligen strukturellen Unterschiede zeigen. Wir gehen daher davon aus, dass die hauptsächlichen Faktoren für die festgestellten Unterschiede die Sonneneinstrahlung

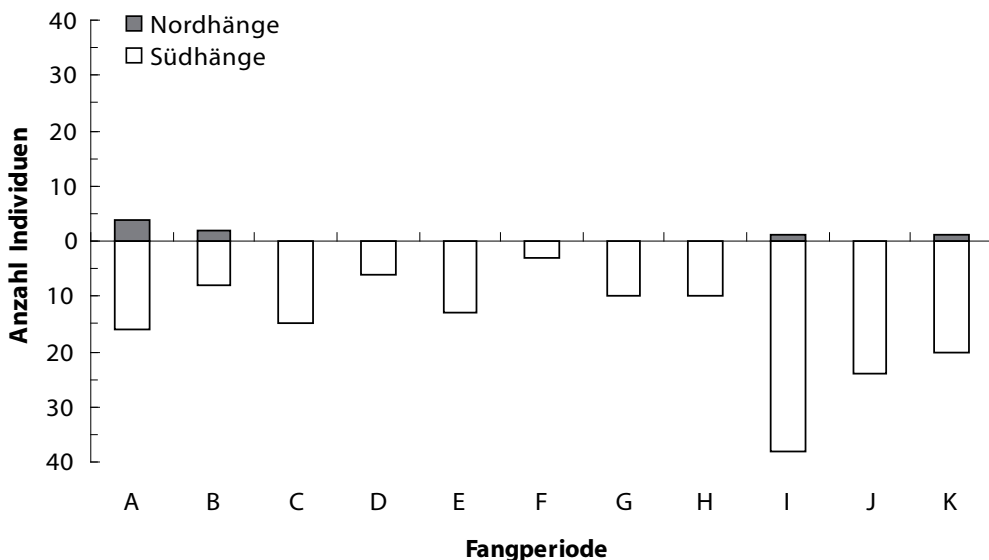


Abb. 10: Anzahl Lycosidae (inkl. juvenile Tiere) an den Nord- und Südhängen in den Fangperioden A-K (12.09.2007 - 27.04.2008); genaue Daten zu den Fangperioden vergl. Anhang 2.

Fig. 10: Number of Lycosidae (incl. juveniles) on the north and south facing slopes during the capture periods A to K (12.09.2007 - 27.04.2008); details see Appendix 2.

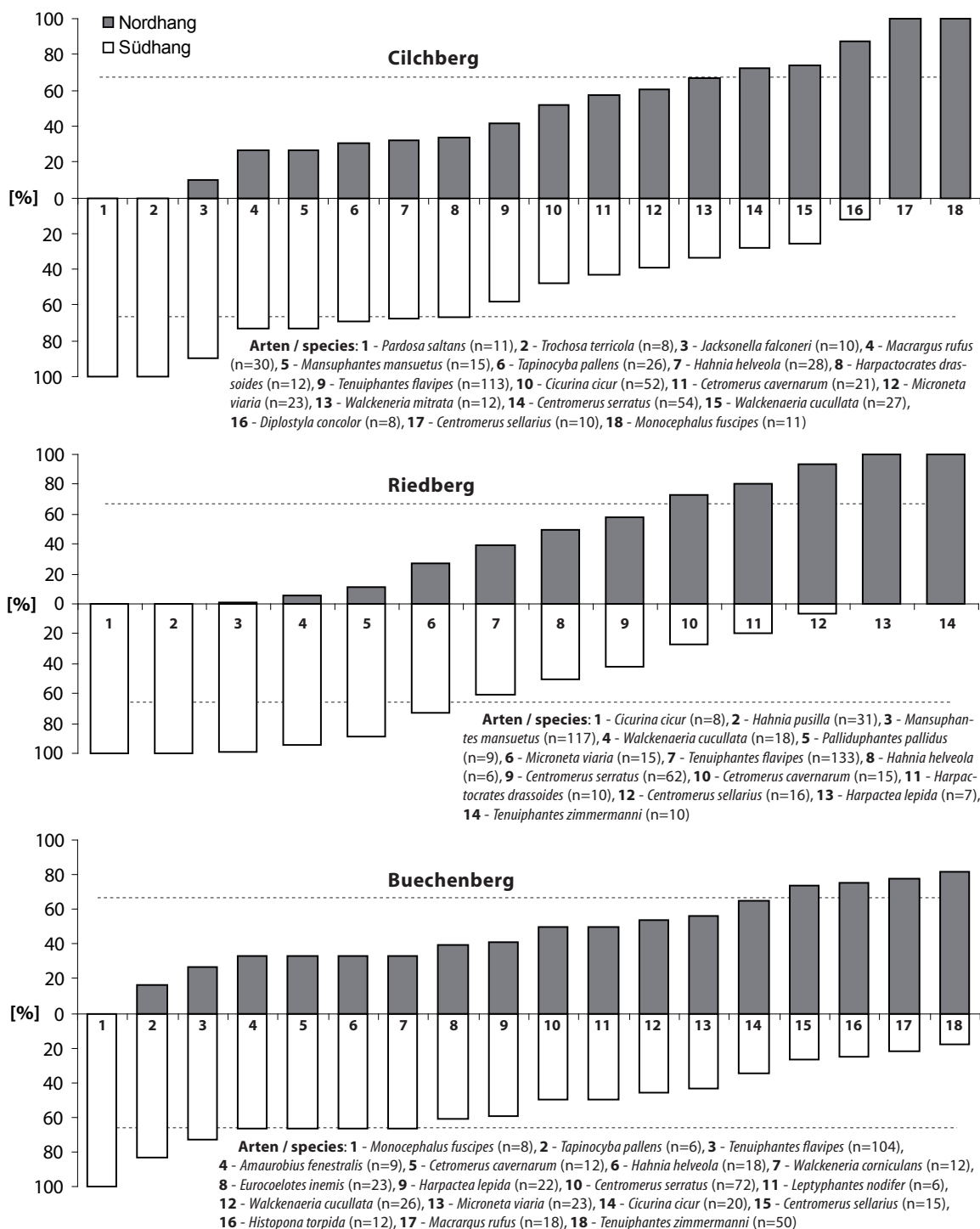


Abb. 11: Verteilung der Arten, mit mindestens 6 erfassten Individuen pro Untersuchungsgebiet, auf Süd- bzw. Nordhängen in Prozent; punktierte Linie = $\frac{2}{3}$ der relativen Häufigkeit.

Fig. 11: Distribution of those species with at least 6 individuals per study area, on the north and south facing slopes in percentages; dotted line = $\frac{2}{3}$ of the relative abundance.

und als Folge davon die Temperaturunterschiede in der obersten Bodenschicht sind. Unsere Ergebnisse bestätigen die Aussagen von BAUCHHENSS (1990) und HÄNGGI et al. (1995), die darauf hinweisen, dass eine autökologische Charakterisierung nicht alleine nur nach Makrohabitatangaben, wie zum Beispiel auf der Ebene pflanzensoziologischer Verbände, vorgenommen werden sollte.

Die quantitative Analyse der einzelnen Standorte zeigte keine wirklich grossen Unterschiede, bewegten sich doch die Messgrössen Artenzahl, Individuenzahl, Shannon-Index H' und Evenness allesamt in vergleichbaren Grössen (Tab. 3). Demgegenüber zeigt die Analyse der qualitativen Zusammensetzung der Faunen an den Nord- bzw. Südhängen (Abb. 11) sehr starke Unterschiede. Einzelne Arten zeigen ganz klare Bevorzugung der Nord- oder Südlage auf kleinstem Raum. Bis zu 75% der Arten waren mit mehr als 2/3 der Individuen nur in der einen oder anderen Hanglage anzutreffen.

Dank

Prof. Dr. Bruno Baur, Institut für Natur-, Landschafts- und Umweltschutz (NLU) Basel, möchten wir für die Betreuung der Masterarbeit der Erstautorin danken. Der Fachstelle Naturschutz des Kantons Solothurn (Amt für Raumplanung, Abteilung Natur und Landschaft) und dem Sachbearbeiter Rolf Glünkin danken wir für die Ausnahmegewilligung für die Sammeltätigkeit. Weiter danken wir dem Lotteriefonds des Kanton Solothurn für die finanzielle Unterstützung der weiterführenden Untersuchungen, dem Naturhistorischen Museum Basel für den Arbeitsplatz, Dr. Samuel Zschokke für die Hilfe bei der Programmierung und Auswertung der Datalogger. Für diverse Hilfestellungen danken wir Daniel Gloor und dem Kreisförster Martin Roth sowie vielen Kolleginnen und Kollegen für die Unterstützung bei der oft mühsamen und aufwändigen Feldarbeit im kalten Winter. Für wertvolle inhaltliche Hinweise und Korrekturen danken wir den Schriftleitern und den Gutachtern. Unser Dank geht ebenso an Jason Dunlop für die Überarbeitung der englischen Texte.

Literatur

- AITCHISON C.W. (1978): Spiders active under snow in southern Canada. – *Symposia of the Zoological Society of London* 42: 138-148
- BARBER H.S. (1931): Traps for cave-inhabiting insects. – *Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society* 46: 259-266
- BATES D., M. MAECHLER & B. DAI (2008): lme4: Linear mixed-effects models using S4 classes. – Internet: <http://cran.r-project.org/>
- BAUCHHENSS E. (1990): Mitteleuropäische Xerotherm- Standorte und ihre epigäische Spinnenfauna – eine autökologische Betrachtung. – *Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Hamburg* 31/32: 153-162
- BLICK T. (1999): Spinnentiere. In: *Handbuch landschafts- ökologischer Leistungen – Empfehlungen zur aufwands- bezogenen Honorarermittlung*. Selbstverlag der VUBD – Vereinigung umweltwissenschaftlicher Berufsverbände Deutschlands e.V. (Hrsg.), Nürnberg. S. 147-160
- BLICK T., A. HÄNGGI & R. WITTENBERG (2006): Spiders and allies – Arachnida. In: *Invasive alien species in Switzerland. An inventory of alien species and their threat to biodiversity and economy in Switzerland. – The environment in practice no. 0629*, Federal Office for the Environment FEON, Bern. S. 101-112
- BONTE D., P. CRIEL, L. BAERT & D. DE BAKKER (2002): The invasive occurrence of the Mediterranean dwarf-spider *Diplocephalus graecus* (O.-P. Cambridge, 1872) in Belgium (Araneae: Linyphiidae). – *Belgian Journal of Zoology* 132: 171-173
- CRAWLEY M.J. (2005): *Statistics: An introduction using R*. John Wiley & Sons Ltd., The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex. 327 S.
- CURTIS D.J. (1980): Pitfalls in spider community studies (Arachnida, Araneae). – *Journal of Arachnology* 8: 271-280
- DANNER E. (1992): Kommentar zur Standortskundlichen Kartierung der Wälder im Kanton Solothurn, Forstkreis IX, Thierstein. Beratungsgemeinschaft für Umweltfragen [BGU] (Hrsg.), Zürich. 218 S.
- EICHENBERGER B., E. SIEGENTHALER & M.H. SCHMIDT-ENTLING (2009): Body size determines the outcome of competition for webs among alien and native sheetweb spiders (Araneae: Linyphiidae). – *Ecological Entomology* 34: 363-368; doi: [10.1111/j.1365-2311.2008.01085.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.2008.01085.x)
- ENGELHARDT W. (1964): Die Mitteleuropäischen Arten der Gattung *Trochosa* C. L. Koch, 1848 (Araneae, Lycosidae). Morphologie, Chemotaxonomie, Biologie, Autökologie. – *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere* 54: 219-392
- FRICK H., C. KROPF & W. NENTWIG (2007a): Laboratory temperature preferences of the wolf spider *Pardosa riparia* (Araneae: Lycosidae). – *Bulletin of the British Arachnological Society* 14: 45-48
- FRICK H., W. NENTWIG & C. KROPF (2007b): Influence of stand-alone trees on epigeic spiders (Araneae) at the alpine timberline. – *Annales Zoologici Fennici* 44: 43-57
- GOBBI M., D. FONTANETO & F. DE BERNARDI (2006): Influence of climate changes on animal communities in space and time: the case of spider assemblages along an alpine glacier foreland. – *Global Change Biology* 12: 1985-1992; doi: [10.1111/j.1365-2486.2006.01236.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01236.x)

- GREENSLADE P.J.M. (1964): Pitfall trapping as a method for studying populations of carabidae (Coleoptera). – *Journal of Animal Ecology* 33: 301-310
- HÄNGGI A. (1989): Erfolgskontrollen in Naturschutzgebieten – Gedanken zur Notwendigkeit der Erfolgskontrolle und Vorschlag einer Methoden der Erfolgskontrolle anhand der Spinnenfauna. – *Natur und Landschaft* 64: 143-146
- HÄNGGI A. (1992): Biotoperfassung für Spinnenfänge (unpubl.). Bezug: A. Hänggi, Naturhistorisches Museum Basel. 2 S.
- HÄNGGI A. & A. BOLZERN (2006): *Zoropsis spinimana* (Araneae: Zoropsidae) neu für Deutschland. – *Arachnologische Mitteilungen* 32: 8-10
- HÄNGGI A., E. STÖCKLI & W. NENTWIG (1995): Lebensräume mitteleuropäischer Spinnen. Charakterisierung der Lebensräume der häufigsten Spinnenarten Mitteleuropas und der mit diesen vergesellschafteten Arten. – *Miscellanea Faunistica Helvetiae* 4: 1-459
- HUHTA V. (1971): Succession in the spider communities of the forest floor after clear-cutting and prescribed burning. – *Annales Zoologici Fennici* 8: 483-542
- JIMÉNEZ-VALVERDE A. & J.M. LOBO (2007): Potential distribution of the endangered spider *Macrothele calpeiana* (Araneae, Hexathelidae) and the impact of climate warming. – *Acta Zoologica Sinica* 53: 865-876
- KÄSER J. (2008): Kleinräumige Unterschiede in der Zusammensetzung der Spinnenfauna an Süd- und Nordhängen des Nunninger-Juras – mit spezieller Beachtung der Winterfauna. Masterarbeit. Universität Basel, Institut für Natur- Landschaft- und Umweltschutz (NLU). 44 S.
- KIRITANI K. (2006): Predicting impacts of global warming on population dynamics and distribution of arthropods in Japan. – *Population Ecology* 48: 5-12; doi: [10.1007/s10144-005-0225-0](https://doi.org/10.1007/s10144-005-0225-0)
- KOBELT M. & W. NENTWIG (2008): Alien spider introductions to Europe supported by global trade. – *Diversity and Distributions* 14: 273-280; doi: [10.1111/j.1472-4642.2007.00426.x](https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2007.00426.x)
- KREBS C.J. (1989): *Ecological methodology*. Harper & Row, New York. 654 S.
- MAGURRAN A.E. (1988): *Ecological diversity and its measurements*. Croom Helm, London. 179 S.
- MÜHLENBERG M. (1989): *Freilandökologie*. Quelle & Meyer (UTB), Heidelberg, Wiesbaden. 430 S.
- NENTWIG W., A. HÄNGGI, C. KROPF & T. BLICK (2003): Central European spiders. An internet identification key. – Internet: <http://www.araneae.unibe.ch>
- OBRIST M.K. & P. DUELLI (1996): Trapping efficiency of funnel- und cup-traps for epigeal arthropods. – *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 69: 361-369
- PLATNICK N.I. (2009): The world spider catalog. Version 9.5. American Museum of Natural History. – Internet: <http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog/index.html>
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2008): R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria. – Internet: <http://www.R-project.org>
- RIECKEN U. (1999): Effects of short-term sampling on ecological characterization and evaluation of epigeic spider communities and their habitats for site assessment studies. – *Journal of Arachnology* 27: 189-195
- ROBERTS M.J. (1993): *The spiders of Great Britain and Ireland*. Compact Edition. Harley Books, Colchester. 229 S. & 204 S.
- ROMERO G.Q. & J. VASCONCELLOS-NETO (2005): Spatial distribution and microhabitat preference of *Psecas chapoda* (Peckham & Peckham) (Araneae, Salticidae). – *Journal of Arachnology* 33: 124-134; doi: [10.1636/M03-9](https://doi.org/10.1636/M03-9)
- RUSSELL-SMITH T. (2005): Handling and sorting pitfall-trap catches. – *Newsletter of the British Arachnological Society* 105: 5-6
- SCHULTZ W. & O.-D. FINCH (1996): Biototypenbezogene Verteilung der Spinnenfauna der nordwestdeutschen Küstenregion. Cuvillier Verlag, Göttingen, 141 S.
- TOPPING C.J. & K.D. SUNDERLAND (1992): Limitations to the use of pitfall traps in ecological-studies exemplified by a study of spiders in a field of winter-wheat. – *Journal of Applied Ecology* 29: 485-491
- TRETZEL E. (1952): *Zur Ökologie der Spinnen (Araneae)*. Autökologie der Arten im Raum von Erlangen. – Sitzungsbericht der physikalisch-medizinischen Sozietät zu Erlangen 75: 36-131
- TRETZEL E. (1954): Reife- und Fortpflanzungszeit bei Spinnen. – *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere* 42: 634-691
- UETZ G.W. & J.D. UNZICKER (1976): Pitfall trapping in ecological studies of wandering spiders. – *Journal of Arachnology* 3: 101-111
- WIEHLE H. (1956): *Spinnentiere oder Arachnoidea (Araneae), X. Linyphiidae – Baldachinspinnen*. Gustav Fischer Verlag, Jena. 337 S.
- WIEHLE H. (1960): *Spinnentiere oder Arachnoidea (Araneae), XI. Micryphantidae – Zwergspinnen*, V. Gustav Fischer Verlag, Jena. 620 S.
- WUNDERLICH J. & A. HÄNGGI (2005): *Cicurina japonica* (Araneae) – eine nach Mitteleuropa eingeschleppte Kräuselspinnenart. – *Arachnologische Mitteilungen* 29: 20-24

Anhang 1: Arten und Individuenwerte der Untersuchungsgebiete.

Legende: Ausgefüllte Symbole = Nordhänge; Leere Symbole = Südhänge / filled symbols = north facing slopes; open symbols = south facing slopes; Kreis = Chilchberg; Quadrat = Riedberg; Rhombus = Buechenberg / circle = Chilchberg; quadrat = Riedberg; diamond = Buechenberg. 5 = 5 m Abstand zum Hügelkamm; 30 = 30 m Abstand zum Hügelkamm / 5 = 5 metres distance to the mountain ridge; 30 = 30 metres distance to the mountain ridge

Arten	♂/♀	Chilchberg				Riedberg				Buechenberg				Total
		●5	●30	○5	○30	■5	■30	□5	□30	◆5	◆30	◇5	◇30	
Dysderidae														
<i>Harpactea lepida</i> (C.L. Koch, 1838)	9/23	1	1	1		2	5			7	2	10	3	32
<i>Harpactocrates drassoides</i> (Simon, 1882)	11/16	3	1	2	6	3	5	2		4			1	27
Theridiidae														
<i>Crustulina guttata</i> (Wider, 1834)	1/0							1						1
<i>Pholcomma gibbum</i> (Westring, 1851)	1/0												1	1
<i>Robertus lividus</i> (Blackwall, 1836)	3/1					3		1						4
<i>Theonoe minutissima</i> (O. P.-Cambridge, 1879)	4/0						1	1	1	1				4
Linyphiidae														
<i>Asthenargus helveticus</i> Schenkel, 1936	1/1						1		1					2
<i>Caracladus leberti</i> (Roewer, 1942)	1/0							1						1
<i>Centromerita bicolor</i> (Blackwall, 1833)	1/0				1									1
<i>Centromerus cavernarum</i> (L. Koch, 1872)	37/11	6	6	5	4	4	7	1	3	4		1	7	48
<i>Centromerus dilutus</i> (O. P.-Cambridge, 1875)	2/0				1				1					2
<i>Centromerus leruthi</i> Fage, 1933	1/0	1												1
<i>Centromerus sellarius</i> (Simon, 1884)	39/2	1	9			4	11		1	11		2	2	41
<i>Centromerus serratus</i> (O. P.-Cambridge, 1875)	136/52	10	29	6	9	6	30	10	16	11	25	25	11	188
<i>Diplocephalus latifrons</i> (O. P.-Cambridge, 1863)	1/0		1											1
<i>Diplostyla concolor</i> (Wider, 1834)	9/1	5	2	1				1				1		10
<i>Formiphantes lephthyphantiformis</i> (Strand, 1907)	3/0	1											2	3
<i>Gonatium rubellum</i> (Blackwall, 1841)	3/0		1					1		1				3
<i>Jacksonella falconeri</i> (Jackson, 1908)	14/0	1			9				4					14
<i>Lepthyphantes nodifer</i> Simon, 1884	9/1	1	3								3	2	1	10
<i>Linyphia triangularis</i> (Clerck, 1757)	0/1					1								1
<i>Macrargus rufus</i> (Wider, 1834)	41/8	3	5		22		1			7	7	3	1	49
<i>Mansuphantes mansuetus</i> (Thorell, 1875)	113/19	4		6	5		1	35	81					132
<i>Mermessus trilobatus</i> (Emerton, 1882)	0/1			1										1
<i>Microneta viaria</i> (Blackwall, 1841)	49/12	9	5	8	1		4	1	10	8	5	6	4	61
<i>Monocephalus fuscipes</i> (Blackwall, 1836)	17/4	2	9				1		1			5	3	21
<i>Nusoncus nasutus</i> Schenkel, 1925	1/0						1							1
<i>Palliduphantes pallidus</i> (O. P.-Cambridge, 1871)	10/4			1		1		6	2	1	2	1		14
<i>Panamomops menegi</i> (Simon, 1926)	0/1							1						1
<i>Pseudocarorita thaleri</i> (Saaristo, 1971)	1/0												1	1
<i>Saaristoa abnormis</i> (Blackwall, 1841)	1/0						1							1
<i>Saaristoa firma</i> (O. P.-Cambridge, 1905)	1/1						1		1					2
<i>Tapinocyba pallens</i> (O. P.-Cambridge, 1872)	24/11	7	1	11	7	1		2		1		1	4	35
<i>Tapinopa longidens</i> (Wider, 1834)	1/0		1											1
<i>Tenuiphantes cristatus</i> (Menge, 1866)	0/1		1											1
<i>Tenuiphantes flavipes</i> (Blackwall, 1854)	167/183	26	21	28	38	22	30	52	29	9	19	48	28	350
<i>Tenuiphantes tenebricola</i> (Wider, 1834)	1/0		1											1
<i>Tenuiphantes tenuis</i> (Blackwall, 1852)	0/1										1			1
<i>Tenuiphantes zimmermanni</i> (Bertkau, 1890)	22/41	1	2			5	5			16	25	9		63
<i>Walckenaeria acuminata</i> Blackwall, 1833	1/0		1											1
<i>Walckenaeria corniculans</i> (O. P.-Cambridge, 1875)	8/11		4		1		2				4	5	3	19
<i>Walckenaeria cucullata</i> (C.L. Koch, 1836)	63/8	7	13	3	4		1	5	12	7	7	7	5	71
<i>Walckenaeria dysderoides</i> (Wider, 1834)	1/0			1										1
<i>Walckenaeria mitrata</i> (Menge, 1868)	13/0	7	1	3	1							1		13
<i>Walckenaeria obtusa</i> Blackwall, 1836	4/3	1	2			1				3				7

Arten	♂/♀	Chilchberg				Riedberg				Buechenberg				Total
		●5	●30	○5	○30	■5	■30	□5	□30	◆5	◆30	◇5	◇30	
Lycosidae														
<i>Pardosa saltans</i> Töpfer-Hofmann, 2000	10/1			5	6									11
<i>Trochosa terricola</i> Thorell, 1856	8/1				8					1				9
Agelenidae														
<i>Histoipona torpida</i> (C.L. Koch, 1837)	9/7	1	1	1	1					6	3	1	2	16
<i>Malthonica silvestris</i> (L. Koch, 1872)	0/1	1												1
Hahnidae														
<i>Habnia helveola</i> Simon, 1875	25/27	5	4	10	9	3		3		5	1	5	7	52
<i>Habnia pusilla</i> C.L. Koch, 1841	30/1							1	30					31
Dictynidae														
<i>Cicurina cicur</i> (Fabricius, 1793)	66/14	15	12	7	18			4	4	5	8	2	5	80
Amaurobiidae														
<i>Amaurobius fenestralis</i> (Ström, 1768)	10/2	1	1			1				3		4	2	12
<i>Coelotes terrestris</i> (Wider, 1834)	6/0	2	1	2									1	6
<i>Eurocoelotes inermis</i> (L. Koch, 1855)	25/1			1	2					6	3	10	4	26
Clubionidae														
<i>Clubiona terrestris</i> Westring, 1851	1/3	1	2									1		4
Gnaphosidae														
<i>Haplodrassus silvestris</i> (Blackwall, 1833)	1/1							2						2
<i>Zelotes apricorum</i> (L. Koch, 1876)	2/1			1				2						3
Total Anzahl Individuen pro Standort	1024/472	123	141	104	153	56	109	133	197	117	115	150	98	1496
Total Anzahl Arten pro Standort		27	29	21	20	13	19	21	16	21	15	22	22	58
Total Anzahl Ind. pro Untersuchungsgebiet			521				495				480			
Total Anzahl Arten pro Untersuchungsgebiet			42				36				32			

Anhang 2: Exposition der Fallen in den Perioden A-K.

Appendix 2: Exposition of the pitfall traps during the periods A-K.

Fangperiode	von	bis
A	12.09.2007	26.09.2007
B	26.09.2007	11.10.2007
C	11.10.2007	25.10.2007
D	25.10.2007	15.11.2007
E	15.11.2007	06.12.2007
F	06.12.2007	03.01.2008
G	03.01.2008	31.01.2008
H	31.01.2008	21.02.2008
I	21.02.2008	13.03.2008
J	13.03.2008	03.04.2008
K	03.04.2008	27.04.2008