

Die epigäische Spinnenfauna eines Trockenrasen-Schwarzföhrenaufforstung-Ökotons auf dem Garnisonsübungsplatz Großmittel (Niederösterreich)

Norbert Milasowszky^{1,*} & Klaus Peter Zulka^{1,2}

¹Department für Integrative Zoologie, Universität Wien, Althanstrasse 14, A-1090 Wien, Österreich

²Umweltbundesamt GmbH, Spittelauer Lände 5, A-1090 Wien, Österreich

*Corresponding author, e-mail: norbert.milasowszky@univie.ac.at

Milasowszky N. & Zulka K. P. 2016. Die epigäische Spinnenfauna eines Trockenrasen-Schwarzföhrenaufforstung-Ökotons auf dem Garnisonsübungsplatz Großmittel (Niederösterreich). Biodiversität und Naturschutz in Ostösterreich - BCBEA 2/1: 58–70.

Online seit 20 Oktober 2016

Abstract

The surface-active spider fauna of 30 study plots at a dry grassland-pine plantation ecotone was examined between 28 April and 8 November 1997 by means of pitfall traps. Trap distances from the edge were +208, +88, +38, +20 and +13 m into the dry grassland, 0 m (edge) and –5, –12, –30 and –80 m into the plantation. The edge (zero-line) was defined as the first row of pine trunks. 1352 specimens belonging to 93 species and 21 families were recorded. Four xerothermophilic species – the dwarf spider *Acartauchenius scurrilis* (O. Pickard-Cambridge, 1872), the wolf spider *Alopecosa cursor* (Hahn, 1831), the jumping spider *Phlegra cinereofasciata* (Simon, 1868) and the crab spider *Xysticus marmoratus* Thorell, 1875 – are considered highly endangered in Austria; consequently, their occurrence in the investigated dry grassland (*Fumano-Stipetum*) is of the utmost importance for nature conservation. Analyses based on species indicator values for shading and dryness as well as ordination of spider assemblages showed a clear distinction between the spider fauna of traps in the dry grassland and in the pine plantation. Furthermore, the spider species of the three traps at the edge can clearly be assigned to those of the pine plantation.

Keywords: dry grassland, pine plantation, environmental gradient, sharp edge, spiders, faunistics, biodiversity, conservation, Lower Austria

Zusammenfassung

Im Zeitraum zwischen 28. April und 8. November 1997 wurden auf 30 Untersuchungspunkten entlang eines Trockenrasen-Schwarzföhrenaufforstung-Ökotons 93 Spinnenarten mit 1352 Individuen aus 21 Familien mittels Bodenfallen gefangen. Für die Anordnung der Fallen innerhalb des Transekts wurden 10 Abstände vom Waldrand in die beiden Lebensraumtypen wie folgt definiert: beginnend im Trockenrasen +208, +88, +38, +20 und +13 m, 0 m (Rand) sowie –5, –12, –30 und –80 m in der Schwarzföhrenaufforstung. Als Rand (Nulllinie) wurde die erste Reihe der Schwarzföhrenstämme definiert. Vier xerothermophile Arten – die Zwergspinne *Acartauchenius scurrilis* (O. Pickard-Cambridge, 1872), die Wolfspinne *Alopecosa cursor* (Hahn, 1831), die Springspinne *Phlegra cinereofasciata* (Simon, 1868) und die Krabbenspinne *Xysticus marmoratus* Thorell, 1875 – gelten in Österreich als vom Aussterben bedroht. Ihr Vorkommen im untersuchten Trockenrasen (*Fumano-Stipetum*) ist für den Naturschutz von höchster Bedeutung. Sowohl in der Analyse der Indikatorwerte für Beschattung und Trockenheit als auch in der Ordination der Spinnengemeinschaften zeigte sich eine deutliche Trennung zwischen jenen im Trockenrasen und jenen in der Schwarzföhrenaufforstung, wobei die Spinnenfauna der drei Fallen am Rand eindeutig der Schwarzföhrenaufforstung zuzurechnen ist.

Einleitung

Das Steinfeld im Wiener Becken (Niederösterreich) ist die am weitesten im Westen gelegene großflächige Steppenlandschaft Eurasiens. Die mächtigen Schotterfächer, die von den Flüssen Piesting, Schwarza und Pitten über die Jahrtausende abgelagert wurden, sind extrem wasserdurchlässig, wes-

halb auf diesen kargen Böden für die Land- und Forstwirtschaft schwierige Bedingungen herrschen. Als eine mögliche Nutzungsform haben sich Schwarzföhrenwälder herausgestellt, die aber auch nur mit Schwierigkeiten kultiviert werden konnten und zumeist geringe Wuchskraft zeigten (Bieringer & Sauberer 2001a,b, Bieringer & Zulka 2001).

Im Jahre 1997 wurde auf dem Gelände des Garnisonsübungsplatzes Großmittel (Steinfeld, Niederösterreich) in einer Studie über Randeffekte der Übergang einer solchen Schwarzföhrenaufforstung in den benachbarten Trockenrasen untersucht (Bieringer & Zulka 2003, Bieringer et al. 2013). Neben Ameisen (Formicidae), Hundertfüßern (Chilopoda), Doppelfüßern (Diplopoda), Schnecken (Gastropoda), Heuschrecken (Orthoptera), Laufkäfern (Carabidae), terrestrische Asseln (Oniscidea), Kurzflügelkäfern (Staphylinidae), Wanzen (Heteroptera) und Weberknechten (Opiliones) wurden auch epigäische Spinnen (Araneae) analysiert (Bieringer et al. 2013). Bieringer & Zulka (2003) sowie Bieringer et al. (2013) zeigten, dass die Beschattungseffekte der Schwarzföhrenaufforstung auch noch in großer Entfernung vom Waldrand die xerothermophile Steppenfauna im Trockenrasen beeinträchtigen.

Schon eine frühere Untersuchung der Spinnenfauna des Steinfelds wies einige faunistische Besonderheiten nach (Malicky 1972b). In dieser bislang einzigen arachnologischen Studie aus dem Gebiet wurden in drei untersuchten Trockenrasen insgesamt 72 Spinnenarten nachgewiesen; darunter seltene und hochgradig gefährdete xerothermophile Arten, wie etwa die Wolfspinne *Alopecosa cursor*, die Springspinne *Phlegra cinereofasciata* oder die Krabbenspinne *Xysticus marmoratus*.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist zum einen die faunistische Inventarisierung der Spinnenarten der insgesamt 30 Untersuchungspunkte im Gelände des Garnisonsübungsplatzes Großmittel und zum anderen ein zönologischer Vergleich dieser 30 Spinnengemeinschaften im Trockenrasen, an der Trockenrasen-Aufforstungsgrenzlinie (Rand) und in der Schwarzföhrenaufforstung. Dabei sollen folgende Fragen geklärt werden:

1. Wie sind sie Spinnengemeinschaften im Schwarzföhrenforst und in der Steppe zu charakterisieren? Welches sind die typischen Spinnenarten von Steppe und Schwarzföhrenforst?
2. In welcher Distanz zum Biotop-Rand zeigen sich die Unterschiede zwischen den Spinnengemeinschaften am deutlichsten?
3. Wie sind die Naturschutz-Wertigkeiten von Schwarzföhrenforst-Spinnenzönosen und Trockenrasen-Spinnenzönosen zu veranschlagen?
4. Welche Folgerungen lassen sich für das Management des Gebiets daraus ableiten?

Material und Methode

Untersuchungsgebiet

Die vorliegende Studie wurde im Garnisonsübungsplatz „Großmittel“ durchgeführt, der ungefähr 35 km südlich von Wien (47°53'N, 16°19'E; Seehöhe 218–271 msm; Größe: ca. 24 km²,) liegt und Bestandteil des Europaschutzgebiets „Steinfeld“ ist (Bieringer 2009).

Die an der nächst gelegenen Wetterstation (Wiener Neustadt) gemessenen Durchschnittstemperaturen betragen -1,3 °C im Jänner und 19,3°C im Juli, der jährliche Niederschlag beträgt im Durchschnitt 614 mm (Bieringer & Sauberer 2001a). Das untersuchte Gebiet weist ein ebenes Bodenrelief auf. Beim Bodentyp handelt es sich um eine flachgründige, nährstoffarme Rendzina über Kalkschotter (Bieringer et al. 2013)

Homogene Trockenrasen bilden die natürliche Vegetation des Steinfeldes (Sauberer & Bieringer 2001) mit *Stipa eriocalis*, *Festuca stricta* und *Bromus erectus* als dominanten Gräsern. Mit Beginn der 1960er-Jahre wurde ungefähr ein Drittel des Garnisonsübungsplatzgeländes mit Schwarzföhre (*Pinus nigra*) aufgeforstet. Zum Zeitpunkt unserer Untersuchung waren die Bäume dieser Aufforstung ungefähr 7,5 m hoch und hatten einen Brusthöhendurchmesser (BHD, 1,5 m über dem Boden gemessen) zwischen 10 und 12 cm. Diese Schwarzföhrenbestände wurden weder forstlich noch militärisch genutzt (Bieringer et al. 2013).

Das untersuchte Transekt befindet sich am Rand des Garnisonsübungsplatzes und umfasst einen Trockenrasen und eine Schwarzföhrenaufforstung, die durch eine WNW-orientierte Randlinie („hard edge“ in der Terminologie von Ries et al. 2004) voneinander getrennt sind. Ein zentraler Abschnitt von 580 m bildete die Biotopgrenze zwischen Trockenrasen und Schwarzföhren-Aufforstung und definierte zugleich die Breite des untersuchten Transekts (Bieringer et al. 2013).

Die Aufforstungsfläche selbst ist ungefähr 1000 m lang und 200 m breit und erscheint homogen. Es handelt sich um eine regelmäßig angepflanzte monospezifische Baumkultur ohne Unterwuchs (Bieringer et al. 2013). Der anschließende Trockenrasen zeigt ebenfalls ein homogenes Erscheinungsbild mit *Fumano-Stipetum* als einziger Pflanzengesellschaft (Sauberer & Buchner 2001).

Probennahme

Aufgrund des eingeschränkten Zugangs zum Gelände des Garnisonsübungsplatzes Großmittel wurden die epigäischen Arthropoden mittels Bodenfallen gemäß Barber (1931) beprobt. Auf jedem Untersuchungspunkt wurde eine Falle exponiert (Bieringer & Zulka 2003). Als Fallen dienten Kindernahrungsgläser mit einem Öffnungsdurchmesser von 4,5 cm. Die Fangperiode erstreckte sich vom 26. April bis zum 8. November 1997 mit Leerungen in zweiwöchigem Intervall. Als Fangflüssigkeit diente Ethylenglycol, das mit einer kleinen Menge Geschirrspülmittel versehen wurde, um die Oberflächenspannung herabzusetzen. Das Fallenmaterial wurde nach jeder Leerung sortiert und in 70%igem Alkohol aufbewahrt.

Für die Anordnung der Fallen innerhalb des Transekts wurden 10 Abstände von der Habitatgrenze in die beiden Lebensraumtypen wie folgt definiert: beginnend im Trockenrasen +208, +88, +38, +20 und +13 m (Trockenrasenfallen), 0 m (Randfallen), sowie -5, -12, -30 und -80 m in der Schwarzföhrenaufforstung (Waldfallen). Als Randlinie wurde die erste Reihe der Schwarzföhrenstämme definiert. Insgesamt 30 Untersuchungspunkte wurden dergestalt festgelegt, dass entlang dieser Null-Linie alle 20 m Punkte markiert wurden, von denen aus zufällig die oben genannten Distanzen (jeweils drei Replikationen) zugewiesen wurden.

Die Abstände der am weitesten im Trockenrasen liegenden Fallen zu anderen Aufforstungs- oder Nicht-Trockenrasenflächen betragen jeweils 240, 280 und 360 m, weshalb so genannte multiple Randeffekte („multiple edge effects“, Ries et al. 2004) in der vorliegenden Studie ausgeschlossen werden konnten.

Identifikation und Nomenklatur

Die adulten Spinnen wurden unter Verwendung des europäischen Bestimmungsschlüssels von Heimer & Nentwig (1991) auf Artniveau determiniert. Die Nomenklatur der Spinnen folgt dem World Spider Catalog (World Spider Catalog 2016).

Für die ökologische Charakterisierung der Untersuchungspunkte wurden Daten zu den Spinnenindikatoren für Beschattung und Trockenheit/Feuchtigkeit gemäß Entling et al. (2007) herangezogen. In dieser umfassenden Studie über die mitteleuropäischen Spinnengemeinschaften haben Entling et al. (2007, Appendix S2) insgesamt 590 Arten hinsichtlich ihrer Nischen-Position entlang zweier Umweltgradienten (Beschattung und Feuchtigkeit) statistisch analysiert und die Daten in einem Appendix publiziert. Auch wenn nicht für jede Spinnenart Nischen-Daten vorliegen – für die hier nachgewiesenen seltenen ost- und südeuropäischen Arten *Canariphantes nanus*, *Cheiracanthium campestre*, *Gnaphosa opaca*, *Lasaeola prona*, *Phrurolithus pullatus*, *Thanatus atratus*, *Titanoeca schineri* und *Xysticus marmoratus* fehlen Angaben in der Analyse von Entling et al. 2007 – haben sich diese Indikatorenwerte bei der Bewertung von Spinnengemeinschaften in Ostösterreich als ökologisch sehr aussagekräftig herausgestellt (Hepner & Milasowszky 2014, Milasowszky et al. 2015).

Rote Liste

In Österreich ist eine Rote Liste der Spinnen derzeit in Bearbeitung (Komposch et al., in Vorb.). Die Nomenklatur der Gefährdungskategorien folgt Zulka & Eder (2007).

Statistik

Da die Fangergebnisse von Barberfallen grundsätzlich die spezifische Aktivität der einzelnen Spinnenarten widerspiegeln, und nicht deren tatsächliche Populationsdichten, wird in der Literatur empfohlen (z.B. Bonte et al. 2002, 2003), für die statistischen Auswertungen Präsenz-Absenz Daten zu verwenden.

Die Gruppierung der Spinnengemeinschaften der 30 Untersuchungspunkte hinsichtlich ihrer Ähnlichkeit erfolgte mittels einer Multidimensionalen Skalierung (MDS) (siehe Legendre & Legendre 1998, Tab. 9.1). Als Abstandsmaß wurde der Lance-Williams-Index verwendet. Dieses Distanzmaß wird in der Literatur auch als der nichtmetrische Koeffizient nach Bray-Curtis bezeichnet und berechnet sich aus einer Vier-Felder-Tabelle als $(b+c)/(2a+b+c)$, wobei a die den Fällen entsprechende Zelle darstellt, die in beiden Objekten vorhanden sind; b und c stellen die den Fällen entsprechenden Zellen in der Diagonalen dar, die in einem Objekt vorhanden sind, aber im anderen fehlen. Dieses Maß weist eine Skala von 0 bis 1 auf (SPSS 2006). Als Abbruch- und Gütekriterien in der MDS wurden die Standardeinstellungen in SPSS herangezogen, als Gütekriterien wurden STRESS und R^2 berechnet. In der Praxis gelten STRESS-Werte $< 0,2$ als ausreichend und R^2 -Werte $> 0,9$ als akzeptabel. Für die Ordinationen wurde das Programm IBM SPSS Statistics 23 für Windows verwendet.

Ergebnisse und Diskussion

Faunistik

Im Zeitraum vom 28. April bis zum 8. November 1997 wurden auf 30 Untersuchungspunkten entlang eines Trockenrasen-Schwarzföhrenaufforstung-Ökotons mittels Bodenfallen 1352 Individuen aus 93 Spinnenarten und 21 Familien gefangen (Tab. 1a, b).

Die Wolfspinne *Pardosa bifasciata* wurde in allen Trockenrasenfallen nachgewiesen, die beiden Wolfspinnen *Pardosa alacris* und *Trochosa terricola* in allen Fällen am Rand und in der Schwarzföhrenaufforstung. *Pardosa bifasciata* war zudem auch in der Schwarzföhrenaufforstung aktiv; diese Art ist mit 19 Präsenzen die stetigste Spinne der 30 Untersuchungspunkte.

Gemäß der Klassifikation von mitteleuropäischen Xerothermstandorten (Bauchhenss 1990) entspricht der Trockenrasen hinsichtlich seiner Artengarnitur weitestgehend dem Habitattyp A (Flachgründiger Boden mit schütterer Vegetationsbedeckung, starke mikroklimatische Schwankungen im Tagesgang (Temperatur, Feuchtigkeit). Typische Arten sind z. B. *Alopecosa accentuata*, *A. cursor*, *Pardosa bifasciata*, *Phlegra fasciata*, *Thanatus arenarius*, *Trichopterna cito*, *Typhochrestus digitatus*, *Zelotes electus* und *Zelotes longipes*.

Seltener sind in unseren Untersuchungsflächen Arten, die dem Habitattyp B entsprechen (Geschlossene, mittelhohe Bodenbedeckung; durch die abschirmende Wirkung der Vegetation sind die täglichen Schwankungen im Mikroklima geringer als im Habitattyp A). Als ein Beispiel für diesen Habitattyp nennt Bauchhenss (1990) locker mit Kiefern bestandene Flächen mit geschlossener, mittelhoher Bodenbedeckung (z.B. Kiefernheiden), aber auch unbeweidete Halbtrockenrasen. Charakteristische Arten sind z.B. *Silometopus bonessi*, *Arctosa figurata* und *Thanatus formicinus*.

Die Spinnenfauna des Föhrenwaldes wird in erster Linie von euryöken Arten (z.B. *Aulonia albimana*, *Ceratinella brevis*, *Tenuiphantes tenuis*, *Trochosa terricola*) dominiert; ferner von Arten von Gebüschsäumen, Waldrändern und Wäldern (z.B. *Centromerus sylvaticus*, *Pardosa alacris*, *Titanoeca schineri*, *Zelotes apricorum*) und Arten, die aus dem Trockenrasen mehr oder weniger weit einstrahlen (z.B. *Arctosa figurata*, *Pardosa bifasciata*, *Silometopus bonessi*). Von typischen Vertretern der Nadelwaldfauna gibt es nur Einzelfunde (z.B. *Minyriolus pusillus*). *Pardosa alacris* ist die häufigste Spinne im Föhrenforst. Diese Art wurde in keiner einzigen Falle gefunden, die im Trockenrasen exponiert war. Bauchhenss (1990) nennt diese Art einen Vertreter des Xerotherm-Habitat-Typs C. Fundorte sind trocken-warme, reich strukturierte typische Saumbiotope.

Tab. 1a: Liste der Spinnenarten mit Anzahl der gefangenen männlichen (vor dem Schrägstrich) und weiblichen (nach dem Schrägstrich) Individuen auf den Untersuchungspunkten im Trockenrasen (+208, +88, +38, + 20 und + 13 m). +208 m = Fallen Nr. 1, 11, 21; +88 m = Fallen Nr. 2, 12, 22; +38 m = Fallen Nr. 3, 13, 23; +20 m = Fallen Nr. 4, 14, 24; +13 m = Fallen Nr. 5, 15, 25. / List of spider species with numbers of male (before the slash) and female (after the slash) specimens in the dry grassland plots (+208, +88, +38, + 20 and + 13 m). +208 m = Traps Nr. 1, 11, 21; +88 m = Traps Nr. 2, 12, 22; +38 m = Traps Nr. 3, 13, 23; +20 m = Traps Nr. 4, 14, 24; +13 m = Traps Nr. 5, 15, 25.

	Trockenrasen														
	+208 m			+88 m			+38 m			+20 m			+13 m		
	1	11	21	2	12	22	3	13	23	4	14	24	5	15	25
Araneae															
Agelenidae															
<i>Eratigena agrestis</i> (Walckenaer, 1802)		1	0												
<i>Hypsosinga albovittata</i> (Westring, 1851)										1	0				
Clubionidae															
<i>Clubiona diversa</i> O. P.-Cambridge, 1862							0	1			0	1			
Eresidae															
<i>Eresus kollari</i> Rossi, 1846							1	0							
Eutichuridae															
<i>Cheiracanthium campestre</i> Lohmander, 1944	0	1					0	1							
Gnaphosidae															
<i>Drassodes lapidosus</i> (Walckenaer, 1802)						1	0		0	1	1	2		0	1
<i>Drassodes pubescens</i> (Thorell, 1856)										1	0		1	0	
<i>Drassyllus praeficus</i> (L. Koch, 1866)											0	1			
<i>Drassyllus pusillus</i> (C. L. Koch, 1833)	1	0												1	0
<i>Gnaphosa opaca</i> Herman, 1879			3	0					0	1				1	0
<i>Haplodrassus dalmatensis</i> (L. Koch, 1866)										1	0				
<i>Haplodrassus signifer</i> (C. L. Koch, 1839)							1	0						0	1
<i>Zelotes electus</i> (C. L. Koch, 1839)						1	0				0	1			
<i>Zelotes longipes</i> (L. Koch, 1866)		0	1		2	1	2	0	0	1	0	1	0	1	1
Hahniidae															
<i>Hahnina nava</i> (Blackwall, 1841)												1	0		
Linyphiidae															
<i>Acartauchenius scurillus</i> (O. P.-Cambridge, 1872)			1	0											
<i>Agyneta rurestris</i> (C. L. Koch, 1836)	0	1						1	1			0	1		0
<i>Aræoncus humilis</i> (Blackwall, 1841)											1	0			
<i>Erigone dentipalpis</i> (Wider, 1834)			2	0									1	0	
<i>Oedothorax apicatus</i> (Blackwall, 1850)		0	1	1	0										
<i>Ostearius melonopygius</i> (O. P.-Cambridge, 1879)															0
<i>Silometopus bonessi</i> Casimir, 1970						0	1	0	1						
<i>Tapinocyba insecta</i> (L. Koch, 1869)									1	0					
<i>Tenuiphantes flavipes</i> (Blackwall, 1854)						0	1								
<i>Trichopterna cito</i> (O. P.-Cambridge, 1872)														0	1
<i>Typhochrestus digitatus</i> (O. P.-Cambridge, 1872)		0	2									1	0		
Liocranidae															
<i>Scotina celans</i> (Blackwall, 1841)														1	0
Lycosidae															
<i>Alopecosa accentuata</i> (Latreille, 1817)		1	0			0	1	2	0	1	0	2	1	1	1
<i>Alopecosa cuneata</i> (Clerck, 1757)	2	0	2	0	4	0	3	1	2	4	1	1	5	5	3
<i>Alopecosa cursor</i> (Hahn, 1831)		0	1	2	2	2	0								
<i>Alopecosa schmidti</i> (Hahn, 1835)			2	0	1	0						1	0		0
<i>Alopecosa solitaria</i> (Herman, 1879)	1	0		1	0	1	0					0	1		1
<i>Arctosa figurata</i> (Simon, 1876)		1	0				4	0	1	0	2	0		2	0
<i>Aulonia albimana</i> (Walckenaer, 1805)													1	0	
<i>Pardosa agrestis</i> (Westring, 1861)	1	0	1	0	3	0						1	0		
<i>Pardosa bifasciata</i> (C. L. Koch, 1834)	11	3	5	7	3	0	3	4	10	9	12	15	12	5	6
<i>Pardosa palustris</i> (Linnaeus, 1758)	2	0													
<i>Trochosa robusta</i> (Simon, 1876)						0	1					0	1	0	1
<i>Trochosa ruficola</i> (Simon, 1876)	1	0													
<i>Trochosa terricola</i> Thorell, 1856				1	0		1	0		1	1				0
Philodromidae															
<i>Thanatus arenarius</i> L. Koch, 1872		1	0	1	0	1	1	2	0	1	0	2	0	1	0
<i>Thanatus atratus</i> Simon, 1875			1	0			2	0		1	0	1	0	2	1
<i>Thanatus formicinus</i> (Clerck, 1757)	2	0	0	2	2	0	2	0	0	1	2	0	1	0	1
Phrurolithidae															
<i>Phrurolithus pullatus</i> Kulczyński, 1897							0	1				0	1		
Salticidae															
<i>Pellenes tripunctatus</i> (Walckenaer, 1802)	1	0										1	0		
<i>Phlegra cinereofasciata</i> (Simon, 1868)								1	0			1	0		
<i>Phlegra fasciata</i> (Hahn, 1826)	0	1	1	0							1	1			
<i>Talavera aequipes</i> (O. P.-Cambridge, 1871)							1	0							
Theridiidae															
<i>Euryopsis flavomaculata</i> (C. L. Koch, 1836)												1	0		
<i>Lasaeola prona</i> (Menge, 1868)					1	0									
Thomisidae															
<i>Ozyptila pullata</i> (Thorell, 1875)												1	0		
<i>Xysticus erraticus</i> (Blackwall, 1834)												1	0		
<i>Xysticus kochi</i> Thorell, 1872	2	0	0	2	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1
<i>Xysticus marmoratus</i> Thorell, 1875			3	0		1	0								
<i>Xysticus robustus</i> (Hahn, 1832)															0
Zodariidae															
<i>Zodarion rubidum</i> Simon, 1914		1	0		1	0	2	0	6	1	0	2		2	0

Tab. 1b: Liste der Spinnenarten mit Anzahl der gefangenen männlichen (vor dem Schrägstrich) und weiblichen (nach dem Schrägstrich) Individuen auf den Untersuchungspunkten der Schwarzföhrenaufforstung inkl. Nulllinie: (0, -5, -12, -30 und -80m). 0 m (Rand) = Fallen Nr. 6, 16, 26; -5 m = Fallen Nr. 7, 17, 27; -12 m = Fallen Nr. 8, 18, 28; -30 m = Fallen Nr. 9, 19, 29; -80 m = Fallen Nr. 10, 20, 30. / List of spider species with numbers of male (before the slash) and female (after the slash) specimens in the pine plantation plots incl. edge-line (0, -5, -12, -30 and -80 m). 0 m (edge) = Traps Nr. 6, 16, 26; -5 m = Traps Nr. 7, 17, 27; -12 m = Traps Nr. 8, 18, 28; -30 m = Traps Nr. 9, 19, 29; -80 m = Traps Nr. 10, 20, 30.

	Rand & Schwarzföhrenaufforstung														
	0 m = Rand			-5 m			-12 m			-30 m			-80 m		
	6	16	26	7	17	27	8	18	28	9	19	29	10	20	30
Araneae															
Agelenidae															
<i>Eratigena agrestis</i> (Walckenaer, 1802)			3/0												1/0
<i>Eratigena atrica</i> (C. L. Koch, 1843)										1/0	0/1			1/0	
Dictynidae															
<i>Cicurina cicur</i> (Fabricius, 1793)									0/1						
<i>Lathys humilis</i> (Blackwall, 1855)	1/0														
Dysderidae															
<i>Dysdera crocata</i> C. L. Koch, 1838	2/0	0/1	1/0												
<i>Harpactea rubicunda</i> (C. L. Koch, 1838)	1/0		4/0	1/0	4/0				1/0			3/0		1/0	
Gnaphosidae															
<i>Drassodes lapidosus</i> (Walckenaer, 1802)		1/0		1/1	1/0	1/0		1/1		1/0					
<i>Drassyllus praeficus</i> (L. Koch, 1866)									1/0						
<i>Zelotes apricorum</i> (L. Koch, 1876)	4/2						2/2	0/1	1/1	4/0	1/0	1/0	4/0	2/0	0/1
Hahnidae															
<i>Hahnia nava</i> (Blackwall, 1841)	2/0		4/0					1/0			1/0				1/0
Linyphiidae															
<i>Bathyphantes gracilis</i> (Blackwall, 1841)										1/1					
<i>Canariphantes nanus</i> (Kulczyński, 1898)	1/0	1/1									1/0				
<i>Centromerus sylvaticus</i> (Blackwall, 1841)	2/1	2/0				1/0			2/2	0/1	0/1	0/3	1/0	0/1	0/1
<i>Ceratinella brevis</i> (Wider, 1834)	4/0	2/2	3/0	3/1			3/0		2/2	5/2		2/0		0/1	2/0
<i>Linyphia triangularis</i> (Clerck, 1757)		0/1				0/1				1/0		0/1			
<i>Macrargus rufus</i> (Wider, 1834)									0/1						
<i>Mansuphantes mansuetus</i> (Thorell, 1875)		0/1					0/1						0/1	1/0	
<i>Minyriolus pusillus</i> (Wider, 1834)															1/0
<i>Nerienne clathrata</i> (Sundevall, 1830)															1/0
<i>Oedothorax apicatus</i> (Blackwall, 1850)													1/0		
<i>Panamomops inconspicuus</i> (Miller & Valesova, 1964)		1/0						1/0							
<i>Panamomops menzei</i> Simon, 1926			1/0												
<i>Silometopus bonessi</i> Casimir, 1970	6/0	1/0	3/0						1/0						
<i>Tapinocyba insecta</i> (L. Koch, 1869)				1/0			1/0	1/0	2/0			1/0	1/0	1/0	
<i>Tapinopa longidens</i> (Wider, 1834)				1/0						1/1					
<i>Tenuiphantes flavipes</i> (Blackwall, 1854)		1/1		1/0		1/0	0/2	1/0	4/2	5/1	0/1	1/1		1/1	0/1
<i>Tenuiphantes tenuis</i> (Blackwall, 1852)	5/3	0/2	2/2	2/4	2/3	3/3	4/2	1/3	0/2	0/1					1/0
<i>Walckenaeria atrotibialis</i> (O. P.-Cambridge, 1878)			1/0	0/1											
<i>Walckenaeria dysderoides</i> (Wider, 1834)							2/0				3/1	1/0			1/0
<i>Walckenaeria furcillata</i> (Menge, 1869)				0/1				0/1							
Liocranidae															
<i>Agroeca cuprea</i> Menge, 1873	0/2		0/4		1/0			0/1							
<i>Agroeca proxima</i> (O. P.-Cambridge, 1871)				1/0			1/0			0/1		2/0			
<i>Scotina celans</i> (Blackwall, 1841)	2/0	4/0	1/0	2/0	0/1					1/0		2/0	5/0		3/0
Lycosidae															
<i>Alopecosa accentuata</i> (Latreille, 1817)			1/0				1/0								
<i>Alopecosa cuneata</i> (Clerck, 1757)	0/1		1/0									0/1			
<i>Alopecosa trabalis</i> (Clerck, 1757)				1/0											
<i>Arctosa figurata</i> (Simon, 1876)	5/0		0/1	1/0				4/2	1/0	1/0	1/0				
<i>Arctosa lutetiana</i> (Simon, 1876)											1/0			1/0	
<i>Aulonia albimana</i> (Walckenaer, 1805)	5/0	0/1	5/0	0/1	0/1	0/2		2/0		3/3		3/0	16/4	5/4	1/0
<i>Pardosa alacris</i> (C. L. Koch, 1833)	6/10	8/4	3/3	15/10	13/1	5/2	23/2	22/5	34/4	16/6	19/0	30/3	14/7	14/2	19/2
<i>Pardosa bifasciata</i> (C. L. Koch, 1834)	9/1		5/0	2/0		1/0									
<i>Trochosa terricola</i> Thorell, 1856	2/4	0/1	1/1	2/3	1/1	0/6	2/2	4/4	0/1	1/4	1/1	0/2	4/7	7/6	2/4
Mimetidae															
<i>Ero furcata</i> (Villers, 1789)							1/0								
Miturgidae															
<i>Zora spinimana</i> (Sundevall, 1833)				2/0		1/0	0/1	1/0		1/0		1/0			
Philodromidae															
<i>Philodromus fuscmarginatus</i> (De Geer, 1778)							1/0		3/0				1/0		1/0
Salticidae															
<i>Euophrys frontalis</i> (Walckenaer, 1802)		1/0											0/1		
Theridiidae															
<i>Enoplognatha thoracica</i> (Hahn, 1833)	1/0									0/1				0/1	
<i>Episinus truncatus</i> Latreille, 1809	0/2		1/0				0/2								
Thomisidae															
<i>Ozyptila atomaria</i> (Panzer, 1801)	2/0	1/0	1/1							1/0					
<i>Pistius truncatus</i> (Pallas, 1772)													1/0		
<i>Xysticus audax</i> (Schrank, 1803)				1/0								2/0			
<i>Xysticus erraticus</i> (Blackwall, 1834)	2/0		1/0	3/0				1/0					1/0		
<i>Xysticus kochi</i> Thorell, 1872	0/1														
Titanoecidae															
<i>Titanoeca schineri</i> L. Koch, 1872	4/1	3/0	2/0		1/0	1/0	2/0	1/0	1/0						
Zodariidae															
<i>Zodarion rubidum</i> Simon, 1914									1/0						

Rote-Liste-Arten

Die überwiegende Zahl gefährdeter Arten (Rote-Liste-Kategorien: Critically Endangered = CR, Endangered = EN und Vulnerable = VU) wurde im Trockenrasen gefunden (**Tab. 2**).

Tab. 2. Nachweise der Rote Liste Arten in den drei Fallen entlang der zehn Distanzen des Trockenrasen-Schwarzföhrenaufforstung-Gradienten. Distanz: +208 m (Fallen Nr. 1, 11, 21), +88 m (Fallen Nr. 2, 12, 22), +38 m (Fallen Nr. 3, 13, 23), +20 m (Fallen Nr. 4, 14, 24), +13 m (Fallen Nr. 5, 15, 25), 0 m (Rand; Fallen Nr. 6, 16, 26), -5 m (Fallen Nr. 7, 17, 27), -12 m (Fallen Nr. 8, 18, 28), -30 m (Fallen Nr. 9, 19, 29), -80 m (Fallen Nr. 10, 20, 30). / *Number of Red List species in the three traps along the ten distances of dry grassland-pine plantation gradient. Distance: +208 m (Traps Nr. 1, 11, 21) +88 m (Traps Nr. 2, 12, 22), +38 m (Traps Nr. 3, 13, 23), +20 m (Traps Nr. 4, 14, 24), +13 m (Traps Nr. 5, 15, 25), 0 m (edge) (Traps Nr. 6, 16, 26), -5 m (Traps Nr. 7, 17, 27), -12 m (Traps Nr. 8, 18, 28), -30 m (Traps Nr. 9, 19, 29), -80 m (Traps Nr. 10, 20, 30).*

Araneae	Rote Liste	+208 m	+88 m	+38 m	+20 m	+13 m	0 m = Rand	-5 m	-12 m	-30 m	-80 m
<i>Acartauchenius scurrilis</i> (O. Pickard-Cambridge, 1872)	CR	1									
<i>Alopecosa cursor</i> (Hahn, 1831)	CR	2	1								
<i>Phlegra cinereofasciata</i> (Simon, 1868)	CR			1	1						
<i>Xysticus marmoratus</i> Thorell, 1875	CR	1	1								
<i>Alopecosa schmidti</i> (Hahn, 1835)	EN	1	1		1	2					
<i>Alopecosa solitaria</i> (Herman, 1879)	EN	2	1		1	1					
<i>Cheiracanthium campestre</i> Lohmander, 1944	EN	1		1							
<i>Gnaphosa opaca</i> Herman, 1879	EN	1		1		1					
<i>Lasaeola prona</i> (Menge, 1868)	EN		1								
<i>Panamomops inconspicuus</i> (Miller & Valesova, 1964)	EN						1		1		
<i>Thanatus atratus</i> Simon, 1875	EN	1	1	2	2	2					
<i>Typhochrestus digitatus</i> (O. Pickard-Cambridge, 1872)	EN	1			1						
<i>Canariphantes nanus</i> (Kulczyński, 1898)	VU						2			1	
<i>Eresus kollari</i> Rossi, 1846	VU			1							
<i>Pellenes tripunctatus</i> (Walckenaer, 1802)	VU	1			1						
<i>Phrurolithus pullatus</i> Kulczyński, 1897	VU			1	1						
<i>Silometopus bonessi</i> Casemir, 1970	VU		1	1			3		1		
<i>Trichopterna cito</i> (O. Pickard-Cambridge, 1872)	VU					1					
Anzahl der Arten		10	7	7	7	5	3	0	2	0	1

Dadurch ergibt sich eine signifikant negative Korrelation zwischen Distanz und Anzahl Rote Liste-Arten (Spearman-Koeffizient $\rho = -0,917$, $P < 0,001$) entlang des untersuchten Transekts mit der größten Anzahl an naturschutzbedeutsamen Arten auf den Probestellen tief im Zentrum des Trockenrasens (+ 208 m) (**Abb. 1**), die vom Randeffect am wenigsten betroffen sind.



Abb. 1: Das *Fumano-Stipetum* ist die dominierende Trockenrasengesellschaft im Garnisonsübungsplatz Großmittel. / *Fumano-Stipetum* is the dominant dry grassland community in the military area Großmittel. 28.5.2013, © Norbert Sauberer.

Insbesondere die vier nachgewiesenen CR-Arten sind naturgemäß für den Naturschutz als höchst bedeutsam hervorzuheben:

Acartauchenius scurrilis wurde seit 1960 ausschließlich von Xerothermstandorten gemeldet: Thaler (1985, selber Nachweis in Thaler 1999) fand sie in Brunau (Tirol) auf einem Trockenhang auf 800 m Seehöhe. Die meisten Funde stammen allerdings aus Ostösterreich. Im Burgenland wurde sie von Hebar (1980) in einem Trockenrasen am Hackelsberg bei Jois gefunden. In Niederösterreich wurde die Art von Malicky (1972a) in einem Trockenrasen bei Dürnstein, von Riedl (2000) in einem Trockenrasen auf dem Südwesthang des Braunsberges bei Hainburg und von Hepner et al. (2011) in einer Abbaufäche in einem randlich des Pfaffenbergs gelegenen Steinbruch in Bad Deutsch-Altenburg nachgewiesen. Ein weiterer Fund aus Niederösterreich stammt von Ressler & Kust (2010) aus Hochrieß (Bezirk Scheibbs), wo über die Art als „zwischen Ameisen umherlaufend“ berichtet wird.

Alopecosa cursor wurde bislang nach 1960 nur in Niederösterreich gefunden: von Malicky (1972a, b) stammen die Nachweise aus Trockenrasen des Steinfeldes im Wiener Becken (nahe Obereggendorf und bei Haschendorf) und des Pfaffenberges (Teil der Hundsheimer Berge). Ein weiterer Nachweis aus einem Trockenrasen in den Hundsheimer Bergen, genauer gesagt dem Schlossberg bei Hainburg an der Donau, stammt von Priester et al. (1998). Thaler & Buchar (1994) berichten auch über ältere Funde aus Wien-Umgebung (Kulczyński 1898), der Ruster Heide (Wiehle & Franz 1954) und aus dem Seewinkel (Nemenz 1958), die sich später allerdings nicht mehr bestätigen ließen. Für Thaler & Buchar (1994) handelt es sich um eine xero-heliobionte, thermophile Art. Sie ist vermutlich konkurrenzschwach und infolgedessen rezent nur sehr dispers in meist sandigen Sonderstandorten offener Landschaften des frühen Postglazials verbreitet.

Phlegra cinereofasciata wurde seit 1960 bislang nur von Malicky 1972a, b [sub *P. fuscipes*] aus Trockenrasen in Niederösterreich nachgewiesen, zum eine in einem *Festucetum* im Steinfeld (bei Obereggendorf) und zum anderen in einer primären Felssteppe am Pfaffenberg (bei Bad Deutsch-Altenburg). Die beiden Männchen der vorliegenden Studie wurden in Trockenrasenfallen +38 m und +20 m vom Waldrand entfernt gefangen.

Hepner et al. (2011) haben die Fundgeschichte von *Xysticus marmoratus* in Österreich [sub *X. embriki* und sub *X. marmoratus*] bereits ausführlich dargestellt. Seit diesen Nachweisen in einem Steinbruch am Pfaffenberg bei Bad Deutsch-Altenburg sind keine weiteren Funde dazugekommen. Die ersten Funde aus Österreich stammten neben dem Steinfeld im Wiener Becken ebenfalls vom Pfaffenberg bei Bad Deutsch-Altenburg in Niederösterreich (Malicky 1972a, b). Für Thaler & Knoflach (2004) handelt es sich um eine planar-kolline Offenlandart, die sehr trockene Habitate bevorzugt (Buchar & Růžička 2002). Fundmeldungen für Österreich liegen neben Niederösterreich auch aus dem Burgenland vor (Hebar 1980, Steinberger 2004; Zusammenfassung in Thaler & Knoflach 2004).

Rote-Liste-Arten wurden auch in der Schwarzföhrenaufforstung nachgewiesen. Dabei handelt es sich aber nicht um Wald-Spezialisten, sondern um xerothermophile Arten aus der Familie Linyphiidae (Zwergspinnen): *Canariphantes nanus*, *Panamomops inconspicuus* und *Silometopus bonessi*. Letztgenannte Art kam dabei hauptsächlich am Waldrand vor (Tab. 1b).

Indikatorwerte für Beschattung und Trockenheit

Entlang des Trockenrasen-Aufforstungsgradienten nehmen die Beschattungsindikatorwerte in die Schwarzföhrenaufforstung hinein erwartungsgemäß zu, während die Trockenheitsindikatorwerte abnehmen (Abb. 2a, b). Zwischen dem Rand und den 13 m entfernten Trockenrasenfallen erfolgt ein sprunghafter Wechsel sowohl in den Beschattungsindikatorwerten als auch in den Trockenheitsindikatorwerten. Auf den am weitesten im Trockenrasen liegenden Untersuchungsflächen sind erwartungsgemäß die Beschattungsindikatorwerte am niedrigsten, allerdings weisen diese Flächen nicht – wie auch zu erwarten wäre – die höchsten Trockenheitsindikatorwerte auf. Grund dafür ist das Auftreten von drei typischen mesophilen Störungszeigern – *Drassyllus pusillus*, *Pardosa palustris* und *Trochosa ruricola* – in der Trockenrasenfalle 1 (Tab. 1a), was wiederum auf die mechanische Störung dieser Fläche durch militärische Fahrzeuge zurückzuführen ist.

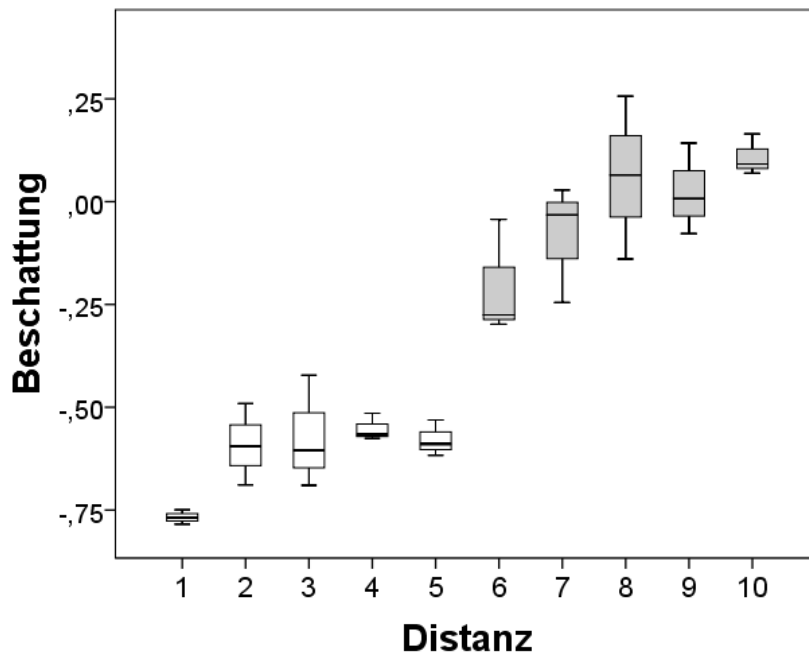
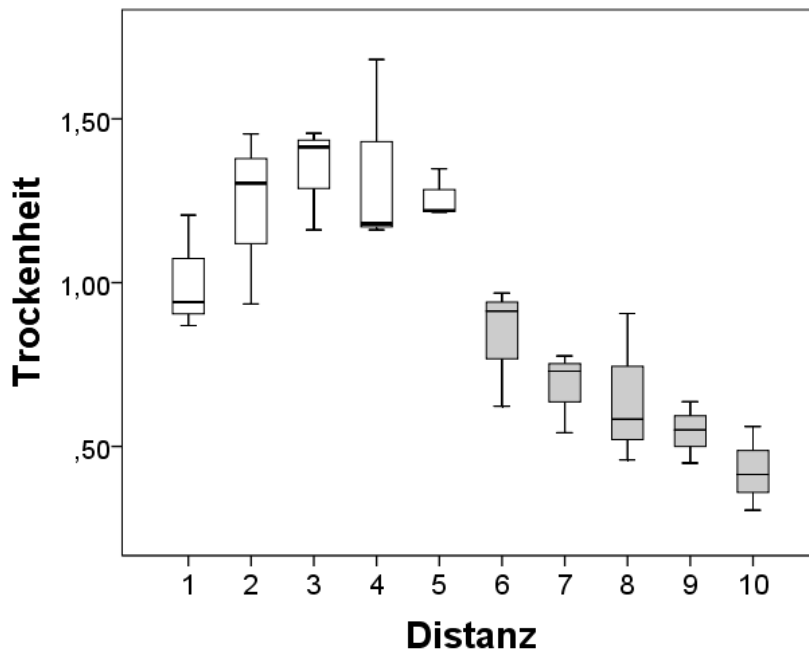
a**b**

Abb. 2: Boxplots zeigen Unterschiede zwischen den 10 Distanzen entlang des Trockenrasen-Aufforstungsgradienten hinsichtlich (a) Indikatorenwerte für Beschattung nach Entling et al. (2007) und (b) Indikatorenwerte für Trockenheit nach Entling et al. (2007). Distanz: 1 = +208 m (Fallen Nr. 1, 11, 21), 2 = +88 m (Fallen Nr. 2, 12, 22), 3 = +38 m (Fallen Nr. 3, 13, 23), 4 = +20 m (Fallen Nr. 4, 14, 24), 5 = +13 m (Fallen Nr. 5, 15, 25), 6 = 0 m (Rand) (Fallen Nr. 6, 16, 26), 7 = -5 m (Fallen Nr. 7, 17, 27), 8 = -12 m (Fallen Nr. 8, 18, 28), 9 = -30 m (Fallen Nr. 9, 19, 29), 10 = -80 m (Fallen Nr. 10, 20, 30). / Boxplots showing the differences between the 10 distances along the dry grassland-pine plantation gradient with regard to (a) indicator values of shading according to Entling et al. (2007) and (b) indicator values of dryness according to Entling et al. (2007). Distance: 1 = +208 m (Traps Nr. 1, 11, 21), 2 = +88 m (Traps Nr. 2, 12, 22), 3 = +38 m (Traps Nr. 3, 13, 23), 4 = +20 m (Traps Nr. 4, 14, 24), 5 = +13 m (Traps Nr. 5, 15, 25), 6 = 0 m (edge) (Traps Nr. 6, 16, 26), 7 = -5 m (Traps Nr. 7, 17, 27), 8 = -12 m (Traps Nr. 8, 18, 28), 9 = -30 m (Traps Nr. 9, 19, 29), 10 = -80 m (Traps Nr. 10, 20, 30).

Zönologie

In der Ordination zeigt sich eine deutliche Trennung der Spinnengemeinschaften der Fallen im Trockenrasen und in der Schwarzföhrenaufforstung (**Abb. 3**). Alle drei Untersuchungspunkte am Rand liegen in der Gruppe der Schwarzföhrenaufforstung, wobei die Fallen Nr. 6 und 26 allerdings leicht in Richtung Trockenrasengruppe abrücken. Obwohl der Abstand zwischen dem Rand (Fallen Nr. 6, 16 und 26) und den nächst gelegenen Trockenrasenfallen (Fallen Nr. 5, 15 und 25) lediglich 13 m beträgt, ist die Unähnlichkeit zwischen den Spinnengemeinschaften hier am größten. Dieser sprunghafte Wechsel hatte sich bereits auch in der Analyse der Beschattungs- und Trockenheitsindikatorwerte gezeigt.

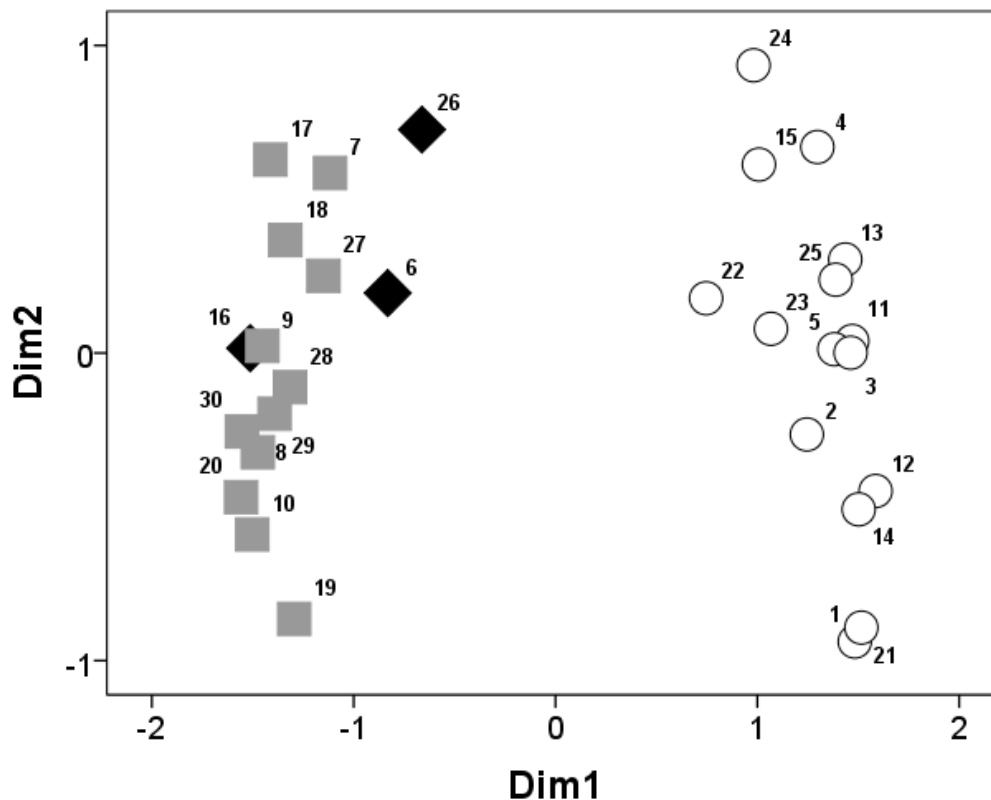


Abb. 3: Multidimensionale Skalierung auf der Basis von Präsenz-Absenz-Daten und der Verwendung des Lance-Williams-Index als Abstandsmaß zum Vergleich der Spinnengemeinschaften der 30 Untersuchungspunkte (Nummer 1–30). STRESS = 0,11; $R^2 = 0,95$. Symbole: Offene Kreise repräsentieren die 15 Trockenrasenfallen, schwarze Deltoide die 3 Randfallen sowie graue Quadrate die zwölf Fallen in der Schwarzföhrenaufforstung. / *Multidimensional scaling based on presence-absence data and using the Lance-Williams-Index as dissimilarity measure to compare the spider assemblages of the 30 study plots (number 1–30). STRESS = 0.11; $R^2 = 0.95$. Symbols: Open circles represent the 15 dry grassland plots, black diamonds represent the 3 edge plots and grey quadrats represent the twelve pine plantation plots.*

Schlussfolgerungen

In der vorliegenden Studie haben wir es mit einem abrupten Wechsel (siehe Murcia 1995) von zwei Lebensräumen an einer harten Randlinie (siehe Stamps et al. 1987, Fagan et al. 1999) zu tun, der sich nachweislich in einem abrupten Wechsel der Spinnengemeinschaften widerspiegelt (vgl. Downie et al. 1996, Gallé & Fehér 2006, Gallé & Torma 2009). Solche harten Randlinien sind durch das Fehlen von schrittweisen und sanften Übergängen in der Vegetationsbedeckung zwischen den beiden Habitattypen definiert (Fagan et al. 1999, Ries et al. 2004, Ries & Sisk 2004).

Die Schwarzföhrenaufforstungen verändern die Spinnenfauna des Trockenrasens nahezu vollständig. Bereits vorhandene geschlossene Aufforstungen bedeuten nicht nur einen Flächenverlust, sondern auch eine Ausbreitungsbarriere für die xerothermophile Spinnenfauna. Typische Trockenrasenelemente fehlen in den dichten Forsten fast vollständig (vgl. Milasowszky et al. 2010). Das betrifft insbesondere die für den Naturschutz höchst bedeutenden Arten mit extremen Habitatansprüchen.

Bei den Schwarzföhrenbeständen im Untersuchungsgebiet Großmittel handelt es sich um künstliche Anpflanzungen, die man aufgrund der vorliegenden Ergebnisse als ökologisch wenig wertvolle Flächen bezeichnen muss. Die Trockenrasenflächen hingegen, die den Aufforstungen weichen mussten, zählen hinsichtlich der Spinnenfauna zu einem der bedeutendsten Lebensräume in Österreich. Derartige Lebensräume sind in Ostösterreich nur mehr als Fragmente oder Relikte vorhanden (vgl. Willner et al. 2004, Zulka et al. 2014). Da die Schwarzföhrenaufforstungen weder eine charakteristische Nadelwaldfauna aufweisen noch die Existenz von Trockenrasenarten ermöglichen, sondern mehrheitlich von „Allerweltsarten“ dominiert werden, wäre eine Reduzierung ihrer Fläche und ihrer Barrierewirkung aus Naturschutzgründen zweckmäßig. Die Anlage von Brandschutzschneisen in den letzten Jahren ist daher zu begrüßen (G. Bieringer, pers. Mitt.).

Im Vergleich zur Studie von Malicky (1972 b) wurden 36 der seinerzeit im Steinfeld auf drei Untersuchungsflächen nachgewiesenen 72 Spinnenarten auch in der vorliegenden Studie wiedergefunden. Folglich wurden 36 Arten nicht wieder gefunden, dafür aber 57 Arten, die wiederum Malicky (1972 b) noch nicht entdeckt hatte. Die große Zahl der bisher noch nicht im Gebiet nachgewiesenen Arten ist ein starker Hinweis auf ein hohes Biodiversitätspotential des Steinfeldes und insbesondere des Primärtrockenrasens, dessen arachnologische Erfassung mit gerade einmal zwei Studien logischerweise erst am Anfang steht.

Danksagung

Wir möchten uns beim Bundesministerium für Landesverteidigung und Sport, Referat Umweltschutz, Ökologie und Nachhaltigkeit (Ottokar Jindrich) und bei der Garnison Großmittel (Johann Edler) für die Erlaubnis und Unterstützung bedanken, im Gelände des Garnisonsübungsplatzes Großmittel über mehrere Monate des Jahres 1997 hinweg Beprobungen durchzuführen. Bei Georg Bieringer (Leobersdorf) bedanken wir uns herzlich für die Konzeption und Betreuung der Studie sowie für wertvolle inhaltliche Anmerkungen. Die Abteilung Naturschutz des Amtes der NÖ Landesregierung (Erhard Kraus) hat die Studie unterstützt. Für die kritische Durchsicht des Manuskripts danken wir Christoph Hörweg (Naturhistorisches Museum, Wien) und Norbert Sauberer (Traiskirchen).

Literatur

- Barber H.S. 1931. Traps for cave-inhabiting insects. *Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society* 46: 259–266.
- Bauchhenss E. 1990. Mitteleuropäische Xerotherm-Standorte und ihre epigäische Spinnenfauna - eine autökologische Betrachtung. *Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Hamburg (NF)* 31/32: 153–162.
- Bieringer G. 2009. Steinfeld. In: Dvorak M. (ed.) *Important bird areas in Österreich – Die wichtigsten Gebiete für den Vogelschutz in Österreich*. Verlag Naturhistorisches Museum Wien, Wien, pp 166–175.
- Bieringer G. & Sauberer N. 2001a. Der Naturraum Steinfeld. *Stapfia (Linz)*, zugleich Kataloge des OÖ Landesmuseums 77: 9–28.
- Bieringer G. & Sauberer N. 2001b. Die Auswirkungen von Stickstoff-Immissionen auf die Vegetation der Großmittler Trockenrasen. *Stapfia (Linz)*, zugleich Kataloge des OÖ Landesmuseums 77: 235–242.
- Bieringer G. & Zulka K.P. 2001. Die ökologischen Folgen von Aufforstungen im nördlichen Steinfeld. *Stapfia (Linz)*, zugleich Kataloge des OÖ Landesmuseums 77: 251–259.
- Bieringer G. & Zulka K.P. 2003. Shading out species richness: edge effect of a pine plantation on the Orthoptera (Tetti-goniidae and Acrididae) assemblage of an adjacent dry grassland. *Biodiversity & Conservation* 12: 1481–1495.
- Bieringer G., Zulka K.P., Milasowszky N. & Sauberer N. 2013. Edge effect of a pine plantation reduces dry grassland invertebrate species richness. *Biodiversity and Conservation* 22: 2269–2283.
- Bonte D., Baert L. & Maelfait J.-P. 2002. Spider assemblages structure and stability in a heterogeneous coastal dune system (Belgium). *Journal of Arachnology* 30: 331–343.
- Bonte D., Criel P., van Thournout, I. & Maelfait J.-P. 2003. Regional and local variation of spider assemblages (Araneae) from coastal grey dunes along the North Sea. *Journal of Biogeography* 30: 901–911.
- Buchar J. & Růžička V. 2002. *Katalog pavouků České republiky*. Peres Publishers, Praha, 350 S.
- Downie I.S., Coulson J.C. & Butterfield J.E.L. 1996. Distribution and dynamics of surface-dwelling spiders across a pasture-plantation ecotone. *Ecography* 19: 29–40
- Entling W., Schmidt M.H., Bacher S., Brandl R. & Nentwig W. 2007. Niche properties of Central European spiders: shading, moisture and the evolution of the habitat niche. *Global Ecology and Biogeography* 16: 440–448, + Supplement.

- Fagan W.F., Cantrell R.S. & Cosner C. 1999. How habitat edges change species interactions. *American Naturalist* 153: 165–182.
- Gallé R. & Fehér B. 2006. Edge effect on spider assemblages. *Tiscia* 35: 37–40.
- Gallé R. & Torma A. 2009. Epigeic spider (Araneae) assemblages of natural forest edges in the Kiskunság (Hungary). *Community Ecology* 10: 146–151.
- Hebar K. 1980. Zur Faunistik, Populationsdynamik und Produktionsbiologie der Spinnen (Araneae) des Hackelsberges im Leithagebirge (Burgenland). *Sitzungsberichte der Österreichischen Akademie der Wissenschaften Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse Abteilung I* 189: 83–231.
- Heimer S. & Nentwig W. 1991. *Spinnen Mitteleuropas*. Berlin, Hamburg (Paul Parey), 543 S.
- Hepner M. & Milasowszky N. 2014. Die Spinnenfauna (Arachnida: Araneae) in den Wäldern der Kernzonen sowie in Wirtschaftswäldern im Biosphärenpark Wienerwald (Niederösterreich und Wien). *Wissenschaftliche Mitteilungen Niederösterreichisches Landesmuseum* 25: 311–331.
- Hepner M., Milasowszky N., Sigmund E. & Waitzbauer W. 2011. Die Spinnenfauna (Arachnida: Araneae) stillgelegter Abbauflächen in einem Steinbruch in Bad Deutsch-Altenburg (Österreich: Niederösterreich). *Arachnologische Mitteilungen* 42: 29–47.
- Kulczyński W. 1898. *Symbola ad faunam araneorum Austriae inferioris cognoscendam*. *Dissertationum mathematicarum et physicarum Academiae Litterarum Cracoviensis* 36: 1–114.
- Legendre P. & Legendre L. 1998. *Numerical ecology*, 2nd English edition. Elsevier, Amsterdam. xv + 853 S.
- Malicky H. 1972 a. Spinnenfunde aus dem Burgenland und aus Niederösterreich (Araneae). *Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland* 48: 101–108.
- Malicky H. 1972 b. Vergleichende Barberfallenuntersuchungen auf den Apetloner Hutweiden (Burgenland) und im Wiener Neustädter Steinfeld (Niederösterreich): Spinnen (Araneae). *Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland* 48: 109–123.
- Milasowszky N., Hepner M., Hörweg C. & Rotter D. 2010. Influence of scrub encroachment and rank vegetation development on the epigeic spider fauna (Arachnida: Araneae) of dry meadows in the “Untere Lobau” (National Park Donau-Auen, Vienna, Austria). – In: Nentwig W., Entling M., & Kropf C. (Hrsg.) *European Arachnology 2008, Proceedings of the 24th European Congress of Arachnology, Bern, 25–29 August 2008*: 129–146.
- Milasowszky N., Hepner M., Waitzbauer W. & Zulka K.P. 2015. The epigeic spider fauna (Arachnida: Araneae) of 28 forests in eastern Austria. *Biodiversität und Naturschutz in Ostösterreich - BCBEA 1/1*: 135–163.
- Murcia C. 1995. Edge effects in fragmented forests – implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 58–62.
- Nemenz H. 1958. Beitrag zur Kenntnis der Spinnenfauna des Seewinkels (Burgenland, Österreich). *Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse* 167: 83–118.
- Priester A., Steinberger K.-H. & Waitzbauer W. 1998. Zur epigäischen Spinnenfauna eines Xerothermstandortes am Hainburger Schloßberg (Niederösterreich) (Arachnida: Araneae). *Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen-Gesellschaft in Österreich* 135: 151–170.
- Ressl F. & Kust T. 2010. *Naturkunde des Bezirkes Scheibbs*. Tierwelt 4. *Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Niederösterreichischen Landesmuseum* 20: 11–436.
- Riedl B. 2000. Bestandsaufnahme ausgewählter Arthropodengruppen eines naturnahen Trockenrasens auf dem Südwesthang des Braunsberges bei Hainburg (Niederösterreich). *Verhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Österreich* 137: 77–125.
- Ries L. & Sisk T.D. 2004. A predictive model of edge effects. *Ecology* 85:2917–2926
- Ries L., Fletcher R.J. Jr., Battin J. & Sisk T.D. 2004. Ecological responses to habitat edges: mechanisms, models and variability explained. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 35: 491–522.
- Sauberer N. & Bieringer G. 2001. Wald oder Steppe? Die Frage der natürlichen Vegetation des Steinfeldes. *Stapfia (Linz)*, zugleich Kataloge des OÖ Landesmuseums 77: 75–92.
- Sauberer N. & Buchner P. 2001. Die Trockenrasen-Vegetation des nördlichen Steinfeldes. *Stapfia (Linz)*, zugleich Kataloge des OÖ Landesmuseums 77: 113–128.
- Stamps J.A., Buechner M. & Krishnan V.V. 1987. The effects of edge permeability and habitat geometry on emigration from patches of habitat. *American Naturalist* 129: 533–552.
- Steinberger K.-H. 2004. Zur Spinnenfauna der Parndorfer Platte, einer Trockenlandschaft im Osten Österreichs (Burgenland) (Arachnida: Araneae, Opiliones). *Denisia* 12: 419–440

- Thaler K. 1985. Über die epigäische Spinnenfauna von Xerothermstandorten des Tiroler Inntales (Österreich) (Arachnida: Aranei). Veröffentlichungen des Museums Ferdinandeum (Innsbruck) 65: 81–103.
- Thaler K. 1999. Beiträge zur Spinnenfauna von Nordtirol – 6. Linyphiidae 2: Erigoninae (sensu Wiehle) (Arachnida: Araneae). Veröffentlichungen des Tiroler Landesmuseums Ferdinandeum 79: 215–264.
- Thaler K. & Buchar J. 1994. Die Wolfspinnen von Österreich 1: Gattungen *Acantholycosa*, *Alopecosa*, *Lycosa* (Arachnida, Araneida: Lycosidae). Faunistisch-tiergeographische Übersicht. Carinthia II 184/104: 357–375.
- Thaler K. & Knoflach B. 2004. Zur Faunistik der Spinnen (Araneae) von Österreich: Gnaphosidae, Thomisidae (Dionycha pro parte). Linzer Biologische Beiträge 36: 417–484.
- Wiehle H. & Franz H. 1954. 20. Ordnung: Araneae. In: Franz H. Die Nordostalpen im Spiegel ihrer Landtierwelt I. Universitätsverlag Wagner, Innsbruck, S. 473–557.
- Willner W., Jakomini C., Sauberer N. & Zechmeister H. 2004. Zur Kenntnis kleiner Trockenraseninseln im Osten Österreichs. Tuexenia 24: 215–226.
- World Spider Catalog 2016. World Spider Catalog. Natural History Museum Bern. Internet: <http://wsc.nmbe.ch>, Version 17.5.
- Zulka K. P., Abensperg-Traun M., Milasowszky N., Bieringer G., Gereben-Krenn B.-A., Holzinger W., Hölzler G., Rabitsch W., Reischütz A., Querner P., Sauberer N., Schmitzberger I., Willner W., Wrabka T. & Zechmeister H. 2014. Species richness in dry grassland patches of eastern Austria: A multi-taxon study on the role of local, landscape and habitat quality variables. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 182: 25–36.
- Zulka K.P. & Eder E. 2007. Zur Methode der Gefährdungseinstufung: Prinzipien, Aktualisierungen, Interpretation, Anwendung. In: Zulka K.P. (Red.) Rote Liste gefährdeter Tiere Österreichs. Checklisten, Gefährdungsanalysen, Handlungsbedarf. Teil 2: Kriechtiere, Lurche, Fische, Nachtfalter, Weichtiere. Grüne Reihe des Lebensministeriums Band 14/2, Böhlau, Wien: 11–36.