

Die epigäische Spinnenfauna (Arachnida, Araneae) in Sandrasen, Borstgrasrasen und Ruderalfluren im Naturschutzgebiet „Alter Flugplatz Karlsruhe“

Verena Hemm, Franziska Meyer & Hubert Höfer

doi: 10.5431/aramit4406

Abstract: The epigeic spider assemblages (Arachnida, Araneae) of dry acid grassland, mat-grass and ruderal vegetation in a nature protection area in the upper Rhine valley. Epigeic spiders were sampled using pitfall traps during one year in an anthropogenic open site within the city of Karlsruhe (Alter Flugplatz Karlsruhe). The area, historically used as a military parade ground and airport, is protected as a Special Area of Conservation (SAC) within the Natura 2000 network of the EU and since 2010 as a German nature reserve. We were interested in the diversity, assemblage structure and distribution of spider species within the area and investigated three different plant formations: sparse grass-dominated vegetation with frequent open sand patches (sandy turf), closed grassland dominated by the mat-grass (*Nardus stricta*) and ruderal vegetation with blackberry bushes. 123 species were identified from these captures, including many specialists of xerothermic habitats and rare and endangered species like *Alopecosa striatipes*, *Agroeca lusatica*, *Haplodrassus dalmatensis*, *Styloctetor romanus*, *Typhochrestus simoni* and *Xysticus striatipes* as well as extremely rare species of unclassified red list status like *Mysmenella jobi*, *Theonoe minutissima* and *Zora parallela*. The three investigated habitat types were quite similar concerning α -diversity, while measures of β -diversity indicated a strong species turnover. By performing an ecological habitat analysis (using autecological data on spiders) essential differences between the three habitat types could not be discovered, especially not between mat-grass and sandy turf. However, analysing the guild structures showed that different ways of using habitat resources dominated in the different habitat types. For *Nardus*-grassland several species could be identified as indicator species. While many xero- and photophiles live in the open grassland, the stenotopic psammophiles of inland dunes in the region were not found. The ruderal area houses a mix of grassland- and forest species.

Key words: diversity, faunistics, Germany, habitat classification, inland dunes, lowland dry acid grassland, mat-grass, sand habitat, xerothermic habitat

Im Stadtgebiet von Karlsruhe ist der „Alte Flugplatz“ ein einmaliges offenes Sandbiotop, welches durch die Kombination von naturräumlichen Gegebenheiten und einer stets extensiven Offenhaltung durch die frühere Nutzung als militärischer Exerzierplatz und Flugplatz entstand. Heute dient er einer selten gewordenen Flora und Fauna trockener Offenländer als Ersatzlebensraum (RIETSCHEL & STRAUSS 2010). Aus drei faunistischen Untersuchungen, die in früheren Jahren durch Gutachterbüros im Auftrag des Regierungspräsidiums Karlsruhe durchgeführt wurden, war schon bekannt, dass im Gebiet eine für die Region außergewöhnliche Spinnenfauna mit seltenen und in Baden-Württemberg bedrohten Arten vorkommt. Diese Untersuchungen waren allerdings nicht über den Zeitraum eines ganzen Jahres angelegt. Die erste im Jahr 2002 von G. Langer durchgeführte Untersuchung (SCHANOWSKI 2004) fand vor der ersten Beweidung durch Nutztiere im Rahmen

eines Pflegeplans statt und war auf den nördlichen Teil des Gebiets und den Zeitraum Mai bis Oktober beschränkt. Die weiteren Untersuchungen durch die Gesellschaft für angewandte Ökologie und Umweltplanung mbH (GefaÖ) (NÄHRIG 2005, 2007) wurden in vier Teilbereichen (zwei Sandrasen im Norden, dem Borstgrasrasen und einem Magerrasen im südlichen Teil, s. Abb. 1) von Mai (2004) bzw. Juni (2006) bis jeweils September durchgeführt. Zum Zeitpunkt dieser Untersuchungen waren einige der Flächen bereits beweidet worden.

Ziele unserer Untersuchung waren die Erfassung der Artenvielfalt bzw. Diversität der Spinnen, die Bewertung des Gebiets als Ganzes und der einzelnen Biotoptypen aus arachnologischer Sicht sowie die Beurteilung des Einflusses von Offenhaltungsmaßnahmen (besonders der Beweidung mit Eseln) auf die Spinnen, über die an anderer Stelle berichtet wird (HEMM & HÖFER 2012).

Die Kenntnis der Spinnenfauna im Untersuchungsgebiet liefert einen wichtigen Beitrag zur Kenntnis der Biodiversität der in diesem Fall artenreichen Kulturlandschaft im Sinne des Übereinkommens über die Biologische Vielfalt (CBD, s. HÖFER

Verena HEMM, Franziska MEYER & Hubert HÖFER, Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe, Erbprinzenstr. 13, D-76133 Karlsruhe. E-Mail: hubert.hoefer@smnk.de

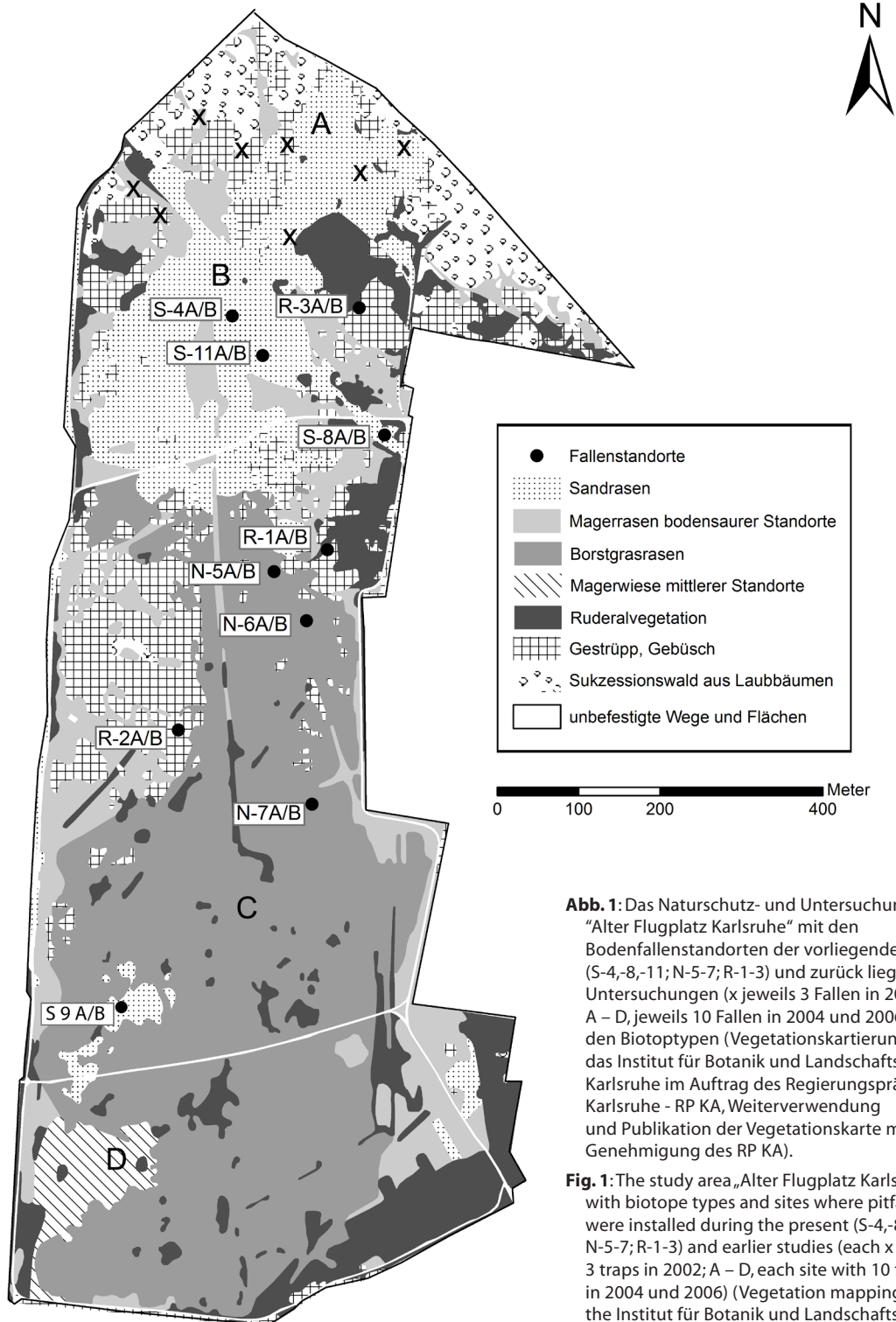


Abb. 1: Das Naturschutz- und Untersuchungsgebiet "Alter Flugplatz Karlsruhe" mit den Bodenfallenstandorten der vorliegenden (S-4,-8,-11; N-5-7; R-1-3) und zurück liegenden Untersuchungen (x jeweils 3 Fallen in 2002; A – D, jeweils 10 Fallen in 2004 und 2006) in den Biotoptypen (Vegetationskartierung durch das Institut für Botanik und Landschaftskunde Karlsruhe im Auftrag des Regierungspräsidiums Karlsruhe - RP KA, Weiterverwendung und Publikation der Vegetationskarte mit Genehmigung des RP KA).

Fig. 1: The study area „Alter Flugplatz Karlsruhe“ with biotope types and sites where pitfall traps were installed during the present (S-4,-8,-11; N-5-7; R-1-3) and earlier studies (each x with 3 traps in 2002; A – D, each site with 10 traps in 2004 and 2006) (Vegetation mapping by the Institut für Botanik und Landschaftskunde Karlsruhe on behalf of the Regierungspräsidium Karlsruhe - RP KA, modified and published with permission from the RP KA).

& VERHAAGH 2010). Sie verbessert insgesamt die Datengrundlage für die Verwendung der Spinnen als hinsichtlich ihrer Ökologie gut bekannte und u.a. deswegen zur Indikation des Zustands von Ökosystemen sehr geeignete Wirbelosengruppe. Der Nachweis der Arten in den untersuchten (gut charakterisierten) Biotoptypen in Verbindung mit Temperaturdaten und Angaben zur Habitatstruktur liefert konkret einen Beitrag zur Kenntnis der ökologischen Präferenzen der Arten, der z.B. über Metaanalysen in Ökogramme (s. MARTIN 1991) oder in vergleichbare Charakterisierungen der mitteleuropäischen Spinnenarten (HÄNGGI et al. 1995, ENTLING et al. 2007) einfließen kann.

Offene, sandige und oligotrophe Graslandbiotope sind in Süddeutschland durch Siedlungen und Intensivierung der Landwirtschaft, aber auch durch Nutzungsaufgabe oder Aufforstung, auf kleinste Flächen reduziert worden. Das gilt besonders für die am Ende der letzten Eiszeit im Oberrheingebiet an vielen Stellen durch Windablagerung entstandenen kleinräumigen offenen Sandflächen (ZIMMERMANN 2011). Die noch existierenden Reste dieser in Bezug auf Feuchtigkeit und Beschattung extremen Lebensräume stellen für viele Wärme und Trockenheit präferierende Arten (mit engen Nischen, s. ENTLING et al. 2007) die letzten verfügbaren Habitate dar und sollten deshalb geschützt bzw. (offen) erhalten werden. Wie viele Offenlandhabitate unserer Breiten ist auch der „Alte Flugplatz Karlsruhe“ unter den vorherrschenden klimatischen Bedingungen durch Nutzung offen gehalten worden und der Erhalt bedarf nach deren Aufgabe eines naturschutzfachlich abgestimmten Managements. Gängige Pflegemaßnahmen wie Beweidung oder Mahd sollten angesichts der Bedrohung der spezialisierten Flora und Fauna einer Erfolgskontrolle (u.a. HÄNGGI 1989) unterliegen. Die vorliegende Untersuchung stellt dazu bzw. zu einem Monitoring, d.h. der Beobachtung bzw. Erfassung der Arten über einen längeren Zeitraum einen wichtigen Beitrag dar (vgl. auch HEMM & HÖFER 2012).

Material und Methoden

Untersuchungsgebiet

Das Naturschutzgebiet „Alter Flugplatz Karlsruhe“ liegt im nordwestlichen Stadtgebiet von Karlsruhe (49,028°N, 8,379°O; WGS84; TK 25: 6916) im nördlichen Oberrheintiefland und ist dem Naturraum „Hardtebenen - Karlsruher Hardt“ zuzurechnen (SCHMITHÜSEN 1952). Es umfasst etwa 70 ha und liegt auf einer Höhe von 113-116 m ü. NN (ZIMMERMANN 2011). Mit warmen Sommern und milden Wintern liegt Karlsruhe im Übergangsbereich zwischen ozeanisch und kontinental geprägtem Klima. Die Temperatur-Verhältnisse am Alten Flugplatz sind allerdings extremer: Während die Bodenoberfläche sich tagsüber sehr stark erhitzen kann, kühlt sie nachts wiederum schnell aus. Von uns mit Thermologgern (Spectrum WatchDog Model 100) an der Bodenoberfläche gemessene Temperaturminima und -maxima lagen bei -7 °C an einem Dezember-Abend und bei +58 °C an Juli-Nachmittagen (Monatsmittel zwischen 0 °C und 27 °C; vgl. Tab. 1; für den Zeitraum Januar bis März 2011 liegen aufgrund eines Ausfalls der Temperatur-Logger keine Daten vor). Starke Winde sind aufgrund des offenen Charakters der Fläche recht häufig.

Der geologische Untergrund besteht aus den Sanden und Kiesen der Niederterrasse, welche zum Teil von einer Flugsanddecke und einer Binnendüne überlagert wurden. Der Rest dieser im Nordosten des Alten Flugplatzes gelegenen Binnendüne stellt die einzige schwache Erhebung in dem ansonsten weitgehend ebenen Gelände dar. Die Bodenverhältnisse sind als sauer und extrem trocken zu bezeichnen. Auch Nährstoffe können kaum im Boden gespeichert werden. Der vorherrschende Bodentyp ist die Bänderparabraunerde (BREUNIG 2000). Ackerbaulich wurde das Gebiet nie genutzt, so dass zu keinem Zeitpunkt bodenverbessernde Maßnahmen

Tab. 1: Temperaturmittel, -minima und -maxima (°C) im Jahr 2010 am Alten Flugplatz, gemessen im Borstgrasrasen an der Bodenoberfläche mit Temperatur-Loggern (Spectrum WatchDog Model 100); aufgrund des Ausfalls der Temperatur-Logger liegen aus dem Zeitraum Januar bis März 2011 keine Daten vor.

Tab. 1: Mean, minimum and maximum temperature values (°C) in the study area in 2010, taken with temperature loggers (Spectrum WatchDog Model 100) on the ground surface in mat-grass vegetation. A technical failure of the temperature loggers caused the lack of measures from January to March 2011.

Monat	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.
Mittel	+ 13	+ 15	+ 23	+ 27	+ 21	+ 16	+ 10	+ 7	0
Min.	- 2	+ 6	+ 10	+ 10	+ 10	+ 5	0	0	- 7
Max.	+ 39	+ 46	+ 50	+ 58	+ 45	+ 36	+ 29	+ 17	+ 6

men stattfanden. Zur Offenhaltung wurde hingegen (unregelmäßig) gemäht oder mit Schafen beweidet. Diese stets extensive Nutzung führte in Verbindung mit den Bodenverhältnissen und den xerothermen Bedingungen zur Ausbildung von früher in der Rheinebene verbreiteten, mittlerweile selten gewordenen Trockenrasen-Biotopen. Für den Naturschutz ist der Alte Flugplatz von enormer Bedeutung. Er beherbergt heute Sandrasen kalkfreier Standorte (z.T. FFH-Lebensraumtyp 2330), im Flachland seltene Borstgrasrasen (prioritärer FFH-Lebensraumtyp 6230*) und weitere Magerrasen, die von Brombeergestrüpp, Gebüsch und einzelnen Baumbeständen durchzogen sind (BREUNIG 2000). Sand- und Borstgrasrasen gelten als stark gefährdet und sind im Baden-Württembergischen Naturschutzgesetz (§ 32) ebenso wie im Bundesnaturschutzgesetz (§ 30) als besonders geschützte Biotoptypen aufgeführt. Borstgrasrasen sind in der badischen Rheinebene nur noch selten zu finden. Pflanzenarten der Sandrasen wie der stark gefährdete Bauernsenf (*Teesdalia nudicaulis*) weisen im Gebiet mit die größten Bestände in Baden-Württemberg auf (BREUNIG 2001). Aufgrund des Vorkommens von FFH-Lebensraumtypen ist der Alte

Flugplatz als Natura 2000-Gebiet gemeldet und Ende 2010 auch zum Naturschutzgebiet erklärt worden. Durch Pflegemaßnahmen wie eine zweijährige Mahd der im Süden liegenden Borstgrasbestände und weiteren Magerrasen sowie seit 2003 die Beweidung des nördlichen Teils (v.a. der Sandrasen) mit Hauseseln und Walliser Schwarzhalsziegen werden die Biotope offen gehalten. Auch eine Kaninchenpopulation sorgt besonders in den Sandrasen für kleinräumige Dynamik.

Um die Besonderheiten aus naturkundlicher Sicht sowie die Notwendigkeit der Unterschutzstellung den Karlsruher Bürgern bekannter zu machen, wurde im Rahmen dieser Arbeit eine Internetseite zum Alten Flugplatz mit Informationen zu bisher durchgeführten Untersuchungen und zur Spinnenfauna (inkl. Fotos und laufend aktualisierter Artenliste) erstellt (www.alter-flugplatz-karlsruhe.de). Die Fallenstandorte der früheren (nicht von uns durchgeführten) Untersuchungen (s.o.) sind in Abb. 1 eingetragen.

Fangmethode und Probedesign

Die epigäische Spinnenfauna wurde mit Bodenfallen in drei in der Struktur unterschiedlichen Biotop-



Abb. 2: Sandrasen im nördlichen Bereich des Alten Flugplatzes. Erkennbar sind der typische spärliche Grasbewuchs und vegetationsfreie Stellen mit Sand/Kies. Foto: H. Höfer, 26.8.2012.

Fig. 2: Sandy turf in the northern part of the study area. Typical is the sparse grass cover and sandy/gravelly vegetation-free spots. Foto: H. Höfer, 26.8.2012.



Abbs. 3, 4: 3 – Borstgrasrasen im ungemähten Zustand. Deutlich zu sehen sind die hohen und dichten Horste von *Nardus stricta*; **4** – Ruderalstandort mit Brombeeren und hochwüchsigen Gras. Fotos: H. Höfer, 26.8.2012.

Figs. 3, 4: 3 – Mat grass area in an unmown condition. Dense tufts are typical for *Nardus stricta*; **4** – Ruderal vegetation with blackberry bushes and high grass. Fotos: H. Höfer, 26.8.2012.

typen erfasst (Abb. 2-4). Der Sandrasen (Abb. 2) wies eine niedrige und lückige Vegetation auf, die durch Moose, Flechten, annuelle Sandrasenarten wie *Aira praecox* (Haferschmiele) und Sukkulenten wie *Sedum acre* gebildet wurde. Die beprobten Bereiche des Borstgrasrasens (Abb. 3) fielen durch hohe und dichte Horstgruppen von *Nardus stricta* auf, mit *Festuca filiformis* und *Luzula campestris*. Bei den

nen Öffnungsdurchmesser von 6,5 cm und waren mit Dächern vor Überflutung durch Regen geschützt. Als Fangflüssigkeit wurde 5 %ige Essigsäure mit einigen Tropfen Spülmittel als Detergens verwendet. Nach dem Leeren wurde der Fang in 70 %iges Äthanol überführt, nach Arthropodengruppen sortiert und die Spinnen determiniert. Spinnen (und Beifänge) sind am Staatlichen Museum für Naturkunde Karlsruhe hinterlegt.

von uns als ruderal eingestuft Flächen handelte es sich um hochwüchsige grasreiche Bestände (z.B. *Carex hirta*), die von Brombeer-Gestrüpp (*Rubus sectio Rubus*) durchzogen waren (Abb. 4). In jedem Biotoptyp wurden sechs Standorte mit je drei Fallen bestückt. Die Fallen eines Standorts waren im Dreieck angeordnet und jeweils ca. 5 m voneinander entfernt.

Am 31. März 2010 wurden die Bodenfallen an sechs Standorten im Borstgrasrasen und an zwei Standorten in Sandrasen in Betrieb genommen, am 9. April an vier Standorten im Ruderalbereich und am 4. Mai an zwei Ruderal- und vier Sandstandorten. Ab dann waren alle 54 Bodenfallen fängig und wurden bis zum 19. Oktober 2010 wöchentlich geleert. An einem Sand- und einem Borstgras-Standort wurden die Fallen über den Winter noch bis zum 29. März 2011 mit zweiwöchigen Leerungsintervallen weiterbetrieben.

Die Bodenfallen (für den Untersuchungszeitraum fest installierte Edelstahl-Röhren mit entnehmbaren Kunststoff-Trinkbechern) hatten ei-

Auswertung

Die Bestimmung der Spinnen erfolgte mit GRIMM (1985, 1986), HEIMER & NENTWIG (1991), ROBERTS (1993), TONGIORGI (1966) sowie den Internet-Bestimmungsschlüsseln von NENTWIG et al. (2010) und METZNER (2010).

Für den Vergleich der Zönosen der drei Biotoptypen wurden ausschließlich Daten aus dem Zeitraum von Mai bis Oktober verwendet, in dem alle Standorte mit Fallen bestückt waren. Da auf einzelnen Standorten gelegentlich einzelne Fallen ausfielen, erfolgte eine Korrektur der Individuenzahlen auf die Anzahl fängiger Fallen. In der Gesamtartenliste im Anhang 1 sind die absoluten Individuenzahlen (Adulte) für den jeweiligen gesamten Fangzeitraum (s.o.) angegeben. Die Einteilung der Dominanzklassen erfolgte nach ENGELMANN (1982) über eine logarithmische Klassenbildung in Hauptarten (eudominant, dominant, subdominant auftretende Arten; > 3,2 % des Gesamtfangs an Individuen) und Begleitarten (rezedent, subrezedent, sporadisch; < 3,2 %). Zur Beschreibung der α -Diversität wurden aus den Fangzahlen der Adulten der Shannon-Index und die Evenness nach Pielou (MAGURRAN 2004) berechnet, zum Vergleich der Artengemeinschaften anhand der Arten- bzw. Dominanzidentität (β -Diversität) die Jaccard'sche bzw. Renkonen'sche Zahl (MÜHLENBERG 1989). Zusätzlich wurde der Ähnlichkeitsindex K_w nach Wainstein berechnet, der sowohl die Anzahl gemeinsamer Arten, als auch deren relative Häufigkeit (Dominanz) berücksichtigt (MÜHLENBERG 1989). Dessen Werte liegen, wie beim Jaccard- und Renkonen-Index zwischen 0 und 100 Prozent, durch die Multiplikation zweier Prozentzahlen aber grundsätzlich auf einem niedrigeren Niveau.

Zur Charakterisierung der Biotoptypen anhand der Spinnenzönosen wurden ökologische Präferenzwerte von Spinnenarten aus MARTIN (1991) herangezogen. Er liefert für zahlreiche Arten Ökogramme aus der Kombination der Präferenzen für die vier Habitatmerkmale Feuchtigkeit, Belichtung, Habitatstruktur und Biotopklasse. Die Präferenzwerte sind sechsstufig und basieren auf der Häufigkeit der Spinnen unter verschiedenen Ausprägungen der Habitatmerkmale (z.B. Feuchtigkeit: nass bis trocken) in Martins Untersuchung. In unserer Auswertung haben wir pro Biotyp für jede Ausprägungsform der vier Habitatmerkmale den prozentualen Anteil derjenigen Arten errechnet, die dieses Merkmal „präferieren“ oder „stark präferieren“. Da für 45 von uns gefundenen Arten kein Ökogramm vorlag (s. Anhang), konnten diese nicht in die Auswertung mit einbezogen werden. Für einige der Arten (s. Anhang), deren Habitat-Präferenzen bisher nicht oder unzureichend bekannt waren, liefert unsere Untersuchung wichtige Informationen zur autökologischen Charakterisierung.

Die Einteilung in Gilden wurde in Anlehnung an UETZ et al. (1999: Abb. 1, S. 276) mit allen aus der Literatur verfügbaren Informationen zur Lebensweise der Arten vorgenommen (Tab. 2). Um keine neuen Begriffe zu schaffen, werden die prägnanten englischen Gildennamen aus UETZ et al. (1999) im Text verwendet.

Ergebnisse

Gesamtfang und Faunistik

Über den gesamten Zeitraum eines Jahres wurden mit Bodenfallen insgesamt 16351 Spinnen gefangen. Davon waren 9009 Individuen (55 %) adult: 64 % Männchen, 36 % Weibchen. Aus diesem Material

Tab. 2: Zuordnung der Spinnentaxa vom Alten Flugplatz zu Gilden. Englische Bezeichnungen aus UETZ et al. (1999).
Tab. 2: Assignment of the spider taxa found in the study area to guilds (cf. UETZ et al 1999).

Gilde	Taxa
Ground runners – überwiegend tagsüber am Boden laufende Spinnen	Lycosidae (außer <i>Aulonia</i>), <i>Micaria</i> , <i>Phrurolithus</i> , <i>Zodarion</i> , <i>Pachygnatha</i>
Ground runners – überwiegend nachts am Boden laufende Spinnen	Gnaphosidae (außer <i>Micaria</i>), Dysderidae, Liocranidae (außer <i>Phrurolithus</i>), <i>Clubiona neglecta</i>
Foliage runners – überwiegend tagsüber in der Vegetation laufende Spinnen	<i>Zora</i>
Foliage runners – überwiegend nachts in der Vegetation laufende Spinnen	<i>Clubiona</i> (außer <i>Clubiona neglecta</i>), <i>Cheiracanthium</i>
Ambushers – tagaktive Lauerjäger	<i>Xysticus</i> , Philodromidae, <i>Pisaura</i>
Ambushers – nachtaktive Lauerjäger	<i>Ozyptila</i>
Stalkers – Pirschjäger	Mimetidae, Salticidae
Webbuilders – Netzbauer	Linyphiidae, Hahniidae, Araneidae, <i>Aulonia</i> , Dictynidae, Theridiidae, Agelenidae

konnten 123 Arten aus 79 Gattungen und 21 Familien determiniert werden (s. Anhang 1). Darunter finden sich zahlreiche Arten, die in den Roten Listen Baden-Württembergs und Deutschlands geführt werden (NÄHRIG & HARMS 2003, PLATEN et al. 1998). Die Wolfspinne *Alopecosa striatipes* (C. L. Koch, 1839) gilt in Baden-Württemberg als vom Aussterben bedroht, fünf weitere Arten sind stark gefährdet, sechs gefährdet. Mit der Wanderspinne *Zora parallela* Simon, 1878 wurde eine in Deutschland extrem seltene Art mit regional begrenzten und kleinen Beständen gefunden. Für die ebenfalls bisher selten gemeldete Mysmenidae *Mysmenella jobi* (Kraus, 1967) ist eine Gefährdung anzunehmen. Weitere 13 Arten stehen für Baden-Württemberg auf der Vorwarnliste, zwei Arten sind für eine Einstufung nicht ausreichend bekannt (D – Daten defizitär). Deutschlandweit gelten vier der nachgewiesenen Arten als stark gefährdet und zwölf als gefährdet (s. Anhang 1).

Weitere bisher selten gefundene Arten sind die Thomaside *Xysticus striatipes* L. Koch, 1870 (Thomisidae), die Theridiiden *Theonoe minutissima* (O. P.-Cambridge, 1879) und *Neottiura suaveolens* (Simon, 1879) (in Deutschland bisher nur in Baden-Württemberg nachgewiesen), die Linyphiiden *Styloctetor romanus* (O. P.-Cambridge, 1872), *Tapinocyba praecox* (O. P.-Cambridge, 1872) und *Typhochrestus simoni* Lessert, 1907.

Den größten Anteil der gefangenen Adulten (39 %) stellen die Wolfspinnen (Lycosidae). Auch Baldachin- und Zwergspinnen (Linyphiidae) und Plattbauchspinnen (Gnaphosidae) weisen relativ hohe Aktivitätsdichten auf. Die am häufigsten gefangenen Arten waren *Meioneta rurestris*, *Pardosa monticola*

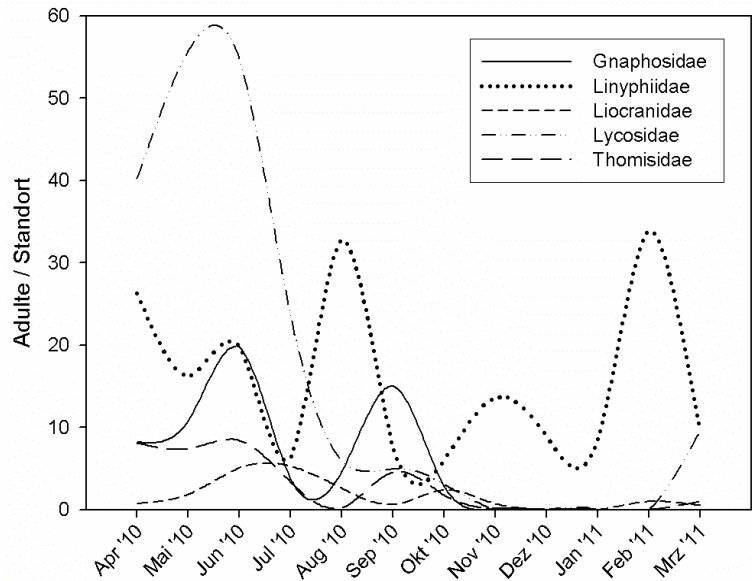


Abb. 5: Aktivitätsmuster der Adulten der fünf häufigsten Spinnenfamilien im Jahresverlauf (April 2010 bis März 2011; Linienverlauf mit smoothing-Effekt dargestellt). Zu beachten ist, dass ab November 2010 nur noch an zwei Standorten mit zweiwöchigen Leerungsintervallen gefangen wurde.

Fig. 5: Activities of the five most abundant families (adults) during one year (April 2010 until March 2011; line shape smoothed). After November 2010 captures were from two sites only and taken biweekly.

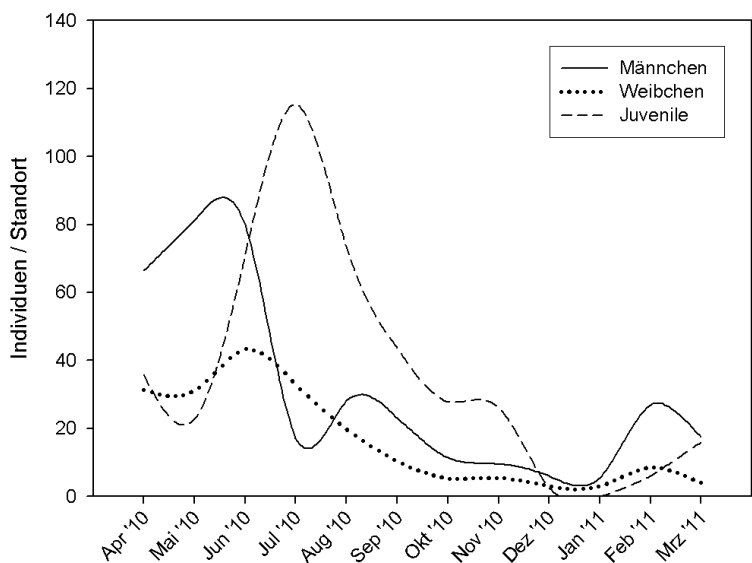


Abb. 6: Aktivitätsmuster von Männchen, Weibchen und Juvenilen im Jahresverlauf (April 2010 bis März 2011; Linienverlauf mit smoothing-Effekt dargestellt). Zu beachten ist, dass ab November 2010 nur noch an zwei Standorten mit zweiwöchigen Leerungsintervallen gefangen wurde.

Fig. 6: Activities of male, female and juvenile spiders during one year (April 2010 until March 2011; line shape smoothed). After November 2010 captures were from two sites only and taken biweekly.

und *Aulonia albimana*. Die meisten Arten (44 = 36 %) gehören zur Familie Linyphiidae, gefolgt von den Lycosidae mit 17 und den Gnaphosidae mit 12 Arten (s. Anhang 1).

Phänologie

Die Phänologie wurde nur für den Gesamtfang betrachtet. Dabei zeigen sich für den Fangzeitraum von April 2010 bis März 2011 deutliche Unterschiede im Verlauf der Aktivitätsdichten der verschiedenen Familien (Abb. 5). Die Fänge der Monate April bis Juni waren stark von den im Frühjahr besonders aktiven Lycosiden geprägt, die sich in dieser Periode verpaaren. *Pardosa lugubris* war von April (v.a. Männchen) bis Juli (v.a. Weibchen) zu finden, *P. monticola* zwischen April und Juni. *Aulonia albimana* zeigte ein Aktivitätsmaximum im Mai und Juni, *Xerolycosa miniata* wurde von April bis Juni gefangen. Bereits im Juli ging die Zahl der Wolfspinnen wieder stark zurück, und ab Spätherbst wurden sie kaum mehr gefangen.

Zwei Aktivitätsperioden sind hingegen bei Gnaphosidae, Thomisidae und Liocranidae zu erkennen (Abb. 5). Die meisten Gnaphosiden-Arten waren im Frühsommer aktiv, z.B. *Haplodrassus dalmatensis* von Mitte Mai bis Ende Juli mit Maximum im Juni. *Zelotes longipes* zeigte dagegen ein deutliches Maximum im September. Bei den Liocraniden wurde eine zweite Aktivitätsspitze im Herbst durch *Scotina celans* hervorgerufen, die übrigen Arten dieser Familie waren überwiegend im Frühjahr aktiv, *Agroeca lusatica* bereits im Februar. Auch unter den Krabbenspinnen waren die meisten Arten im Frühjahr aktiv, wobei *Ozyptila claveata* noch eine zweite Periode hoher Aktivitätsdichte in den Monaten September und Oktober aufwies. Im selben Zeitraum im Herbst wurden auch die meisten Individuen von *Xysticus striatipes* gefangen.

Die Linyphiidae zeigen fünf Aktivitätsspitzen im Jahresverlauf: im April, Juni, August, November und Februar (Abb. 5). Teils sind diese durch diplochrone Arten wie z. B. *Pelecopis parallela* mit Aktivitätsmaxima im Frühsommer und Herbst, teils durch stenochrome Arten mit einem zeitlich eng begrenzten Fortpflanzungszeitraum verursacht. So hatte die im Sandrasen und auch insgesamt häufigste Art *Meioneta rurestris* ihr Aktivitätsmaximum im August. Männchen von *Typhochrestus digitatus* traten bereits im Februar häufiger auf, ihre Hauptaktivitätszeit lag aber im April/Mai. *Trichopterna cito* war von April bis Juni, *Styloctetor romanus* von April bis in den August häufig in den Fallen, während *Tapinocyba praecox* fast das ganze Jahr über in geringen Zahlen adult gefangen

wurde. *Centromerita concinna* trat als einzige Art auch im Winter in größeren Individuenzahlen auf.

Die Fänge in den Monaten Januar bis Mai waren von Männchen dominiert. Deren Aktivität (und Abundanz) ging danach (ab Juni bis Juli) rasch zurück, bevor im August wenige andere Arten reif wurden (Abb. 6). Die Aktivitätsdichten der Weibchen waren insgesamt niedriger und ausgeglichener. Ihr Maximum trat zeitlich versetzt zu den Männchen im Frühsommer auf. Die Höhe des Maximums der juvenilen Spinnen beruht auf den viel höheren Individuendichten zu Beginn ihrer Lebenszeit, die allerdings (einer hohen Mortalitätsrate unterliegend) dann auch wieder stark zurückgehen (Abb. 6). Insgesamt sind über den Sommer hinweg recht geringe Aktivitätsdichten registriert worden, im Kernwinter (Dezember bis Januar) sind sie sogar extrem niedrig.

Artenzusammensetzung und Diversität in den verschiedenen Biotoptypen

In allen drei Biotoptypen wurden ähnlich viele Individuen und Arten gefangen (Tab. 3). Ein Vergleich der Taxozönosen zeigt, dass 40 der insgesamt 123 gefundenen Arten in allen drei Typen zu finden waren. Sandrasen und Borstgras weisen 52, Borstgras und Ruderalfläche 50 und Sandrasen und Ruderalfläche 47 gemeinsame Arten auf. Die Artenidentität (Jaccard'sche Zahl) liegt bei 0,55, 0,51 und 0,48.

Ausschließlich im Borstgras gefunden wurden 17 der dort aufgetretenen 76 Arten, darunter die Hauptart *Xysticus erraticus* sowie drei Nebenarten mit mehreren Individuen: *Zelotes petrensis*, *Clubiona diversa*, *Alopecosa striatipes* (s. Anhang 1). Ausschließlich im Ruderalbereich kamen 20 der insgesamt 73 Arten vor, darunter die zwei rezedenten Arten *Pirata uliginosus* und *Pocadicnemis juncea*. Bei den nur im Sandrasen gefangenen 13 Arten (von dort insgesamt 71 nachgewiesenen Arten) handelt es sich dagegen ausschließlich um sporadisch aufgetretene Arten.

Die Strukturen der Zönosen (Rang-Abundanzen, Dominanzen) in den einzelnen Biotoptypen erscheinen auf den ersten Blick ähnlich (Tab. 3). Berechnet für den kompletten Jahresverlauf in Sand- und Borstgrasrasen ergaben sich nur geringe Unterschiede (max. 2 % bei dominanten Arten). In keinem Biotoptyp war eine Art eudominant. In den Fängen im Borstgras war eine Art (*Pardosa monticola*) dominant, während im Sandrasen und in der Ruderalfläche jeweils zwei Arten dominant auftraten. In jedem Biotoptyp waren aber andere Arten dominant. Besonders die Ruderalfläche zeigte eine deutlich verschiedene Zusammensetzung

Tab. 3: Liste der Hauptarten (eudominant: 32,0-100 %, dominant: 10,0-31,9 %, subdominant: 3,2-9,9 %) und Begleitarten (rezedent: 1,0-3,1 %, subrezedent: 0,32-0,99 %); Dominanzen adulter Individuen, Artenreichtum und Diversität der drei Biotoptypen. Sporadische Arten (<0,32 %) sind nicht aufgeführt.

Tab. 3: Dominance structure (adults) and diversity in the three habitat types. Principal species: eudominant (32.0-100 %), dominant (10.0-31.9 %), subdominant (3.2-9.9 %); accessory species: recedent (1.0-3.1 %), subrecedent (0.32-0.99 %); sporadic species (<0.32 %) not individually listed.

Sandrasen	Adulte (%)	Borstgrasrasen	Adulte (%)	Ruderalffuren	Adulte (%)
dominant:		dominant:		dominant:	
<i>Meioneta rurestris</i>	19,4	<i>Pardosa monticola</i>	12,6	<i>Aulonia albimana</i>	16,2
<i>Xerolycosa miniata</i>	14,4	subdominant:		<i>Pardosa lugubris</i>	10,4
subdominant:		<i>Argenna subnigra</i>	9,4	subdominant:	
<i>Zelotes longipes</i>	8,4	<i>Alopecosa cuneata</i>	8,1	<i>Phrurolithus festivus</i>	8,1
<i>Haplodrassus dalmatensis</i>	6,5	<i>Zelotes longipes</i>	7,5	<i>Trochosa terricola</i>	7,1
<i>Pardosa monticola</i>	5,2	<i>Ozyptila claveata</i>	6,3	<i>Pardosa prativaga</i>	6,2
<i>Erigone dentipalpis</i>	4,9	<i>Xysticus erraticus</i>	5,5	<i>Trochosa ruricola</i>	6,1
<i>Pardosa palustris</i>	4,8	<i>Trichopterna cito</i>	5,5	rezedent:	
<i>Zelotes electus</i>	4,4	<i>Zelotes electus</i>	4,4	<i>Arctosa lutetiana</i>	3,1
<i>Haplodrassus signifer</i>	3,7	<i>Meioneta rurestris</i>	3,8	<i>Pardosa pullata</i>	3,0
<i>Styloctetor romanus</i>	3,6	<i>Habnia nava</i>	3,7	<i>Xerolycosa miniata</i>	3,0
<i>Ozyptila claveata</i>	3,5	rezedent:		<i>Pocadicnemis juncea</i>	2,8
rezedent:		<i>Pardosa palustris</i>	2,7	<i>Tenuiphantes tenuis</i>	2,1
<i>Trichopterna cito</i>	2,4	<i>Pachygnatha degeeri</i>	2,2	<i>Habnia nava</i>	2,0
<i>Typhochrestus digitatus</i>	2,1	<i>Phrurolithus festivus</i>	2,1	<i>Scotina celans</i>	1,9
<i>Argenna subnigra</i>	1,8	<i>Aulonia albimana</i>	1,8	<i>Alopecosa cuneata</i>	1,9
<i>Phlegra fasciata</i>	1,8	<i>Haplodrassus dalmatensis</i>	1,8	<i>Zora spinimana</i>	1,8
<i>Pelecopsis parallela</i>	1,7	<i>Trochosa terricola</i>	1,7	<i>Pirata uliginosus</i>	1,6
<i>Xysticus kochi</i>	1,4	<i>Zelotes petrensis</i>	1,6	<i>Pocadicnemis pumila</i>	1,6
<i>Asagena phalerata</i>	1,1	<i>Styloctetor romanus</i>	1,5	<i>Meioneta rurestris</i>	1,3
subrezedent:		<i>Phlegra fasciata</i>	1,5	<i>Ozyptila claveata</i>	1,3
<i>Aulonia albimana</i>	0,80	<i>Typhochrestus digitatus</i>	1,4	<i>Zelotes latreillei</i>	1,3

der Hauptarten. Entsprechend ist die Dominanz- oder quantitative Identität (Renkonen'sche Zahl) von Sandrasen und Borstgras untereinander mit 47 % hoch, mit der Ruderalfläche aber niedrig (16 und 23 %). Die Unterschiede macht der Wainstein-Index noch deutlicher: Sandrasen und Ruderalbereich haben mit 7,5 % nur eine sehr geringe Ähnlichkeit in der quantitativen Artenzusammensetzung, die beiden grasdominierten Flächen Borstgras und Ruderal ähneln sich ebenfalls nur mit 11,7 %. Lediglich Sandrasen und Borstgras sind sich hier mit 25,8 % etwas ähnlicher. In multivariaten Analysen (vgl. HEMM & HÖFER 2012) erfolgte eine deutliche Auftrennung der ruderalen Standorte auf der einen Seite und der Sandrasen- und Nardetenstandorte auf der anderen Seite entlang der ersten Achse. Damit korrelieren mehrere Strukturvariablen der Fallenumgebung: Moos- und Flechtenbedeckung (in Sandrasen) versus Streuaufgabe und Sträucher (im Ruderalbereich).

Die Diversität der Zönosen von Borstgrasrasen

und Ruderalbereichen war, unabhängig von der unterschiedlichen Betonung der Heterogenität (H_s) bzw. der Evenness (E_s) durch die verschiedenen Indizes, identisch und mit 3,3 bzw. 0,76 etwas höher als im Sandrasen (2,9 bzw. 0,69; Tab. 3).

Ökologische Standortklassifikation

Für 78 der insgesamt 123 gefundenen Arten liegen von MARTIN (1991) Informationen zu deren Autoökologie (Ökogramme) vor (s. Anhang 1). Für den Borstgrasrasen sind 52 der dort vorkommenden 76 Arten erfasst, für Sandrasen und Ruderalbereich sind es jeweils 55 von 71 (Sandrasen) bzw. von 73 (Ruderalvegetation) Arten. Der Großteil der von MARTIN (1991) nicht charakterisierten Spinnenarten gehört in allen drei Vegetationstypen zu den Begleitarten. Für Borstgras- und Sandrasen sind allerdings auch mehrere subdominant auftretende Arten nicht charakterisiert: *Argenna subnigra*, *Ozyptila claveata*, *Xysticus erraticus* und *Habnia nava* in Borstgrasrasen;

Sandrasen	Adulte (%)	Borstgrasrasen	Adulte (%)	Ruderalffuren	Adulte (%)
<i>Mermessus trilobatus</i>	0,76	subrezent:		<i>Argenna subnigra</i>	1,1
<i>Hypsosinga albovittata</i>	0,55	<i>Haplodrassus signifer</i>	0,98	<i>Meioneta affinis</i>	1,0
<i>Hahnianava</i>	0,51	<i>Erigone dentipalpis</i>	0,93	subrezent:	
<i>Zodarium italicum</i>	0,46	<i>Euophrys frontalis</i>	0,93	<i>Drassyllus praeficus</i>	0,98
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	0,42	<i>Micrargus subaequalis</i>	0,89	<i>Pardosa hortensis</i>	0,94
<i>Alopecosa cuneata</i>	0,38	<i>Mermessus trilobatus</i>	0,89	<i>Micaria pulicaria</i>	0,91
<i>Cheiracanthium virescens</i>	0,38	<i>Talavera aequipes</i>	0,85	<i>Micrargus subaequalis</i>	0,87
<i>Phrurolithus festivus</i>	0,38	<i>Xysticus striatipes</i>	0,81	<i>Diplostyla concolor</i>	0,83
<i>Talavera aequipes</i>	0,38	<i>Tapinocyba praecox</i>	0,77	<i>Haplodrassus signifer</i>	0,79
sporadisch:		<i>Tenuiphantes tenuis</i>	0,73	<i>Pardosa palustris</i>	0,72
43 Arten	4,2	<i>Xerolycosa miniata</i>	0,65	<i>Zodarium italicum</i>	0,64
		<i>Drassyllus praeficus</i>	0,61	<i>Trachyzelotes pedestris</i>	0,60
		<i>Clubiona diversa</i>	0,57	<i>Erigone dentipalpis</i>	0,57
		<i>Walckenaeria antica</i>	0,53	<i>Drassodes pubescens</i>	0,53
		<i>Xysticus kochi</i>	0,45	<i>Pachygnatha degeeri</i>	0,53
		<i>Asagena phalerata</i>	0,33	<i>Agroeca lusatica</i>	0,45
		<i>Trochosa ruricola</i>	0,33	<i>Maso sundevalli</i>	0,45
		sporadisch:		<i>Walckenaeria antica</i>	0,45
		40 Arten	3,8	<i>Mermessus trilobatus</i>	0,42
				<i>Xysticus cristatus</i>	0,38
				<i>Pallidiphantes pallidus</i>	0,34
				<i>Phlegra fasciata</i>	0,34
				sporadisch:	
				32 Arten	3,3
Arten gesamt	71		76		73
Adulte gesamt	2369		2460		2646
Shannon-Index H_s	2,95		3,29		3,27
Evenness E_s	0,69		0,76		0,76

Haplodrassus dalmatensis, *Ozyptila claveata* und *Styloctetor romanus* in Sandrasen. Wie zu erwarten zeigt die ökologische Standortklassifikation auf Basis der durch MARTIN (1991) charakterisierten Arten, dass xerophile (58%) und photophile (65 %) im nur lückig bewachsenen, ganzjährig extrem sonnenexponierten Sandrasen den größten Anteil am Artenspektrum stellen (Tab. 4, Anhang 1). Im Borstgrasrasen haben diese ökologischen Typen allerdings noch höhere Anteile (60 % bzw. 65 %). In der Ruderalfläche sind dagegen nur 44 % xerophil, aber noch 58 % photophil. Diesen Präferenzen für Feuchtigkeit und Belichtung entsprechend bevorzugen die meisten im Sandrasen und im Borstgrasrasen gefangenen Arten als Habitatstruktur Freiflächen und als Biotopklassen Kurzrasen- und Freiflächenbiotop. Weitere von vielen Arten bevorzugte Strukturtypen sind Gras/Kraut und Grasstreu. Im Ruderalbereich hingegen stellt der Gras/Kraut-Typ den höchsten Anteil (49 %). Neben den noch erwartungsgemäß hohen An-

teilen des Freiflächen- und Grasstreu-Typs fällt der hohe Anteil (40 %) des Nadelstreu-Typs auf, der in Sand- und Borstgrasrasen nicht auftritt. In der Ruderalfläche sind auch die Präferenzen der Arten für Wald- und Moosbiotope neben den vorherrschenden Präferenzen für Kurzrasen- und Freiflächenbiotop bereits hoch.

Gildenstruktur der Zönosen

Ein weiterer Vergleich der drei Biotoptypen soll anhand der Gildenstruktur der Spinnenzönosen durchgeführt werden. Basierend auf Tab. 2 wurden alle Arten einer Gilde zugeordnet und die prozentualen Anteile der einzelnen Gilden am Gesamtumfang adulter Individuen berechnet (Tab. 5). Methodisch bedingt (Bodenfallenfänge) gehört die Mehrzahl der Arten in allen drei Biotoptypen zur Gilde der an der Bodenoberfläche aktiven Jagdspinnen („ground runners“). Im Vergleich der drei Biotoptypen zeigen sich aber hinsichtlich der tageszeitlichen Aktivität

Tab. 4: Anteile der bestimmte Habitatmerkmale mit Präferenzwert 4 oder 5 präferierenden bzw. stark präferierenden Spinnenarten (aus MARTIN 1991) am Gesamtfang in den drei untersuchten Biotoptypen.

Tab. 4: Portion of spider species in each habitat type which (strongly) prefer (value 4 or 5) distinct habitat characteristics (after MARTIN 1991).

Habitatmerkmale	Typ	Sandrasen	Borstgrasrasen	Ruderalffuren
Feuchtigkeit	trocken (-xero-)	58 %	60 %	44 %
Belichtung	frei (-photo-)	65 %	65 %	58 %
Habitatstruktur	Freiflächen	62 %	58 %	45 %
	Gras/Kraut	55 %	50 %	49 %
	Grasstreu	44 %	46 %	44 %
	Nadelstreu			40 %
Biotoptypklasse	Kurzrasen	75 %	71 %	64 %
	Freiflächen	58 %	56 %	44 %
	Wald			31 %
	Moos			27 %

der am Boden jagenden Tiere deutliche Unterschiede. Während im Ruderalbereich mehr tagaktive (54 %) als nachtaktive (7 %) „ground runners“ gefangen wurden, verschiebt sich dieses Verhältnis zugunsten der nachtaktiven über den schon lichtdurchlässigeren Borstgrasrasen (18 %) zum am stärksten sonnenexponierten Sandrasen (23 %). Ähnlich sind die Verhältnisse bei den „foliage runners“, die insgesamt (aber besonders in Borstgras und Sandrasen) nur einen kleinen Anteil am Gildenspektrum ausmachen. Dagegen sind sowohl Lauerjäger („ambushers“) als auch Pirschjäger („stalkers“) im Borstgrasrasen häufiger gefangen worden als in der Ruderalfläche und in Sandrasen. Bemerkenswert ist, dass netzbauende Spinnen (Linyphiinae: *Meioneta rurestris* u.a.) auch oder gerade in den ja überwiegend zweidimensionalen Sandrasen einen großen Anteil stellen. Zu beachten ist aber, dass dieser Gildenklasse auch die Zwergspinnen (Erigoninae) zugeordnet sind, die wohl überwiegend keine Fangnetze bauen.

Diskussion

Vergleich der Ergebnisse mit früheren Untersuchungen

Zunächst vergleichen wir die Ergebnisse unserer Untersuchung mit den früheren, nicht publizierten Bodenfallenfangen, um deren Ergebnisse in die Gesamtbetrachtung einbeziehen zu können. Unter den 123 Arten unserer Aufsammlung sind 41 neue Nachweise gegenüber den bisherigen Aufsammlungen im Jahr 2002 (SCHANOWSKI 2004): 95 Arten, im Jahr 2004 (NÄHRIG 2005): 51 Arten und im Jahr 2006 (NÄHRIG 2007): 57 Arten). Die erste Untersuchung beschränkte sich auf den Nordteil des

Gebiets (Sandrasen und angrenzende Magerrasen), die beiden anderen stellten Fallen im 2003 erstmals beweideten Sandrasen im Norden, in unbeweideten Sandrasen und Borstgrasrasen in der Mitte sowie in einem Magerrasen im Süden des Gebiets auf. In der ersten Untersuchung wurde von Mai bis Oktober gefangen, in der zweiten von Mitte April bis Ende Mai und im September, in der dritten von Ende Mai bis Anfang Juli und im September. Zwölf der neu nachgewiesenen Arten wurden in größerer Zahl gefangen. Von *Agroeca lusatica* (L. Koch, 1875) (RL BW: 2, RL D: 3), wurden im Fangzeitraum von April 2010 bis März 2011 insgesamt 22 Individuen gefangen, die meisten in der Ruderalfläche. Neu anhand ein oder zwei Individuen nachgewiesene faunistische Besonderheiten sind z.B. die in Deutschland und Baden-Württemberg bislang selten gefundenen Arten *Zora parallela*, *Typhochrestus simoni*, *Neottiura suaveolens*, *Theonoe minutissima* und *Mysmenella jobi* (s. Verbreitungskarten unter www.spiderling.de/arages/). Von *Zora parallela* gibt es bisher aus Süddeutschland nur einen Fund von Dr. K.-H. Harms aus demselben Gebiet. *Theonoe minutissima* ist in Rheinland-Pfalz verbreitet, in Baden-Württemberg aber bisher nur am Spitzberg bei Tübingen gefunden worden (HARMS 1966). *Mysmenella jobi* ist in Deutschland bisher aus einem Wald der Mainzer Sande (BRAUN 1976) und einer sandigen Brache ca. 1,5 km nördlich des Alten Flugplatzes (NÄHRIG & HARMS 2003) bekannt und scheint in Europa insgesamt selten zu sein (HAJDA-MOWICZ et al. 2003). *Neottiura suaveolens* ist mittlerweile in Grasland vom Schweizer Jura im Süden über das Oberrheingebiet (Weil am Rhein, Kaiserstuhl, Karlsruhe) bis Sandhausen bei Heidelberg im Norden,

Tab. 5: Gildenstruktur: Anteil der einzelnen Gilden am Gesamtfang adulter Individuen in den drei Biotoptypen. Zuordnung der Arten zu Gilden nach Tab. 2.

Tab. 5: Guild structure: Portion of the different guilds of the total catch of adult individuals in the three habitat types. Classification of species to guilds as in Tab. 2.

Gilde	Adulte (%)		
	Sandrasen	Borstgrasrasen	Ruderalfluren
ground runners (tagaktiv)	26,9	31,0	54,2
ground runners (nachtaktiv)	23,5	17,6	7,0
foliage runners (tagaktiv)	0,08	0,04	1,8
foliage runners (nachtaktiv)	0,38	0,69	0,30
ambushers (tagaktiv)	1,8	7,0	0,57
ambushers (nachtaktiv)	3,5	6,4	1,7
stalkers	2,2	3,5	1,4
webbuilding	41,6	33,9	33,0

bei Calw und im Moseltal nachgewiesen.

Unter den 44 Linyphiiden-Arten sind 20 Neunachweise für den Alten Flugplatz. Das ist für die artenreichen und häufig am Fadenfloß driftenden Baldachin- und Zwergspinnen nicht überraschend. Aber auch von den vier Clubioniden-Arten waren drei bisher noch nicht nachgewiesen worden.

Demgegenüber stehen 35 Arten, die 2002 (SCHANOWSKI 2004) sowie 2004 und 2006 (NÄHRIG 2005, 2007) gesammelt wurden, in unseren Fängen aber nicht auftraten (Anhang 2). Darunter befinden sich elf Arten mit Rote Liste-Status für Baden-Württemberg oder Deutschland. Die meisten dieser Arten waren ebenfalls nur sporadisch aufgetreten. Bemerkenswert sind *Drassyllus villicus* (Thorell, 1875), *Sitticus saltator* (O. P.-Cambridge, 1868) und *Talavera petrensis* (C. L. Koch, 1837). Auffallend ist allerdings, dass ein Großteil (23) der nicht wiedergefundenen Arten ausschließlich im ersten Untersuchungsjahr 2002 und von keiner der Folgeuntersuchungen in den Jahren 2004, 2006 und 2010/2011 nachgewiesen wurde. Gründe hierfür könnten sein, dass sich die Fänge 2002 auf den nördlichsten Teil des Gebiets beschränkten, dabei aber auch kleinflächige Magerrasen am mit Gebüsch bestandenen Rand erfasst wurden und bis zu dieser Untersuchung noch keine Beweidung als Pflegemaßnahme stattgefunden hatte.

Die wünschenswerte, vergleichende Beurteilung der Entwicklung der Spinnenfauna über die verschiedenen Erfassungszeiträume (im Sinne eines Monitoring) wird erschwert durch unterschiedliche und kurze Fangzeiträume und unterschiedliche Fallenstandorte der ersten drei Untersuchungen. Die deutliche Phänologie einzelner Arten wirkt sich besonders bei kurzen Fangzeiträumen stark auf die

relativen Gesamthäufigkeiten (Dominanzen) der Arten aus und macht Vergleiche von Fängen, die aus unterschiedlichen Zeiträumen stammen, unmöglich. Darauf sollte in zukünftigen Untersuchungen Rücksicht genommen werden (vgl. RIECKEN 1999).

Der Artenreichtum des Alten Flugplatzes aus arachnologischer Sicht

Insgesamt sind aus den vier Untersuchungen inzwischen 158 Spinnenarten vom Gebiet des Alten Flugplatzes bekannt. Dies ist ein beachtlicher Artenreichtum, verglichen z.B. mit Artenzahlen (für Bodenfauna) aus den zonalen Vegetationsgesellschaften der Buchenwälder bei Karlsruhe, für die von DUMPERT & PLATEN (1985) aus einer mehrjährigen Untersuchung 95 Spinnenarten genannt werden (35 Arten mit Bodenfallen in einem Jahr). Auf einer von der Habitatstruktur besser vergleichbaren Streuobstwiese bei Karlsruhe wurden in einer einjährigen Bodenfallenuntersuchung 88 fast ausschließlich häufige und weit verbreitete Arten nachgewiesen (Höfer unpubl.). Vergleichbar hoch ist der Artenreichtum dagegen in anderen Sandgebieten Süddeutschlands. In den Mainzer Sanden fand BRAUN (1969) in allerdings 20 Untersuchungsjahren 163 Arten. Aus den Schwanheimer Dünen bei Frankfurt/M. sind 160 Arten bekannt (zwei Untersuchungsjahre; MALTEN 1992, zit. in LEIST 1994) und aus den Sandhausener Dünen bei Heidelberg 189 Arten (drei Untersuchungsjahre; LEIST 1994).

Vergleicht man den botanisch nur mäßig artenreichen Borstgrasbestand am Alten Flugplatz mit den z.T. sehr pflanzenarten- und struktureichen montanen und subalpinen Borstgrasrasen in der Eifel (33 bis 74 Spinnenarten; LENNARTZ 2003),

im Schwarzwald (49 Arten; KIECHLE 2005) oder in den Allgäuer Hochalpen (30 bis 50 Arten; HÖFER et al. 2010), so überrascht dessen Artenreichtum mit 76 Spinnenarten.

Artenvielfalt durch Nischendifferenzierung

Die große Zahl der Arten in einem eher zweidimensionalen, strukturarmen Habitat könnte auf einer starken Nischendifferenzierung der einzelnen Arten (in einem bezüglich der Trockenheit extremen Lebensraum) beruhen, für die es in unseren Ergebnissen Hinweise gibt, und die von ENTLING et al. (2007) als Ergebnis einer Metaanalyse ermittelt wurde. Eine ausgeprägte Dominanz einer oder weniger Arten, wie sie in Offenlandhabitaten häufig auftritt (BLICK et al. 2008, BUCHHOLZ & HARTMANN 2008, BUCHHOLZ 2010, HÖFER et al. 2010), fehlt am Alten Flugplatz. Hier zeigt sich eine Differenzierung zunächst räumlich auf größerer Skala durch die Präferenz für einen bestimmten Biotoptyp mit seiner spezifischen Ausstattung (Struktur) und den damit verbundenen Bedingungen (Feuchtigkeit, Belichtung) sowie kleinräumiger durch die in den Gildenklassen zum Ausdruck kommende Lebensweise (Art der Ressourcennutzung). Die zeitliche Einnischung wird bei der Betrachtung der jahreszeitlichen Aktivitätsmuster bereits auf der Familienebene deutlich und lässt sich dann für die häufigen Arten bestätigen.

Die von uns von April bis Dezember 2010 im Borstgras an der Bodenoberfläche gemessenen Temperaturen (Tab. 1) zeigen durch die niedrigen Mittelwerte und die Extremwerte (vgl. z.B. KÄSER et al. 2010), wie „unwirtlich“ der offene Lebensraum von Oktober bis April besonders für wärmeliebende Arten sein dürfte. Die oberen Extremwerte zeigen einerseits, dass an manchen Stellen in kälteren Jahreszeiten bereits hohe Temperaturen erreicht werden, andererseits, dass die Arten im Sommer Schutz vor zu hohen Temperaturen suchen müssen. KÄSER et al. (2010) haben gezeigt, dass kleinräumige Temperaturunterschiede (z.B. durch Exposition) die Artenzusammensetzung und die Aktivität (besonders der bewegungsaktiven Lycosidae) stark beeinflussen. Auf dem Alten Flugplatz zeigt sich eine ausgeprägte Phänologie der Spinnenzönose mit höchsten Aktivitätsdichten im Frühjahr und relativ geringen Aktivitätsdichten im Sommer. Das von uns nicht erfasste, aber sicher von der unterschiedlichen Vegetationsstruktur (wenige Zentimeter hohe Moos/Flechten-Schicht versus hohes Gras, beschattende Sträucher) beeinflusste Mikroklima der drei unterschiedlichen Biotoptypen

spielt sicherlich eine Rolle bei der Artenzusammensetzung im Untersuchungsgebiet.

Die Individuenzahlen nehmen vom vegetationsarmen Sandrasen über die dichtere und höhere Vegetation der Borstgrasrasen zur struktureicheren Ruderalvegetation zu. Die Diversität (Artenzahl, Heterogenität, evenness) ist in Borstgrasrasen und Ruderalbereichen etwas höher als in Sandrasen. Vor allem findet aber ein Artenwechsel statt, der den insgesamt hohen Artenreichtum des Gebiets bedingt (s.o.).

Standortklassifikation

Zwar lassen sich noch mehr als die Hälfte der Arten in allen drei Biotoptypen finden, die Dominanzen verändern sich aber stark, so dass die quantitative Artenidentität für direkt benachbarte und ökologisch sehr ähnlich ausgestattete Lebensräume insgesamt erstaunlich gering ist. Letzteres wird an der hohen Übereinstimmung v.a. der Sand- und Borstgrasrasen in der Beherrschung von Arten mit gleichen ökologischen Ansprüchen (xerophil, photophil) deutlich. Interessant ist, dass gemäß der Klassifizierung von MARTIN (1991) die meisten Arten Freiflächen als Habitatstruktur („glatte Flächen ohne retrusiv nutzbare Strukturelemente“) präferieren, als Biotopklasse jedoch Kurzrasen vor Freiflächen („sehr vegetationsarme Biotope mit überwiegend Freiflächenstrukturen“). Auch im Ruderalbereich, in dem viele in anderen Lebensräumen (Wald- und Moosbiotope) dominante Arten einstreuen, zeigen sich noch zahlreiche Arten der Kurzrasen- und Freiflächenbiotope. So können diese Flächen als artenreiche Puffer durchaus von Bedeutung für den Schutz der Arten des Hauptbiotops sein.

Der in den Sand- und Borstgrasrasen auftretende hohe Anteil von Spinnenarten mit Präferenz für trockene Kurzrasenbiotope mit hohem Freiflächenanteil entspricht weitgehend der Erwartung. Diese Habitate zeichnen sich durch eine überwiegend horizontale Gliederung aus. Sie sind nur schwach beschattet und das Substrat (Sand, Streu) ist trocken und wenig verklebt. Die Bevorzugung des zweidimensionalen Freiflächentyps (nach MARTIN 1991), der nur an der Oberfläche benutzt werden kann, ist auffällig. Erstaunlich ist dagegen der ebenso hohe Anteil der xero-/thermophilen Arten und der Freiflächen sowie Kurzrasen bevorzugenden Arten im Borstgrasrasen, der ja ganz anders strukturiert ist. Die Ruderalfläche bietet bereits vielen Arten, die beschattete Biotope sowie eine Streuaufgabe bevorzugen bzw. benötigen,

Lebensraum. Trotzdem ist der Anteil der xero- und photophilen Arten der Kurzrasen und Freiflächen noch sehr hoch.

Von den Arten, für die aus MARTIN (1991) kein Ökogramm vorliegt, können basierend auf Angaben in der Literatur (TRETZEL 1952, BRAUN 1969, BAUCHHENS 1990, LEIST 1995, ENTLING et al. 2007) und unseren Ergebnissen die folgenden Arten zu Bewohnern offener Xerothermstandorte gezählt werden: *Alopecosa striatipes*, *Drassyllus praeficus*, *Haplodrassus dalmatensis*, *Hypsosinga albovittata*, *Ozyptila claveata*, *Styloctetor romanus*, *Typhobrestus simoni* (selten), *Zelotes petrensis* und *Xysticus erraticus*.

Zieht man die Werte zur Präferenz von trockenen und offenen Lebensräumen aus der Metaanalyse von ENTLING et al. (2007) der Daten aus HÄNGGI et al. (1995) heran, zeigt sich aber auch, dass viele als xerophil bezeichnete Arten wohl in erster Linie Freiflächenarten mit breiter Nische für den Faktor Feuchte oder indifferent gegenüber der Feuchteverhältnisse im Habitat sind (s. Anhang 1 und 2). Beispiele sind *Argenna subnigra*, *Hahnina nava*, *Haplodrassus signifer*, *Micaria pulicaria*, *Phelegra fasciata*, *Talavera aequipes*, *Tegenaria agrestis* und *Zelotes longipes*. Dass man aus hohen Fangzahlen in einem ausgesprochen offenen Trockenhabitat nicht auf Xero-/Thermophilie schließen darf, zeigen die Linyphiiden *Erigone dentipalpis*, *Meioneta rurestris* und *Pelecopsis parallela*. Diese Arten treten auch in feuchteren (und ganz anders strukturierten) Habitaten stetig und häufig auf (HÄNGGI et al. 1995).

Die Auswertung der Gildenstruktur zeigt einige deutliche Unterschiede, die sich durch die unterschiedliche strukturelle Ausstattung der drei Lebensraumtypen erklären lassen. Die Raumstruktur spielt für Spinnen eine bedeutende Rolle und wird in direkten Zusammenhang gebracht mit dem Mikroklima und mit zahlreichen Aspekten im Verhalten der Spinnen wie beispielsweise dem Nahrungserwerb (UETZ 1991, CARDOSO et al. 2011). So fällt zunächst auf, dass im Ruderalbereich vor allem tagaktive bodennahe Laufjäger vorkommen. Zusätzlich findet man hier am ehesten die so genannten „foliage runners“, die insgesamt allerdings eine eher untergeordnete Rolle spielen (bedingt durch die Auswahl der Untersuchungsflächen und die Fangmethode). Die höhere Vegetation der Ruderalflächen bietet also einerseits denjenigen Spinnen Lebensraum, die ihre Nahrung auf dem Blattwerk von Pflanzen erbeuten, andererseits sorgt sie durch ein beschattetes, kühleres Mikroklima offenbar für die Möglichkeit, tagsüber am Boden zu

jagen. Auch die Luft- und Bodenfeuchte scheint in den nährstoffreicheren Ruderalflächen erhöht zu sein, worauf das Vorkommen von *Pirata uliginosus* hinweist. Der Sandrasen hingegen fällt durch eine Zunahme an nachtaktiven Bodenjägern auf. Eine Erklärung hierfür liefern die extremen Tagestemperaturen auf der vegetationsarmen und somit außergewöhnlich strahlungs-exponierten Bodenoberfläche. So scheinen nicht alle der auf dem Sandtrockenrasen lebenden Spinnen die hohen Temperaturen explizit zu benötigen, sondern sind durch ihre nachtaktive Lebensweise womöglich einfach besser daran angepasst, indem sie die heiße Tageszeit meiden. Interessant ist der hohe Anteil der Netzspinnen im Sandrasen, der ja wesentlich weniger vertikale Struktur aufweist als die Borstgras- und Ruderalbereiche. Darunter wurden hier neben den Baldachin- (Linyphiinae, Micronetinae) und Kugelspinnen (Theridiidae), die hier vielleicht in größerer Dichte Netze horizontal dicht am Boden befestigen können, auch die kein Netz bauenden Zwergspinnen (Erigoninae) gefasst. Für diese winzigen Jäger könnte ein geringerer Raumwiderstand in den sehr offenen Flächen zu höherer Aktivität und damit höheren Fangzahlen in Bodenfallen geführt haben.

Der Borstgrasrasen zeigt einen etwas geringeren Anteil der am Boden jagenden Spinnenarten im Vergleich zu den anderen beiden Biotoptypen. Zusätzlich tauchen hier deutlich höhere Anteile an Lauer- und Pirschjägern auf („ambushers“ und „stalkers“). Der dichte Grasbestand des Borstgrases könnte hier zu einem erhöhten Raumwiderstand und somit zu einem erschwerten freien Jagen an der Bodenoberfläche bzw. zu geringeren Fängen lauffaktiver Spinnen in Bodenfallen führen. Für Lauer- und Pirschjäger bieten sich hingegen vermehrt Versteckmöglichkeiten. Das Verhältnis von nacht- zu tagaktiven Jägern am Boden des Borstgrasrasens liegt zwischen dem des Sandrasens und dem des Ruderalbereichs; klimatisch dürfte sich dies analog dazu verhalten.

Von besonderem Interesse ist, inwieweit sich für die Biotoptypen Sand- und (planarer) Borstgrasrasen am Alten Flugplatz charakteristische Spinnenzönosen ausgebildet haben. Als Zeiger können Arten herangezogen werden, die ausschließlich oder in deutlich höheren Fangzahlen im jeweiligen Biotoptyp gefangen wurden. Für den trockenen und sauren Borstgrasrasen des Flugplatzes (botanisch durch *Nardus stricta* und *Festuca filiformis* charakterisiert) lassen sich als Zeigerarten *Xysticus erraticus*, *Trichopterna cito*, *Argenna subnigra*, *Centromerita concinna*, *Pardosa monticola*, *Ozyptila claveata* und *Pachygnatha degeeri* nennen, als

lokale Besonderheit kommt *Alopecosa striatipes* hinzu. Diese in besonnten, halbtrockenen Habitaten der deutschen Mittelgebirge (s. Verbreitungskarten unter www.spiderling.de/arages/) und der Schweiz (POZZI & HÄNGGI 1998) vorkommende Wolfspinnenart wurde in Baden-Württemberg bisher nur selten gefunden. Am Alten Flugplatz wurde sie ausschließlich in den dichten Borstgrasbeständen gefangen und nie in den offenen Sandrasenflächen. Im übergeordneten Kontext scheinen *Alopecosa cuneata* und *Habnia nava*, die beide auch für die mäßig feuchten, basenarmen Borstgrasrasen der Eifel charakteristisch sind (LENNARTZ 2003), Leitarten für den Lebensraumtyp naturnahes Grasland zu sein. Die Sandrasen am Alten Flugplatz (botanisch durch annuelle Sandrasenarten wie z.B. *Aira praecox* charakterisiert) sind nicht so leicht einzuordnen, da viele typische Sandarten (Dünenarten) fehlen: insbesondere die in Sandhausen (LEIST 1994) nachgewiesenen Arten *Aelurillus v-insignitus* (Clerck, 1757), *Alopecosa cursor* (Hahn, 1831), *A. fabrilis* (Clerck, 1757), *Arctosa perita* (Latreille, 1799), *Eresus kollari* Rossi, 1846, *Euryopis quinqueguttata* Thorell, 1875, *Pellenes nigrociliatus* (L. Koch, 1875), *Titanoeca psammophila* Wunderlich, 1993 und *Xysticus sabulosus* (Hahn, 1832). Hier wird deutlich, dass der Alte Flugplatz ein doch stärker anthropogen verändertes Biotop darstellt als die Dünenrelikte. Ähnliches haben BUCHHOLZ & HARTMANN (2008) für einen als Truppenübungsplatz genutzten Sandbiotop bei Münster festgestellt. Als Leitarten für die Sandrasen des Alten Flugplatzes sind nach den vorliegenden Daten *Xerolycosa miniata*, *Stylocetor romanus*, *Haplodrassus dalmatensis* und *Asagena phalerata* zu nennen.

Naturschutzfachliche Bewertung der Spinnenzönosen

Offene, trockene und nährstoffarme (Sand-) Biotope sind mittlerweile durch Umwandlung, Sukzession und Eutrophierung in Deutschland sehr selten geworden. Mit ihnen verschwindet auch die typische Fauna xerothermer Standorte. Der Alte Flugplatz Karlsruhe war bereits als Sekundärbiotop für zahlreiche botanische und faunistische Besonderheiten trockener Offenländer bekannt, die vorliegende Untersuchung macht noch einmal deutlich, dass das eng begrenzte Gebiet mitten in der Stadt eine sehr artenreiche Spinnenfauna beherbergt. Darunter sind zahlreiche Arten mit hoher regionaler Bedeutung und oftmals sehr speziellen Habitatsansprüchen. Dass ein solches gebündeltes Auftreten naturschutzfachlich bedeu-

tender stenöker Arten nicht selbstverständlich ist, zeigt der Vergleich mit einer Spinnen-Untersuchung auf einem ähnlichen, noch als Truppenübungsplatz genutzten Sandbiotop bei Münster (BUCHHOLZ & HARTMANN 2008), in dem nur wenige stenotope (xerotherme) Offenlandarten gefunden wurden.

Dank

Wir danken dem Regierungspräsidium Karlsruhe für die Genehmigung, die Untersuchungen im Naturschutzgebiet durchzuführen, sowie Frau Ulrike Rohde vom Amt für Umwelt- und Arbeitsschutz der Stadt Karlsruhe und Herrn Carsten Weber vom Landschaftspflegehof Birkenhof Karlsruhe für ihr Interesse und ihre Unterstützung. Drei anonymen Gutachtern und der Schriftleitung danken wir für wertvolle Kritik und Anregungen zum Manuskript.

Literatur

- BAUCHHENS E. (1990): Mitteleuropäische Xerotherm- Standorte und ihre epigäische Spinnenfauna – eine autökologische Betrachtung. – Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Hamburg 31/32: 153-162
- BLICK T., H. LUKA, L. PFIFFNER & J. KIECHLE (2008): Spinnen ökologischer Ausgleichsflächen in den Schweizer Kantonen Aargau und Schaffhausen (Arachnida: Araneae) – mit Bemerkungen zu *Phrurolithus nigrinus* (Corinnidae). – Arachnologische Mitteilungen 35: 1-12 – doi: 10.5431/aramit3501
- BRAND C., H. HÖFER & L. BECK (1994): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens 16. Die Spinnenassoziation einer Windbruchfläche. – Carlinea 52: 61-74
- BRAUN R. (1969): Zur Autökologie und Phänologie der Spinnen (Araneida) des Naturschutzgebietes „Mainzer Sand“. – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv 8: 193-289
- BRAUN R. (1976): Zur Autökologie und Phänologie einiger für das Rhein-Main Gebiet und die Rheinpfalz neuer Spinnenarten (Arachnida: Araneida). – Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde 103: 24-68
- BREUNIG T. (2000): Nutzungs-, Pflege- und Entwicklungskonzept für das Gebiet „Alter Flugplatz“. Unveröff. Gutachten des Instituts für Botanik und Landschaftskunde Karlsruhe i. A. Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe. 92 S.
- BREUNIG T. (2001): Alter Flugplatz Karlsruhe. Informationsfaltblatt der Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe. BNL Karlsruhe
- BUCHHOLZ S. & V. HARTMANN (2008): Spider fauna of semi-dry grasslands on a military training base in Northwest Germany (Münster). – Arachnologische Mitteilungen 35: 51-60 – doi: 10.5431/aramit3507
- BUCHHOLZ S. (2010): Ground spider assemblages as indicators for habitat structure in inland sand ecosystems. – Biodiversity and Conservation 19: 2565-2595 –

- doi: 10.1007/s10531-010-9860-7
- CARDOSO P., S. PEKÁR, R. JOCQUÉ & J.A. CODDINGTON (2011): Global patterns of guild composition and functional diversity of spiders. – PLoS ONE 6(6): e21710: 1-10 – doi: 10.1371/journal.pone.0021710
- DUMPERT K. & R. PLATEN (1985): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens 4. Die Spinnenfauna. – *Carolinae* 42: 75-106
- ENGELMANN H. D. (1978): Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden. – *Pedobiologia* 18: 378-380
- ENTLING W., SCHMIDT M. H., BACHER S., BRANDL R. & W. NENTWIG (2007): Niche properties of Central European spiders: shading, moisture and the evolution of the habitat niche. – *Global Ecology and Biogeography* 16: 440-448 – doi: 10.1111/j.1466-8238.2006.00305.x
- GRIMM U. (1985): Die Gnaphosidae Mitteleuropas (Arachnida: Araneae). – *Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Hamburg (NF)* 26: 1-318
- GRIMM U. (1986): Die Clubionidae Mitteleuropas: Corinninae und Liocraninae (Arachnida: Araneae). – *Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Hamburg (NF)* 27: 1-91
- HAJDAMOWICZ I., KUPRYJANOWICZ J. & ROZWALKA R. (2003): *Mysmenella jobi* (Kraus, 1967), a rare species in Europe: first records from Poland (Araneae: Mysmenidae). – *Bulletin of the British arachnological Society* 12: 361-364
- HÄNGGI A. (1989): Erfolgskontrollen in Naturschutzgebieten: Gedanken zur Notwendigkeit der Erfolgskontrolle und Vorschlag einer Methode der Erfolgskontrolle anhand der Spinnenfauna. – *Natur und Landschaft* 64: 143-146
- 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
- HARMS K.H. (1966): Spinnen vom Spitzberg (Araneae, Pseudoscorpiones, Opiliones). In: *Der Spitzberg bei Tübingen*. – *Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs* 3: 972-997
- HEIMER S. & W. NENTWIG (1991): Spinnen Mitteleuropas: ein Bestimmungsbuch. Paul Parey, Berlin. 543 S.
- HEMM V. & H. HÖFER (2012): Effects of grazing and habitat structure on the epigeic spider fauna in an open xerothermic area in southern German. – *Bulletin of the British arachnological Society* 15: 260-268
- HERZOG G. (1961): Zur Ökologie der terrestrischen Spinnenfauna märkischer Kiefernheiden. – *Entomologische Zeitschrift* 71: 231-236, 247-250, 259-260
- HÖFER H., T. BLICK, C. MUSTER & D. PAULSCH (2010): Artenvielfalt und Diversität der Spinnen (Araneae) auf einem beweideten Allgäuer Grasberg (Alpe Einödsberg) und unbeweideten Vergleichsstandorten im Naturschutzgebiet Allgäuer Hochalpen. – *Andrias* 18: 53-78
- HÖFER H. & M. VERHAAGH (2010): Biodiversität in der Kulturlandschaft – Beiträge des Karlsruher Naturkundemuseums zum Internationalen Jahr der biologischen Vielfalt 2010. – *Andrias* 18: 5-8
- KÄSER J., V. AMRHEIN & A. HÄNGGI (2010): Spinnen (Arachnida, Araneae) im Winter - kleinräumige Unterschiede als Folge tageszeitlicher Temperaturschwankungen. – *Arachnologische Mitteilungen* 39: 5-21 – doi: 10.5431/aramit3902
- KIECHLE J. (2005): LIFE-Projekt „Grindenschwarzwald“ – Untersuchung der Spinnen- (Araneae) und Laufkäferfauna (Carabidae) von Bergheiden, Magergrünland und Begleitstrukturen im „Grindenschwarzwald“: Inventarisierung, Potentialanalyse, Zielbestimmung zur Bewertung und Steuerung von Bewirtschaftung und Landschaftspflege, Abschlussbericht über die Untersuchungsjahre 2002-2004. Unveröff. Gutachten i. A. Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Freiburg. 80 Seiten & Anhang
- LEIST N. (1994): Zur Spinnenfauna zweier Binnendünen um Sandhausen bei Heidelberg (Arachnida: Araneae). – *Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg* 80: 283-324
- LENNARTZ G. (2003): Der bioökologisch-soziologische Klassifikationsansatz und dessen Anwendung in der Naturschutzpraxis. Dargestellt am Beispiel der Borstgrasrasen (Violion) der Eifel unter Berücksichtigung der Laufkäfer, Spinnen, Heuschrecken, Tagfalter und Schwebfliegen. – *Akademische Edition Umweltforschung* 25: 1-273 & Anhang
- MAGURRAN A.E. (2004): *Measuring biological diversity*. Blackwell Science, Oxford. 256 S.
- MARTIN D. (1991): Zur Autökologie der Spinnen (Arachnida: Araneae). I. Charakteristik der Habitatausstattung und Präferenzverhalten epigäischer Spinnenarten. – *Arachnologische Mitteilungen* 1: 1-4
- METZNER H. (2010): Worldwide database of jumping spiders (Arachnida, Araneae, Salticidae). – Internet: <http://www.jumping-spiders.com> (01.09.2012)
- MÜHLENBERG M. (1989): *Freilandökologie*. 2. Auflage. Quelle & Meyer Verlag, Heidelberg u. Wiesbaden. 430 S.
- NÄHRIG D. (2005): Natura 2000-Gebiet „Alter Flugplatz“ Karlsruhe, Faunistische Untersuchungen, Untersuchungsjahr 2004. Unveröff. Gutachten i. A. Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe. 36 S. & Anhang
- NÄHRIG D. (2007): Natura 2000-Gebiet „Alter Flugplatz“ Karlsruhe, Faunistische Untersuchungen, Untersuchungsjahr 2006. Unveröff. Gutachten i. A. Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe. 44 S. & Anhang

- NÄHRIG D. & K.H. HARMS (2003): Rote Listen und Checklisten der Spinnentiere Baden-Württembergs. Naturschutz-Praxis Artenschutz 7, 1. Auflage. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.), Karlsruhe. 203 S.
- NENTWIG W., T. BLICK, D. GLOOR, A. HÄNGGI & C. KROPF (2010): Spinnen Europas. – Internet: <http://www.araneae.unibe.ch> Version 9.2012 (01.09.2012)
- PLATEN R., T. BLICK, P. SACHER & A. MALTEN (1998): Rote Liste der Webspinnen (Arachnida: Araneae) (Bearbeitungsstand: 1996, 2. Fassung). In: Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 55: 268-275
- POZZI S. & A. HÄNGGI (1998): Araignées nouvelles ou peu connues de la Suisse (Arachnida: Araneae). – Bulletin de la Société Entomologique Suisse 71: 33-47
- RIECKEN U. (1999): Effects of short-term sampling on ecological characterization of epigeic spider communities and their habitats for site assessment studies. – Journal of Arachnology 27: 189-195
- RIETSCHEL S. & G. STRAUSS (2010): Die Wanzenfauna des Naturschutzgebietes „Alter Flugplatz Karlsruhe“ (Insecta, Heteroptera; Baden-Württemberg). – Carolina 68: 79-94
- ROBERTS M.J. (1993): The spiders of Great Britain and Ireland. Compact Edition: Volume 1 Atypidae to Theridiosomatidae, Volume 2 Linyphiidae, Appendix. Harley Books, Martins, Great Horkesley. 229 & 204 & 16 S.
- SCHANOWSKI A. (2004): Auswertung von Bodenfallenfängen im Natura 2000-Gebiet „Alter Flugplatz Karlsruhe“: Spinnen, Laufkäfer, Heuschrecken. Unveröff. Gutachten i. A. Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe: 25 S.
- SCHMITHÜSEN J. (1952): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 161 Karlsruhe. Geographische Landesaufnahme 1:200.000, Naturräumliche Gliederung Deutschlands, Reise- und Verkehrsverlag, Stuttgart. 24 S., 1 Karte
- TONGIORGI P. (1966): Italian wolf spiders of the genus *Pardosa* (Araneae: Lycosidae). – Bulletin of the Museum of Comparative Zoology 134: 275-334
- TRETZEL E. (1952): Zur Ökologie der Spinnen (Araneae). Autökologie der Arten im Raum von Erlangen. – Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Sozietät zu Erlangen 75: 36-131
- UETZ G.W. (1991): Habitat structure and spider foraging. In: MCCOY E.D., S.A. BELL & H.R. MUSHINSKY (Hrsg.): Habitat structure; the physical arrangement of objects in space. Chapman & Hall, London. S. 325-348
- UETZ G.W., J. HALAJ & A.B. CADY (1999): Guild structure of spiders in major crops. – Journal of Arachnology 27: 270-280
- ZIMMERMANN P. (2011): Der „Alte Flugplatz Karlsruhe“ – ein neues Naturschutzgebiet. – Carolina 69: 139-163

Anhang 1: Fangzahlen der Spinnenarten in den drei untersuchten Biotoptypen. Angegeben sind der Rote Liste-Status (RL) für Baden-Württemberg (BW) und Deutschland (D) und xerophile, xerobionte, xerotherme Lebensweise (xLw): x¹ = nach LEIST (1994); x² = nach MARTIN (1991); x³ = nach ENTLING et al. (2007). In Spalte kA sind die Arten mit 0 gekennzeichnet, für die kein Ökogramm nach MARTIN (1991) vorliegt.

Appendix 1: Numbers of the species captured in the three habitat types of the study area with information on the red list status (RL) for Baden-Württemberg (BW) and Germany (D) and on preference for xerophilous, xerobiontic and xerotherm conditions (xLw): x¹ = according to LEIST (1994); x² = according to MARTIN (1991), x³ = according to ENTLING et al. (2007). In column kA are the species marked with a 0 for which MARTIN (1991) had no data.

Arten	Sandrasen	Borstgrasrasen	Ruderalfluren	RL BW	RL D	xLw	kA
Agelenidae							
<i>Allagelena gracilens</i> (C. L. Koch, 1841)	1	1	.				0
<i>Tegenaria agrestis</i> (Walckenaer, 1802)	.	3	.			x ^{1,2}	
Araneidae							
<i>Cercidia prominens</i> (Westring, 1851)	.	.	1			x ¹	
<i>Hyposisinga albovittata</i> (Westring, 1851)	14	9	.	3	3	x ^{1,3}	0
Clubionidae							
<i>Clubiona diversa</i> O. P.-Cambridge, 1862	.	16	.				0
<i>Clubiona neglecta</i> O. P.-Cambridge, 1862	1	1	3			x ¹	
<i>Clubiona reclusa</i> O. P.-Cambridge, 1863	.	.	6				
<i>Clubiona subtilis</i> L. Koch, 1867	.	.	2				
Corinnidae							
<i>Phrurolithus festivus</i> (C. L. Koch, 1835)	9	52	219			x ^{2,3}	

Arten	Sandrasen	Borstgrasrasen	Ruderalfluren	RL BW	RL D	xLw	kA
Dictynidae							
<i>Argenna subnigra</i> (O. P.-Cambridge, 1861)	44	234	31	V		x ¹	0
<i>Dictyna arundinacea</i> (Linnaeus, 1758)	.	.	1			x ¹	
Dysderidae							
<i>Dysdera crocata</i> C. L. Koch, 1838	.	1	.				0
<i>Harpactea rubicunda</i> (C. L. Koch, 1838)	1	1	.			x ²	
Gnaphosidae							
<i>Drassodes cupreus</i> (Blackwall, 1834)	.	1	.				0
<i>Drassodes pubescens</i> (Thorell, 1856)	.	1	16			x ^{1,2,3}	
<i>Drassyllus praeficus</i> (L. Koch, 1866)	4	15	26	V		x ³	0
<i>Drassyllus pusillus</i> (C. L. Koch, 1833)	1	8	5				0
<i>Haplodrassus dalmatensis</i> (L. Koch, 1866)	154	44	1	2	3		0
<i>Haplodrassus signifer</i> (C. L. Koch, 1839)	90	25	23			x ^{1,2}	
<i>Micaria pulicaria</i> (Sundevall, 1831)	.	.	29			x ²	
<i>Trachyzelotes pedestris</i> (C. L. Koch, 1837)	1	.	16				0
<i>Zelotes electus</i> (C. L. Koch, 1839)	114	141	5	3		x ^{1,2,3}	
<i>Zelotes latreillei</i> (Simon, 1878)	1	3	38				0
<i>Zelotes longipes</i> (L. Koch, 1866)	227	206	4	3	3	x ^{1,2}	
<i>Zelotes petrensis</i> (C. L. Koch, 1839)	.	46	.			x ^{1,3}	0
Hahniidae							
<i>Habnia nava</i> (Blackwall, 1841)	13	155	97			x ¹	0
<i>Habnia pusilla</i> C. L. Koch, 1841	.	.	1				
Linyphiidae							
<i>Acartauchenius scurrilis</i> (O. P.-Cambridge, 1872)	1	.	.	3	3	x ¹	0
<i>Araeoncus humilis</i> (Blackwall, 1841)	10	2	.			x ¹	
<i>Bathypantes gracilis</i> (Blackwall, 1841)	.	4	1				
<i>Centromerita bicolor</i> (Blackwall, 1833)	.	2	.				
<i>Centromerita concinna</i> (Thorell, 1875)	4	60	.	D		x ^{1,2}	
<i>Centromerus brevivulvatus</i> Dahl, 1912	.	2	.				0
<i>Centromerus prudens</i> (O. P.-Cambridge, 1873)	1	.	.	V		x ¹	
<i>Centromerus sylvaticus</i> (Blackwall, 1841)	1	1	7				
<i>Ceratinella brevipes</i> (Westring, 1851)	1	.	.				
<i>Ceratinella brevis</i> (Wider, 1834)	2	1	1				
<i>Cnephalocotes obscurus</i> (Blackwall, 1834)	.	6	.				
<i>Dicymbium nigrum brevisetosum</i> Lockett, 1962	1	.	.				0
<i>Diplocephalus cristatus</i> (Blackwall, 1833)	1	.	.				
<i>Diplocephalus picinus</i> (Blackwall, 1841)	1	.	1				
<i>Diplostyla concolor</i> (Wider, 1834)	1	1	23			x ¹	
<i>Erigone atra</i> Blackwall, 1833	7	2	1				
<i>Erigone dentipalpis</i> (Wider, 1834)	134	26	15				
<i>Linyphia triangularis</i> (Clerck, 1757)	.	.	1				
<i>Maso sundevalli</i> (Westring, 1851)	.	.	12				
<i>Meioneta affinis</i> (Kulczynski, 1898)	3	7	36				0
<i>Meioneta mollis</i> (O. P.-Cambridge, 1871)	.	.	1	V			0
<i>Meioneta rurestris</i> (C. L. Koch, 1836)	493	94	35			x ²	
<i>Mermessus trilobatus</i> (Emerton, 1882)	24	37	13				0
<i>Micrargus herbigradus</i> (Blackwall, 1854)	.	.	1			x ¹	
<i>Micrargus subaequalis</i> (Westring, 1851)	2	22	23				0
<i>Palliduphantes pallidus</i> (O. P.-Cambridge, 1871)	6	1	9				
<i>Pelecopsis parallela</i> (Wider, 1834)	58	5	1			x ^{1,2}	
<i>Pocadicnemis juncea</i> Lockett & Millidge, 1953	.	.	75				
<i>Pocadicnemis pumila</i> (Blackwall, 1841)	2	4	50			x ¹	
<i>Porrhomma microphththalmum</i> (O. P.-Cambridge, 1871)	3	.	.				0

Arten	Sandrasen	Borstgrasrasen	Ruderalfluren	RL BW	RL D	xLw	kA
<i>Stemonyphantes lineatus</i> (Linnaeus, 1758)	.	.	2				
<i>Styloctetor romanus</i> (O. P.-Cambridge, 1872)	116	48	.	2	3	x ¹	0
<i>Syedra gracilis</i> (Menge, 1869)	1	.	.				0
<i>Tapinocyba insecta</i> (L. Koch, 1869)	.	1	.				
<i>Tapinocyba pallens</i> (O. P.-Cambridge, 1872)	1	.	.				0
<i>Tapinocyba praecox</i> (O. P.-Cambridge, 1873)	1	43	.	V		x ^{1,2}	
<i>Tenuiphantes tenuis</i> (Blackwall, 1852)	11	23	56			x ¹	
<i>Tiso vagans</i> (Blackwall, 1834)	1	2	.			x ¹	
<i>Trichopterna cito</i> (O. P.-Cambridge, 1872)	83	175	1	3	3	x ^{1,2,3}	
<i>Troxochrus scabriculus</i> (Westring, 1851)	.	1	.			x ¹	
<i>Typhochrestus digitatus</i> (O. P.-Cambridge, 1872)	110	109	.	V		x ^{1,2}	
<i>Typhochrestus simoni</i> Lessert, 1907	2	.	.	2	3	x ³	0
<i>Walckenaeria antica</i> (Wider, 1834)	7	22	12			x ^{1,2}	
<i>Walckenaeria atrotibialis</i> (O. P.-Cambridge, 1878)	.	.	3				
Liocranidae							
<i>Agroeca brunnea</i> (Blackwall, 1833)	.	.	1				
<i>Agroeca lusatica</i> (L. Koch, 1875)	1	7	14	2	3		0
<i>Scotina celans</i> (Blackwall, 1841)	5	4	51	V	3		0
Lycosidae							
<i>Alopecosa accentuata</i> (Latreille, 1817)	22	.	2	V		x ^{1,2,3}	
<i>Alopecosa cuneata</i> (Clerck, 1757)	17	309	128			x ^{1,2}	
<i>Alopecosa pulverulenta</i> (Clerck, 1757)	1	.	.			x ²	
<i>Alopecosa striatipes</i> (C. L. Koch, 1837)	.	13	.	1	2	x ³	0
<i>Arctosa lutetiana</i> (Simon, 1876)	2	.	82			x ¹	0
<i>Aulonia albimana</i> (Walckenaer, 1805)	20	46	438			x ^{1,2}	
<i>Pardosa agrestis</i> (Westring, 1861)	4	.	.			x ²	
<i>Pardosa hortensis</i> (Thorell, 1872)	2	1	37				0
<i>Pardosa lugubris</i> (Walckenaer, 1802) s.str.	1	.	388				
<i>Pardosa monticola</i> (Clerck, 1757)	140	368	.	V		x ²	
<i>Pardosa palustris</i> (Linnaeus, 1758)	116	78	21			x ²	
<i>Pardosa prativaga</i> (L. Koch, 1870)	5	2	173				
<i>Pardosa pullata</i> (Clerck, 1757)	5	9	132				
<i>Pirata uliginosus</i> (Thorell, 1856)	.	.	42				
<i>Trochosa ruricola</i> (DeGeer, 1778)	5	8	164				
<i>Trochosa terricola</i> Thorell, 1856	1	72	208			x ^{1,2}	
<i>Xerolycosa miniata</i> (C. L. Koch, 1834)	341	16	79	V		x ^{1,2}	
Mimetidae							
<i>Ero aphana</i> (Walckenaer, 1802)	.	.	1			x ²	
Miturgidae							
<i>Cheiracanthium virescens</i> (Sundevall, 1833)	9	4	.	3	3	x ^{1,2}	
Mysmenidae							
<i>Mysmenella jobi</i> (Kraus, 1967)	.	.	2	G	R		0
Philodromidae							
<i>Philodromus collinus</i> C. L. Koch, 1835	1	.	.				0
<i>Tibellus oblongus</i> (Walckenaer, 1802)	1	.	.			x ¹	
Pisauridae							
<i>Pisaura mirabilis</i> (Clerck, 1757)	.	2	2				
Salticidae							
<i>Euophrys frontalis</i> (Walckenaer, 1802)	1	23	6			x ^{1,2}	
<i>Evarcha arcuata</i> (Clerck, 1757)	.	.	5				
<i>Heliophanus flavipes</i> (Hahn, 1832)	2	3	1			x ¹	0
<i>Myrmarachne formicaria</i> (DeGeer, 1778)	.	.	3			x ¹	0
<i>Phlegra fasciata</i> (Hahn, 1826)	42	38	9			x ^{1,2}	

Arten	Sandrasen	Borstgrasrasen	Ruderalfluren	RL BW	RL D	xLw	kA
<i>Sibianor aurocinctus</i> (Ohlert, 1865) s.lat.	·	1	2				0
<i>Talavera aequipes</i> (O. P.-Cambridge, 1871)	9	21	5			x ¹	0
<i>Talavera aperta</i> (Miller, 1971)	·	1	7				0
Tetragnathidae							
<i>Pachygnatha degeeri</i> Sundevall, 1830	6	90	20			x ²	
Theridiidae							
<i>Asagena phalerata</i> (Panzer, 1801)	25	8	·			x ^{2,3}	
<i>Enoplognatha ovata</i> (Clerck, 1757)	·	·	2				
<i>Enoplognatha thoracica</i> (Hahn, 1833)	5	7	·			x ^{1,2}	
<i>Euryopis flavomaculata</i> (C. L. Koch, 1836)	1	·	·	V		x ²	
<i>Neottiura suaveolens</i> (Simon, 1879)	·	1	·	V	2		0
<i>Theonoe minutissima</i> (O. P.-Cambridge, 1879)	·	1	·	D	2		0
Thomisidae							
<i>Ozyptila claveata</i> (Walckenaer, 1837)	88	182	36			x ^{1,3}	0
<i>Ozyptila praticola</i> (C. L. Koch, 1837)	·	1	5			x ¹	
<i>Ozyptila simplex</i> (O. P.-Cambridge, 1862)	1	1	7				0
<i>Xysticus acerbus</i> Thorell, 1872	3	2	12	V	3		0
<i>Xysticus cristatus</i> (Clerck, 1857)	14	7	14			x ¹	
<i>Xysticus erraticus</i> (Blackwall, 1834)	·	137	·			x ^{1,3}	0
<i>Xysticus kochi</i> Thorell, 1872	57	27	3			x ^{1,2}	
<i>Xysticus striatipes</i> L. Koch, 1870	5	20	·	2	3	x ^{1,2}	
Zodariidae							
<i>Zodarion italicum</i> (Canestrini, 1868)	12	8	23				0
Zoridae							
<i>Zora parallela</i> Simon, 1878	·	1	·	R	R		0
<i>Zora spinimana</i> (Sundevall, 1833)	2	1	59				

Anhang 2: Spinnenarten, die nur in den drei vorausgegangenen Untersuchungen gefunden wurden (SCHANOWSKI 2004, NÄHRIG 2005, 2007). Angegeben sind die Fangzahlen im jeweiligen Untersuchungsjahr; der Rote Liste-Status (RL) für Baden-Württemberg (BW) und Deutschland (D) und Angaben zu xerophiler, xerobionter, xerothermer Lebensweise (xLw): x¹ = nach LEIST (1994); x² = nach MARTIN (1991); x³ = nach ENTLING et al. (2007). In Spalte kA sind die Arten mit 0 gekennzeichnet, für die kein Ökogramm nach MARTIN (1991) vorliegt.

Appendix 2: Spider species only sampled in the earlier investigations (SCHANOWSKI 2004, NÄHRIG 2005, 2007) with total numbers of adult spiders per year of investigation, information on the red list status (RL) for Baden-Württemberg (BW) and Germany (D) and on preference for xerophilous, xerobiontic, xerotherm conditions (xLw): x¹ = according to LEIST (1994); x² = according to MARTIN (1991); x³ = according to ENTLING et al. (2007). In column kA are the species marked with a 0 for which MARTIN (1991) had no data.

Arten	2002	2004	2006	RL BW	RL D	xLw	kA
Agelenidae							
<i>Tegenaria atrica</i> C. L. Koch, 1843	1						0
Araneidae							
<i>Araneus diadematus</i> Clerck, 1757		1				x ¹	
<i>Mangora acalypha</i> (Walckenaer, 1802)			1			x ^{1,2}	
<i>Neoscona adianta</i> (Walckenaer, 1802)			1	2	3		
Clubionidae							
<i>Clubiona comta</i> C. L. Koch, 1839	2					x ¹	0
Dysderidae							
<i>Dysdera erythrina</i> (Walckenaer, 1802)	1					x ²	
Gnaphosidae							
<i>Drassodes lapidosus</i> (Walckenaer, 1802)	1		2			x ^{1,2}	
<i>Drassyllus lutetianus</i> (L. Koch, 1866)			2				0
<i>Drassyllus villicus</i> (Thorell, 1875)	3			3	3		0

Arten	2002	2004	2006	RL BW	RL D	xLw	kA
Linyphiidae							
<i>Microlinyphia pusilla</i> (Sundevall, 1830)		1				x ²	
<i>Microneta viaria</i> (Blackwall, 1841)	1						
<i>Oedothorax fuscus</i> (Blackwall, 1834)	1						
<i>Ostearius melanopygius</i> (O. P.-Cambridge, 1879)	1					x ²	
<i>Tapinopa longidens</i> (Wider, 1834)	1						
<i>Tenuiphantes flavipes</i> (Blackwall, 1854)	4						
<i>Tenuiphantes tenebricola</i> (Wider, 1834)	1						0
<i>Walckenaeria furcillata</i> (Menge, 1869)	2						0
Lycosidae							
<i>Pardosa amentata</i> (Clerck, 1757)		2					
<i>Pardosa saltans</i> Töpfer-Hofmann, 2000	1						0
<i>Trochosa robusta</i> (Simon, 1876)	1			V	3	x ^{1,3}	0
Miturgidae							
<i>Cheiracanthium campestre</i> Lohmander, 1944		2	2	2	2		0
<i>Cheiracanthium erraticum</i> (Walckenaer, 1802)	1						0
Philodromidae							
<i>Thanatus striatus</i> C. L. Koch, 1845			1	V	2		0
Pholcidae							
<i>Pholcus opilionoides</i> (Schrank, 1781)	1						0
Salticidae							
<i>Neon reticulatus</i> (Blackwall, 1853)	1						
<i>Sitticus distinguendus</i> (Simon, 1868)	2			2	1		0
<i>Sitticus saltator</i> (O. P.-Cambridge, 1868)	4	3	1	2	3	x ³	0
<i>Talavera petrensis</i> (C. L. Koch, 1837)			3	D		x ²	
Theridiidae							
<i>Crustulina guttata</i> (Wider, 1834)	1					x ^{1,2}	
<i>Episinus angulatus</i> (Blackwall, 1836)	1						
<i>Neottiura bimaculata</i> (Linnaeus, 1767)	1						
Thomisidae							
<i>Xysticus kempeleni</i> Thorell, 1872	1			R	2		0
<i>Xysticus luctator</i> L. Koch, 1870	1			3	3		0
<i>Xysticus sabulosus</i> (Hahn, 1832)	2			2	3	x ¹	0
<i>Xysticus ulmi</i> (Hahn, 1831)	1	1					