Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

ARTICULATA 2007 22 (2): 153–171 ÖKOLOGIE

Kleinräumig heterogen strukturierte Hochheiden in mikroklimatisch günstiger Lage – Lebensräume der Kurzflügeligen Beißschrecke (*Metrioptera brachyptera*) im Quellgebiet der Diemel (Südwestfalen/Nordhessen)

Dominik Poniatowski & Thomas Fartmann

Abstract

In 2005, based on different environmental parameters, we characterised six representative structure or habitat types of the upland heath vegetation in the uplands of the Rothaargebirge. Of these, the bog bush-cricket (*Metrioptera brachyptera*) prefers low-growing *Vaccinium vitis-idaea* heathland (type 3) and medium-growing *Calluna vulgaris-Vaccinium myrtillus*-heathland (type 5). The species also colonises high-growing *Calluna vulgaris-Vaccinium myrtillus* heathland (type 6).

Habitat selection in the bog bush-cricket can be explained by the habitat requirements of the egg and larval stages. For reproduction, *M. brachyptera* needs sites with a thick moss layer and a closed vegetation layer that prevent the dehydration of the eggs. Low-growing *Vaccinium vitis-idaea* heathland (type 3) exhibits these structures. Moreover, the thermally favoured larval habitats suggest that the species is thermophilous to a certain degree. The adults need vegetation structures with a diverse structure. Of special relevance are sufficient hiding places because the bog bush-cricket is flightless. Within the upland heaths, *M. brachyptera* colonises only heath stands with a diverse small-scale structure. This means, that the habitats consists of a mosaic of the habitat types 3, 5 and 6. Only these habitat types meet the habitat requirements of all stages. The other habitat types offer too few hiding places and/or do not match the microclimatic preferences. The generally low densities in the upland heathland can be explained by the adverse macroclimate. In order to allow for a successful and timely development of eggs and larvae, occurrence of the species is restricted to microclimatically favoured parts of the upland heathland. Another limiting factor for the bog bush-cricket is probably the shortage of protein-rich insects as food.

Zusammenfassung

Im Jahr 2005 konnten anhand verschiedener Strukturparameter für die Hochheiden der Hochlagen des Rothaargebirges sechs repräsentative Struktur- bzw. Habitattypen beschrieben werden. Die Kurzflügelige Beißschrecke (*Metrioptera brachyptera*) hält sich hier bevorzugt in den niederwüchsigen *Vaccinium vitis-idaea*-Heiden (Typ 3) und den mittelwüchsigen *Calluna vulgaris-Vaccinium myrtillus*-Heiden (Typ 5) auf. Sie kann aber auch im Typ 6, den hochwüchsigen *Calluna vulgaris-Vaccinium myrtillus*-Heiden, regelmäßig angetroffen werden.

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

Die Habitatwahl der Kurzflügeligen Beißschrecke begründet sich insbesondere mit den ökologischen Ansprüchen der Embryonal- und Larvalstadien: *M. brachyptera* kann sich nur in Bereichen reproduzieren, in denen eine dicke Moosschicht und eine geschlossene Vegetationsdecke ein Austrocknen der Eier verhindert. Derartige Strukturen weisen die niederwüchsigen *Vaccinium vitis-idaea*-Heiden (Typ 3) auf. Die thermisch begünstigten (Larval-)Habitate lassen zudem auf ein gewisses Wärmebedürfnis der Art schließen. Die Imagines sind auf Vegetationsstrukturen angewiesen, die ihnen ein hohes Requisitenangebot bieten. Von besonderer Bedeutung sind ausreichende Versteckmöglichkeiten, da die Kurzflügelige Beißschrecke flugunfähig ist.

Innerhalb der Hochheiden kann *M. brachyptera* deshalb nur in kleinräumig heterogen strukturierten Zwergstrauchbeständen angetroffen werden. Das heißt, die Lebensräume bestehen aus einem Mosaik der Habitattypen 3, 5 und 6. Denn nur hier finden sämtliche Entwicklungsstadien ihre ökologischen Ansprüche verwirklicht. Die übrigen Habitattypen bieten der Art zu wenig Deckung und/oder entsprechen nicht ihren mikroklimatischen Bedürfnissen. Die geringen Individuendichten sind maßgeblich auf die Ungunst des Makroklimas zurückzuführen. Damit die Embryonal- und Larvalentwicklung erfolgreich und zeitgerecht abgeschlossen werden kann, beschränken sich die Vorkommen der Art daher auf die mikroklimatisch begünstigten Teile der Hochheiden. Möglicherweise ist für die Kurzflügelige Beißschrecke in den Zwergstrauchbeständen aber auch der Mangel an eiweißreicher Insektennahrung ein weiterer bestandslimitierender Faktor.

Einleitung

Infolge des vergleichsweise hohen Feuchtigkeitsbedarfs der Eier beschränken sich die Vorkommen der Kurzflügeligen Beißschrecke hauptsächlich auf niederschlagsreiche Regionen (INGRISCH 1979, 1981, PONIATOWSKI & FARTMANN in Vorb.). Darunter fallen in Deutschland das Alpenvorland, die Mittelgebirge sowie das atlantisch geprägte Nordwestdeutschland (vgl. Verbreitungskarte in MAAS et al. 2002). In den übrigen Landesteilen ist *M. brachyptera* selten und an Standorte mit hoher Bodenfeuchte gebunden (u.a. GÜNTHER 1971: Mecklenburg, SCHIEMENZ 1966: Sachsen, WALLASCHEK 2004: Sachsen-Anhalt).

Als Habitat dienen der Kurzflügeligen Beißschrecke wenige, zumeist gefährdete Lebensraumtypen (FROEHLICH 1990, DÜSSEL-SIEBERT & FUHRMANN 1993): Neben Feuchtheiden und Pfeifengrasbeständen besiedelt die Art auch Halbtrockenrasen und trockene Zwergstrauchheiden (u.a. RÖBER 1951, INGRISCH 1982, 1984, BUSSMANN 2004). Im Quellgebiet der Diemel kann *M. brachyptera* vorwiegend in Hochheiden angetroffen werden (SCHUBERT 1988, Schulte schriftl. Mitt.).

Obwohl die Lebensräume der Kurzflügeligen Beißschrecke zumeist als dichtwüchsig oder langrasig beschrieben wurden (u.a. BROCKSIEPER 1978, BRINKMANN 1991, BRUCKHAUS 1994, PASSLICK 1994, BREINL et al. 1997), ist über die genaue Struktur ihrer Habitate bislang wenig bekannt. Dabei stellt gerade die Raumstruktur - in Kombination mit dem Mikroklima - einen Schlüsselfaktor für die Habitatbindung von Heuschrecken dar (Zusammenfassung bei INGRISCH & KÖHLER 1998). DETZEL (1998) gibt allerdings zu bedenken, dass die Habitatstruktur

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

für *M. brachyptera* vermutlich nur von standörtlicher Bedeutung ist und vielmehr das Lokal- und Kleinklima über das Vorkommen der Art entscheiden.

Mit der vorliegenden Studie sollten folgende Fragen beantwortet werden:

- Welche Vegetationsstrukturen nutzt *M. brachyptera* innerhalb der Hochheiden und wodurch zeichnen sie sich aus?
- Worin begründet sich die Habitatwahl der Art?
- Wie hoch sind die Siedlungsdichten von *M. brachyptera* in den Hochheiden und wodurch werden sie beeinflusst?

Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet (UG) liegt nordöstlich von Winterberg an der nordrheinwestfälisch-hessischen Landesgrenze und wird im Folgenden als das Quellgebiet der Diemel bezeichnet (Abb. 1). Naturräumlich gehört das UG zum Rothaargebirge, das mit dem Langenberg (843 m ü.NN) die höchste Erhebung Nordrhein-Westfalens darstellt.

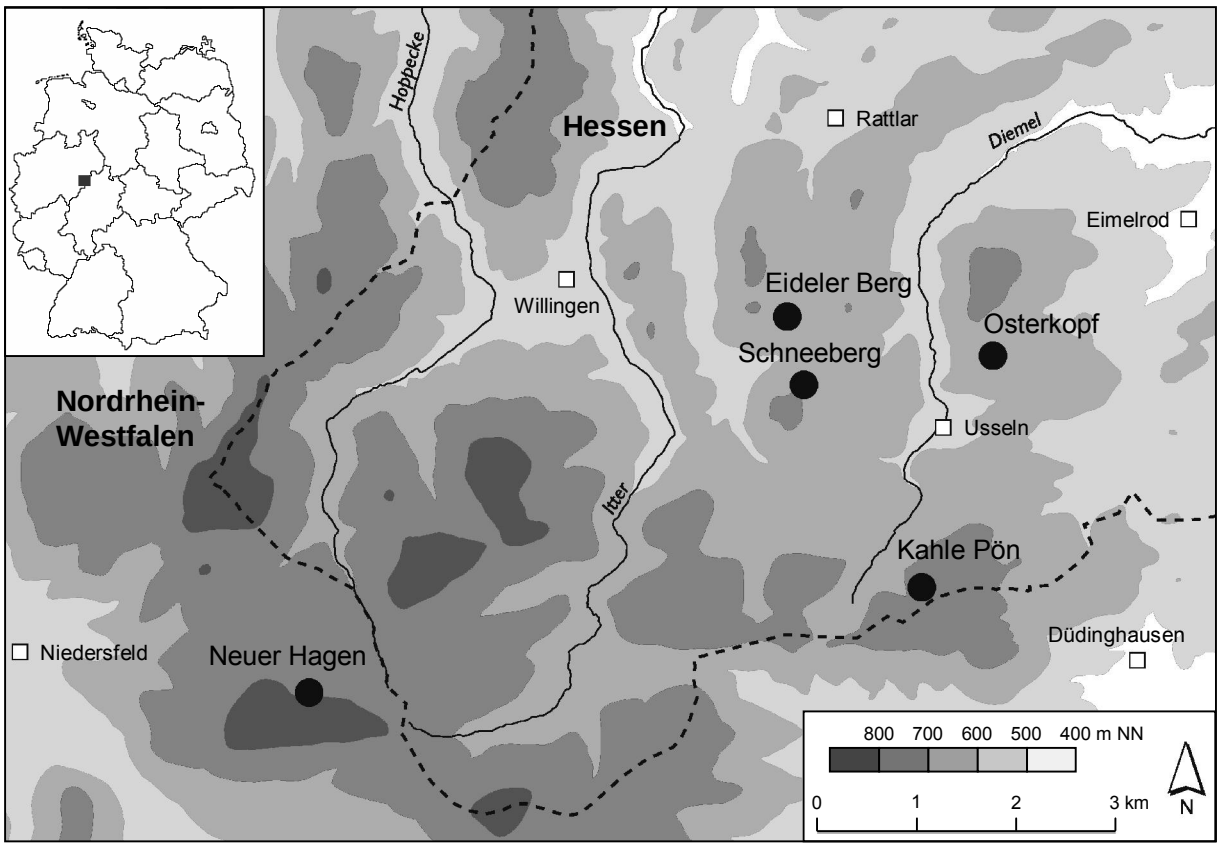

Abb. 1: Lage der Untersuchungsflächen (Kreise) im Quellgebiet der Diemel (Südwestfalen/Nordhessen).

Der geologische Untergrund des UG besteht weitgehend aus devonischen und zudem sauren Gesteinen (z.B. Tonschiefer und Quarzite). Kleinflächig, wie auf der Hochheide des Neuen Hagens, können diese auch von pleistozänen Lockersedimenten überlagert sein (GLA NRW 1981). Auf den Kuppen, Hochflächen und Hängen haben sich zum Teil stark steinhaltige Braunerden bzw. Ranker-Braun-

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

erden ausgebildet, die teilweise podsoliert sein können (GLA NRW 1990). Im Verlauf der mittelalterlichen Rodungsperioden wurden auf diesen Standorten die naturnahen Waldbestände stark zurückgedrängt, so dass sich hier ausgedehnte Heideflächen etablierten konnten (BUDDE & BROCKHAUS 1954, POTT & CASPERS 1989). Historische Landnutzungsformen wie das Plaggenhauen begünstigten zudem die Entstehung der Hochheiden (u.a. HABER 1966). Seit der zweiten Hälfte des 18. Jh. wurden allerdings viele dieser Flächen in Fichtenforste umgewandelt (u.a. POTT & CASPERS 1989), weshalb ausgedehnte Hochheiden heute zumeist nur noch auf den Gipfeln des Rothaargebirges zu finden sind (HABER 1966, VIGANO 1997).

Das zur montanen Stufe (600–800 m ü.NN) gehörende Quellgebiet wird durch ein sehr raues Klima geprägt (vgl. BÜRGENER 1963): Neben wenigen Sommertagen (> 25 °C) (ALEXANDER 2003) ist auch die jährliche Sonnenscheindauer mit 1160–1400 Stunden gering (Messzeitraum 1961–1990) (ENDLICHER & VENT-SCHMIDT 2003). Die Jahresmitteltemperaturen liegen lediglich bei 5–6,5 °C. Zudem fallen im Gebiet mit 950–1400 mm hohe Niederschläge (MURL NRW 1989, KLEIN & MENZ 2003). Im Untersuchungszeitraum 2005 (Juni bis August) lagen die Monatsmitteltemperaturen zumeist etwas über dem langjährigen Mittel. Die Monate April und Juni sowie der relativ kühle August fielen niederschlagsreich aus. Der Juli war hingegen etwas trockener als im vieljährigen Durchschnitt (Klimastation Willingen / Upland [580 m ü.NN], Deutscher Wetterdienst 2006).

Material und Methoden

a) Untersuchungsflächen

Als Untersuchungsflächen (UF) dienten zwei kleine (Eideler Berg [3 ha], Schneeberg [0,7 ha]) und drei große (Kahle Pön [33 ha], Neuer Hagen [73 ha], Osterkopf [24 ha]) Hochheiden (Abb. 1). Alle UF wurden nach Vorkommen der Kurzflügeligen Beißschrecke abgesucht.

Pflanzensoziologisch lässt sich die Vegetation der Hochheiden im Quellgebiet vor allem dem *Vaccinio vitis-idaeae-Callunetum* zuordnen (GERINGHOFF 2001). Charakteristisch für diese Gesellschaft sind ihre teilweise stark schwankenden Zwergstrauchanteile von *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus* und *V. vitis-idaea*. Innerhalb dieser Vegetationseinheit kann es daher zu deutlichen strukturellen Unterschieden kommen. Aufgrund des Vorkommens einiger Borstgrasrasenarten (z.B. *Galium saxatile*, *Carex pilulifera* und *Potentilla erecta*) handelt es sich auf den Hochheiden des UG zumeist um das *Vaccinio vitis-idaeae-Callunetum potentilletosum erectae* (GERINGHOFF 2001). Daneben sind gelegentlich auch grasreiche Pflanzengesellschaften (KOPPE 1952), wie beispielsweise Borstgrasrasen (*Polygalo-Nardetum*) oder Drahtschmielen-Fluren (*Deschampsia flexuosa*-Flur) anzutreffen (SCHUBERT 1988). Das Ziel der aktuellen Heide-Nutzung ist der Erhalt einer historischen Kulturlandschaft. Auf den großflächigen UF erfolgt die Pflege derzeit mit Heidschnucken. Zur Regeneration überalterter Heidebestände werden gelegentlich auch kleinflächige Bereiche maschinell geplaggt. Um eine Wiederbewaldung der Hochheiden zu vermeiden, findet in mehrjährigen Abständen eine manuelle Gehölzentfernung statt (BREDER & SCHUBERT 1998, 2000).

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

b) Habitatcharakteristika

Zur Charakterisierung der *M. brachyptera*-Habitate wurden im Jahr 2005 von Anfang bis Mitte August 64 Mikrohabitataufnahmen in besiedelten (Präsenz, n = 38) und unbesiedelten (Absenz, n = 26) Bereichen der Hochheiden angefertigt. Für jede dieser 0,5 m^2 großen Probestellen (PS) erfolgte eine detaillierte Standortansprache (Zusammengenommen repräsentieren die PS das gesamte Strukturtypenspektrum der Hochheiden):

Klimagunst

Exposition und Inklination der PS wurden unter Mithilfe eines Spiegelkompasses mit eingebautem Neigungsmesser gemessen. Die maximal mögliche tägliche Besonnungsdauer von Mai bis Juli (Entwicklungsphase der Larven) ließ sich mit einem Horizontoskop nach TONNE (1954) unter Verwendung einer Sonnenscheibe für 51° N ermitteln.

Pflanzengesellschaften

Zur Erfassung der Pflanzengesellschaften wurde ein Kartierschlüssel erstellt, der mittels diagnostischer Arten (Charakter- und/oder Differentialarten) und/oder der Dominanz einer Art die Ansprache der Vegetationseinheiten für jede PS ermöglichte (DIERSCHKE 1994). Als pflanzensoziologische Referenzliteratur diente GERINGHOFF (2001).

Struktur

Mit Hilfe verschiedener Strukturparameter ließen sich strukturell ähnliche PS zu Struktur- bzw. Habitattypen gruppieren (u.a. FARTMANN 1997, BEHRENS & FARTMANN 2004, PONIATOWSKI & FARTMANN 2005):

Horizontalstruktur

Neben der Gesamtdeckung der Vegetation wurden die Streu-, Moos-, Feld- und Strauchschichtdeckung sowie der Anteil an offenem Boden, Grus, Stein und Fels in 5%-Schritten geschätzt. In Anlehnung an BEHRENS & FARTMANN (2004) wurde bei einem Deckungsgrad von unter 100%, aber über 95%, der Wert 97,5% vergeben, zwischen 0% und 5% Deckung der Wert 2,5%. Zusätzlich erfolgte die Aufnahme der bestandsprägenden Wuchsformentypen nach dem System von FARTMANN (1997) und SCHULTE (2003) (vereinfacht). Unterschieden wurden: Kryptogamen (Moose und Flechten), Rosettenpflanzen (2–6 [15] cm; angegeben ist jeweils die Wuchshöhe), Polsterpflanzen (3–6 [10] cm), Bodendecker (5–15 cm), Halbrosettenpflanzen (5–15 cm, aufrechter Spross bis 50 cm), Sonstige Kräuter (5–50 cm), Horstgräser (5–20 cm, Halme bis 130 cm), Herdengräser (5–25 cm, Halme bis 130 cm), Zwergsträucher (25–50 cm) und Obergräser (> 50 cm).

Vertikalstruktur

Die mittlere obere Vegetationshöhe (= Feldschichthöhe) wurde als Schicht mit dem höchsten Strahlungsumsatz bis auf 2,5 cm Genauigkeit ermittelt. Die Aufnahme der „horizontalen Vegetationsdichte“ (SUNDERMEIER 1998) erfolgte mit Hilfe eines 50 cm breiten und 30 cm tiefen Holzkastens (vgl. MÜHLENBERG 1993), der mit Ausnahme der Rückwand zu allen Seiten offen war. Horizontal gespannte Schnüre an der Vorderseite unterteilten den Kasten in sechs Schichten (0–5, 5–10, usw. bis 25–30 cm). Für jede Schicht wurde die "horizontale Durchsicht"

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

(der Kehrwert entspricht der "horizontalen Vegetationsdichte") gegen die helle Rückwand geschätzt (Klassen [%] wie bei der Horizontalstruktur).

Auswertung der Strukturdaten

Die Klassifikation strukturell ähnlicher PS (= Struktur- bzw. Habitattypen) erfolgte mit einer Clusteranalyse (BACHER 1994, JONGMAN et al. 1995). Als Datengrundlage dienten acht Variablen: Deckungssumme Rohboden und Skelett (Grus, Stein und Fels), Feldschichthöhe, Vegetationsbedeckung gesamt, horizontale Vegetationsdichte in drei Schichten (0–5 cm, 10–15 cm, 20–25 cm) sowie Kraut- und Grasschichtdeckung. Folgende Voreinstellungen wurden vorgenommen: Ward-Verfahren, z-Transformation der Werte und quadrierte euklidische Distanz (Distanzmaß).

c) Heuschreckenerfassung

Die quantitative Heuschreckenerfassung erfolgte mit einem Isolationsquadrat (IQ), das nach INGRISCH & KÖHLER (1998) die "besten Dichte-Werte bei noch vertretbarem Zeitaufwand" liefert: Das mit weißem Stoff bespannte Quadrat ist oben und unten offen. Die Kantenlänge des 80 cm hohen IQ beträgt 71 cm x 71 cm. Es besitzt somit eine Grundfläche von 0,5 m^2. Da sich in der Vergangenheit eine beprobte Grundfläche von 20 m^2 bewährt hat (u.a. BEHRENS & FARTMANN 2004, PONIATOWSKI & FARTMANN 2005), wurde das IQ 40-mal pro Probefläche (PF) auf die Vegetation gesetzt. Die Erhebung der Individuendichten fand von Anfang Juni bis Ende Juli zweimal pro Monat (1. und 2. Monatshälfte) auf 2 PF statt und wurde im August auf 20 PF ausgeweitet. Jede PF besaß im Sinne von SÄNGER (1977) eine gleichartige Vegetationsstruktur, d.h. der Pflanzenbewuchs war hinsichtlich Höhe, Dichte und Bodenbedeckung homogen.

d) Auswertung

Zum nichtparametrischen Vergleich zweier unabhängiger Stichproben (z.B. Präsenz- und Absenz-Daten) wurde auf den gebräuchlichen Mann-Whitney-U-Test ($\alpha = 0,05$) zurückgegriffen (DYTHAM 1999, BÜHL & ZÖFEL 2002, SACHS 2002). Bei signifikanten Testergebnissen wurde nach BÜHL & ZÖFEL (2002) zwischen signifikant ($P \leq 0,05$), sehr signifikant ($P \leq 0,01$) und höchst signifikant ($P \leq 0,001$) unterschieden. Soweit nicht anders vermerkt, sind alle Werte im Text Mediane.

Ergebnisse

a) Verbreitung

Im großklimatisch kühl-feuchten Quellgebiet der Diemel konnte *M. brachyptera* ausschließlich für großflächige Hochheiden nachgewiesen werden (Kahle Pön, Neuer Hagen, Osterkopf). Die Populationsgrößen dieser Flächen waren allerdings sehr unterschiedlich. Auf dem Neuen Hagen diente der Kurzflügeligen Beißschrecke nur ein kleiner Teilbereich im Nordosten der UF als Lebensraum, während die Kahle Pön von *M. brachyptera* an mehreren Stellen besiedelt wurde. Für die Hochheide des Osterkopfs gelang - trotz intensiver Suche - nur ein Einzelfund der Kurzflügeligen Beißschrecke.

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

b) Individuendichten

Die Beprobung mit dem IQ erbrachte für sechs der 20 PF quantitative Nachweise der Kurzflügeligen Beißschrecke. Trotz dieser kleinen Stichprobe waren für die *M. brachyptera*-Lebensräume der Hochheiden sehr geringe Dichten bezeichnend (Median: 0,75 Imagines/10 m^2). Die Spannweite reichte von 0,5 bis 2 Imagines pro 10 m^2. Auf drei weiteren PF konnte die Kurzflügelige Beißschrecke lediglich qualitativ erfasst werden. Die Abundanzen waren hier also deutlich geringer als 0,5 Imagines pro 10 m^2. Während der Juvenilphase konnten maximal 2,5 Larven pro 10 m^2 gefangen werden.

c) Habitatansprüche

Habitatcharakteristika

Die Kurzflügelige Beißschrecke besiedelt in den Hochheiden vollständig geschlossene Vegetationsbestände (Abb. 2), die aufgrund der 20 cm hohen Feldschicht (Spanne: 7,5–35 cm, Abb. 3) bis in 15 cm Höhe zumeist noch sehr dichtwüchsig sind (Abb. 4). Moose erlangen Deckungsgrade von im Schnitt 80% (Abb. 2). Die Feldschicht wird überwiegend aus Zwergsträuchern gebildet (s.u.) und nimmt 90% der Bodenoberfläche ein (Abb. 2).

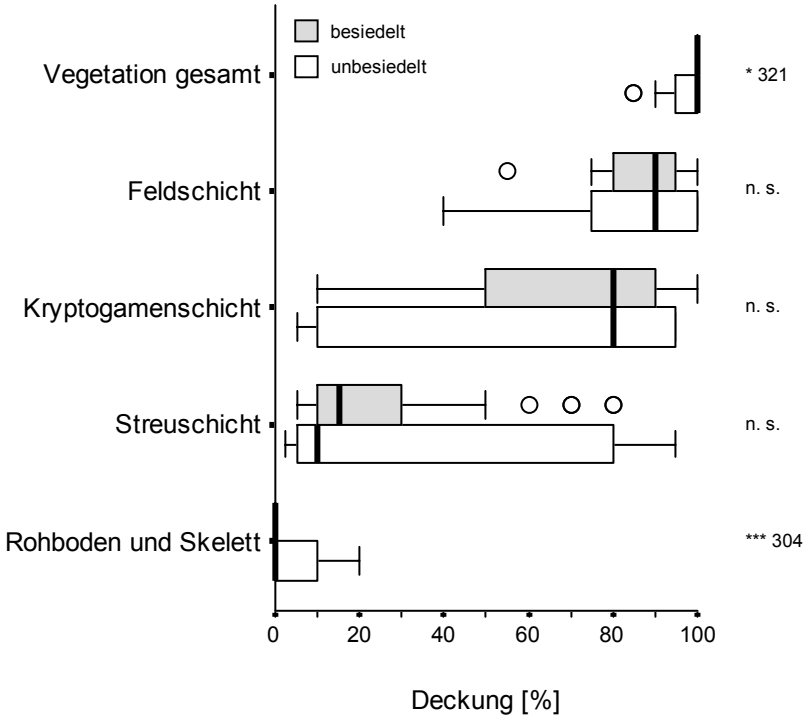

Abb. 2: Horizontalstruktur (Deckung [%]) in den von *M. brachyptera* besiedelten (Präsenz, n = 38) und unbesiedelten (Absenz, n = 22) Hochheiden. Tests auf Unterschiede erfolgten mit Mann-Whitney-U-Test (α = 0,05), *P* wird durch Sternsymbolik den Testwerten (U-Wert) vorangestellt: * $P \leq 0{,}05$, ** $P \leq 0{,}01$, *** $P \leq 0{,}001$, n. s. = nicht signifikante Werte; Skelett: Grus, Stein und Fels; Strukturdaten des Habitattyps 1 (Rohböden, n = 4) flossen nicht in die Auswertung mit ein; Lagemaße: Median (dicker Balken), 1. und 3. Quartil, Maximum und Minimum, Ausreißer (Kreise); Extremwerte sind nicht dargestellt.

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

Im Bezug auf die Horizontalstruktur unterscheiden sich die von *M. brachyptera* besiedelten und unbesiedelten Hochheiden hinsichtlich der Gesamtdeckung sowie des Rohboden- und Skelettanteils (höchst) signifikant (Abb. 2). Statistisch signifikante Unterschiede bezüglich der Vegetationsdichte bestehen nur in den beiden untersten Schichten: Die Vegetation der *M. brachyptera*-Habitate ist in diesem Bereich etwas dichter, als jene der restlichen PS (Abb. 4). Auf den zumeist westlich bis nordöstlich ausgerichteten Hochheiden ist *M. brachyptera* besonders in mäßig geneigten Bereichen anzutreffen (Median: 8°, Spanne: 2–14°). Trotz Wald- und/oder Gehölznähe sind alle Habitate strahlungsoffen, das heißt sie werden im Mai/Juli und Juni an wolkenlosen Tagen 12 bzw. 13 Stunden beschienen.

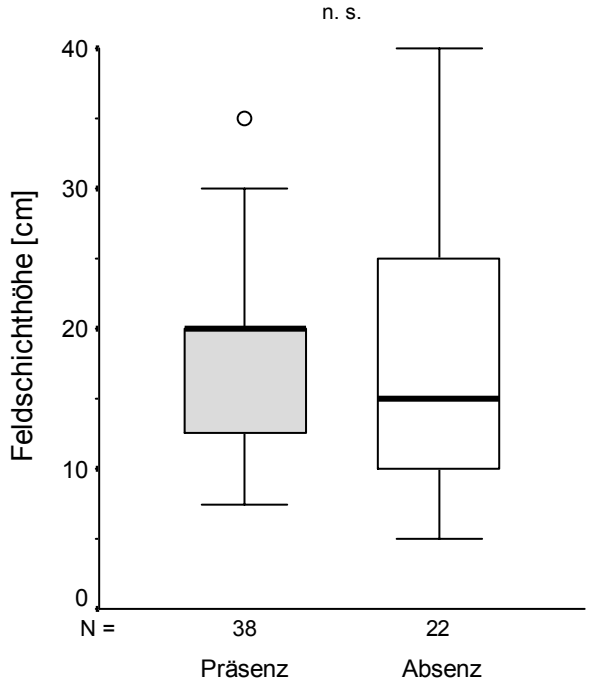

Abb. 3:

Höhe der Feldschicht in den von *Metrioptera brachyptera* besiedelten (Präsenz) und unbesiedelten (Absenz) Hochheiden. Strukturdaten des Habitattyps 1 (Rohböden, n = 4) flossen nicht in die Auswertung mit ein (zur Darstellung und zum Testverfahren s. Abb. 2).

Habitattypen

Anhand der 64 Mikrohabitataufnahmen konnten sechs repräsentative Struktur- bzw. Habitattypen für die Hochheiden des UG abgegrenzt werden:

Habitattypen 1–2, 4 (nahezu nicht besiedelt)

Der Habitattyp 1 stellt mit bis zu 85% Rohboden- und Skelettanteilen den vegetationsärmsten Lebensraum der Hochheiden des UG dar (Tab. 1). Zu dieser Habitateinheit gehören vor kurzem maschinell geplaggte Standorte, auf denen selten Einzeltiere der Gefleckten Keulenschrecke (*Myrmeleotettix maculatus*) beobachtet werden können. Nach etwa 4–6 Jahren haben sich diese Rohbodenstandorte zum Schwerpunkt-Lebensraum von *M. maculatus* entwickelt (Habitattyp 2). Charakteristisch ist eine lückige Feldschicht (40%), die von *Calluna vulgaris* beherrscht wird (Abb. 5). Vegetationsfreie Bereiche sind nur noch zu 16% vorhanden, Kryptogamen bedecken 80% der Bodenoberfläche. Pflanzensoziologisch lässt sich diese Habitateinheit dem *Vaccinio-Callunetum potentilletosum erectae* (*Baeomyces rufus*-Phase: "frühe Entwicklungsphase") zuordnen.

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

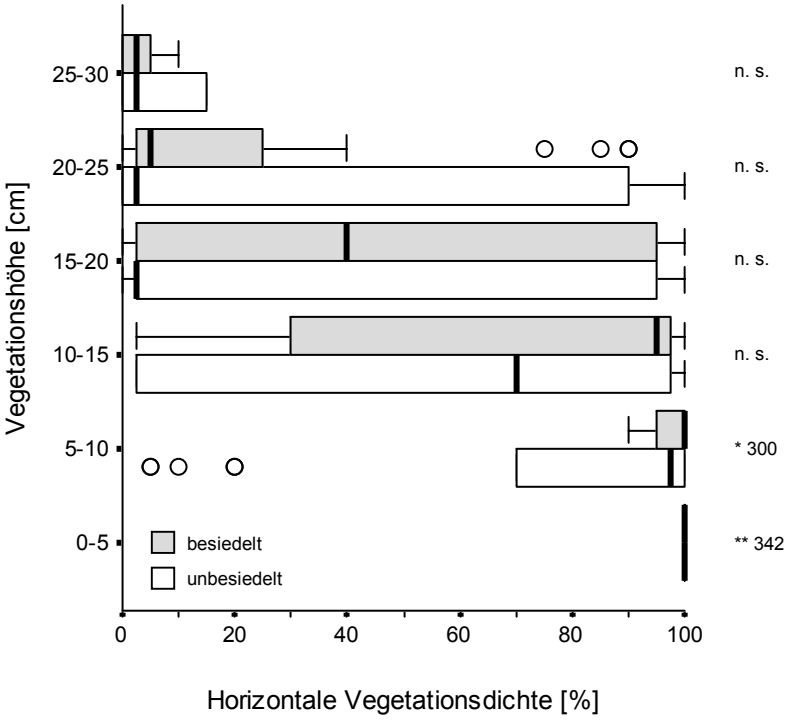

Abb. 4:

Horizontale Vegetationsdichte in den von *Metrioptera brachyptera* besiedelten (Präsenz, n = 38) und unbesiedelten (Absenz, n = 22) Hochheiden. Strukturdaten des Habitattyps 1 (Rohböden, n = 4) flossen nicht in die Auswertung mit ein (zur Darstellung und zum Testverfahren s. Abb. 2).

Im Habitattyp 4 wurden die Borstgrasrasen der Hochheide-Komplexe zusammengefasst (*Polygalo-Nardetum* und *Galium saxatile-Nardus stricta*-Gesellschaft). Zwergsträucher sind mit sehr geringen Deckungsgraden vertreten (Abb. 5). Stattdessen wird die Feldschicht von Herdengräsern und Bodendeckern beherrscht. Gelegentlich sind Horstgräser eingestreut. Moose bedecken 93% der Bodenoberfläche.

Die Kurzflügelige Beißschrecke meidet die Habitattypen 1–2. In den grasreichen Borstgrasrasen ist *M. brachyptera* selten; Nachweise beschränken sich hier auf adulte Einzeltiere.

Habitattypen 3, 5–6 (zumeist besiedelt)

Die zumeist besiedelten Habitattypen lassen sich neben einer (nahezu) geschlossenen und höheren Feldschicht insbesondere durch ihre dichtere horizontale Vegetationsstruktur sowie fehlende Rohboden- und Skelettanteile von den Habitateinheiten 1–2 abgrenzen (Tab. 1). Gegenüber den Borstgrasrasen weisen sie deutlich höhere Zwergstrauch- und niedrigere Grasanteile auf (Abb. 5 und Tab. 1). Bezüglich ihrer Habitatstruktur unterscheiden sich die Typen 3 und 5–6 aber auch untereinander deutlich:

Habitattyp 3: niederwüchsige *Vaccinum vitis-idaea*-Heiden.
Pflanzengesellschaft: *Vaccinio-Callunetum potentilletosum erectae*, Typische Variante, *Ptilidium ciliare*-Phase ("ältere Entwicklungsphase").

Der Habitattyp 3 verdankt seine Struktur vornehmlich dem hohen Anteil an *V. vitis-idaea*. Dieser niederwüchsige Zwergstrauch (Median Feldschichthöhe: 10 cm) bedeckt bis zu 65% die Bodenoberfläche (Abb. 5). Daneben erreicht die dicke Moosschicht (Median: 3,5 cm) mit 90% (Tab. 1) sehr hohe Deckungsgrade (Spanne: 30–100%). In der ersten Juni-Hälfte konnten im Habitattyp 3 oft junge

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

(L_1–L_2) und mittelalte (L_3–L_4) *M. brachyptera*-Larven beobachtet werden (Maximum: 2,5 Larven/10 m^2); im Laufe des Jahres nur noch vereinzelt ältere Tiere.

Habitattyp 5: mittelwüchsige *Vaccinium myrtillus-Calluna vulgaris*-Heiden. Pflanzengesellschaft: *Vaccinio-Callunetum potentilletosum erectae*, Typische Variante, *Ptilidium ciliare*-Phase ("ältere Entwicklungsphase")

Tab. 1: Strukturparameter der Hochheiden sowie Stetigkeit von *Metrioptera brachyptera* in den besiedelten Habitattypen. Stetigkeitsklassen nach DIERSCHKE (1994): + = > 5–10%, I = > 10–20%, II = > 20–40%, III = > 40–60%, IV = > 60–80%, V = > 80–100%; Schwerpunktvorkommen dunkelgrau hinterlegt, Nebenvorkommen hellgrau hinterlegt; es sind nur die bestandsprägenden Wuchsformen dargestellt (Deckung ≥ 3%); * die Kryptogamendeckung entspricht in den Habitattypen 3–6 der Moosdeckung; alle Werte sind Mediane; La = Larven, Im = Imagines; weitere Erläuterungen im Text.

Habitattyp	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
n Strukturaufnahmen	4	4	11	8	24	13
Deckung [%]						
Gesamtdeckung der Vegetation	8	88	100	100	100	100
Feldschicht	8	40	90	93	90	100
Krautschicht	4	30	70	38	70	90
Grasschicht	4	13	20	53	13	5
Streuschicht	13	5	10	10	20	70
Offener Boden, Grus, Stein und Fels	83	16	0	0	0	0
Höhe der Feldschicht [cm]	< 2,5	5	10	14	20	30
Horizontale Vegetationsdichte [%]						
0−5 cm	4	78	100	100	100	100
5−10 cm	0	8	90	96	100	100
10−15 cm	0	3	5	60	95	100
15−20 cm	0	0	3	3	78	95
20−25 cm	0	0	3	3	5	90
25−30 cm	0	0	3	3	3	75
Wuchsformen [%]						
Kryptogamen*	0	80	90	93	75	30
Bodendecker	3	5	10	20	3	0
Herdengräser	0	0	0	38	0	3
Horstgräser	4	13	15	13	10	0
Zwergsträucher	3	23	60	0	70	90
Metrioptera brachyptera (La und Im)	·	·	V	+	V	III

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

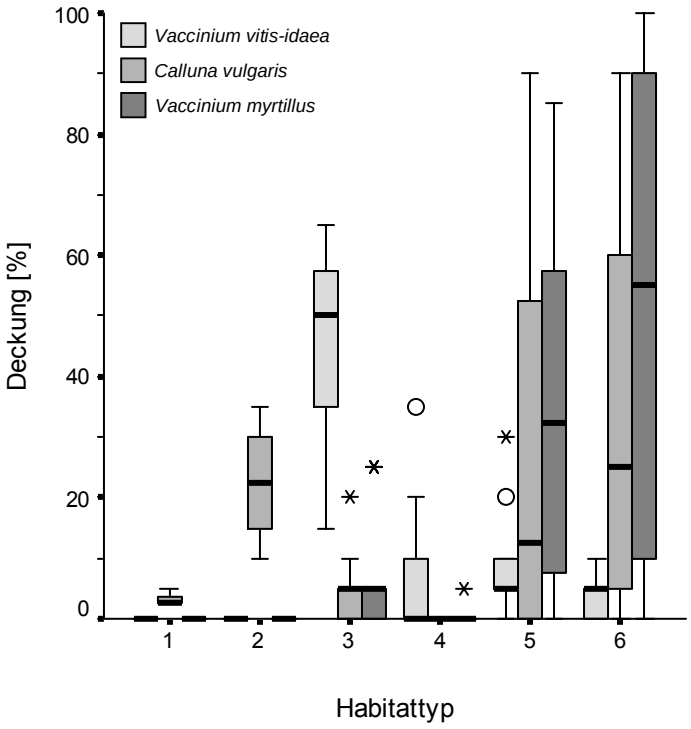

Abb. 5:

Zwergstrauchdeckung (*Vaccinium vitis-idaea*, *Calluna vulgaris* und *V. myrtillus*) in den verschiedenen Habitattypen der Hochheiden (Ausreißer sind als Kreise und Extremwerte als Sterne symbolisiert, zur weiteren Darstellung s. Abb. 2).

Bezüglich der Horizontalstruktur sind sich die zuvor genannten Heidebestände und der Habitattyp 5 sehr ähnlich (Tab. 1). Sichtliche Unterschiede zeigen sich jedoch in der horizontalen Vegetationsdichte, die infolge einer doppelt so hohen Feldschichthöhe ab 10 cm aufwärts im Typ 5 deutlich höher ist, als in der Habitateinheit 3 (Tab. 1). Zudem hat bei den Zwergsträuchern *V. vitis-idaea* - zu Gunsten von *C. vulgaris* und *V. myrtillus* - an Bedeutung verloren (Abb. 5). Die Kurzflügelige Beißschrecke erlangt in den "mittelwüchsigen Heiden" ihre höchsten Stetigkeiten mit Abundanzen bis zu 2 Imagines pro 10 m^2.

Habitattyp 6: hochwüchsige *Vaccinium myrtillus-Calluna vulgaris*-Heiden.
Pflanzengesellschaft: *Vaccinio-Callunetum potentilletosum erectae*, Typische Variante, *Ptilidium ciliare*-Phase ("ältere Entwicklungsphase")

Der Habitattyp 6 repräsentiert mit einer maximalen Feldschichthöhe von 40 cm die dichtesten und geschlossensten Vegetationsbestände der Hochheiden (Tab. 1). Charakteristisch ist eine sehr hohe Krautschichtdeckung (90%), die hauptsächlich durch die hohen Anteile von *C. vulgaris* und *V. myrtillus* gebildet wird (Abb. 5). Die Kurzflügelige Beißschrecke ist in diesen "hochwüchsigen Heiden" nicht mehr so präsent, wie in den zuvor genannten Habitattypen 3 und 5 (Tab. 1). Als Spitzenwert konnten 2 Imagines pro 10 m^2 ermittelt werden.

Ergänzende Beobachtungen zur Habitatwahl

Innerhalb der Hochheiden zeichnen sich sämtliche Habitate der Kurzflügeligen Beißschrecke durch eine kleinräumig heterogene Raumstruktur aus. Das heißt, sie bestehen aus einem Mosaik der Habitattypen 3, 5 und 6 (Abb. 6). Gelegentlich sind auch kleine Flecken von Borstgrasrasen (Typ 4) Bestandteil des Habitats, die von *M. brachyptera* als Lebensraum aber weitgehend gemieden werden. Großflächig homogene Bereiche der Hochheiden, die also nur aus einem Habitattyp bestehen, werden von der Kurzflügeligen Beißschrecke nicht besiedelt.

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

Gleiches gilt für das kalkarme oligotrophe Quellmoor des Neuen Hagens. Im Laufe der Untersuchung gelang hier nur ein Einzelfund von *M. brachyptera*. In den seggen- und binsenreichen Vegetationsbeständen dieses Standortes ist dafür Roesels Beißschrecke (*Metrioptera roeselii*) hochstet.

Abb. 6: Strahlungsoffene und zudem kleinräumig heterogen strukturierte Hochheiden - zumeist in windgeschützter Lage - sind Lebensräume der Kurzflügeligen Beißschrecke (*Metrioptera brachyptera*) im Quellgebiet der Diemel. Die niederwüchsige *Vaccinium vitis-idaea*-Heide (Habitattyp 3) im Vordergrund wird von der Art als Larvalhabitat genutzt, während sich die Imagines bevorzugt in den angrenzenden *Vaccinium myrtillus-Calluna vulgaris*-Heiden aufhalten (Habitattyp 5 und 6) (Neuer Hagen, 28. 07. 2005).

Diskussion

Die Habitatwahl der Kurzflügeligen Beißschrecke lässt sich im Quellgebiet der Diemel neben den ökologischen Ansprüchen der Imagines insbesondere mit denen der Embryonal- und Larvalstadien erklären.

Der wohl wichtigste Faktor für das Vorkommen der Art ist die relativ geringe Trockenresistenz der Eier (s.o.). Die meisten Larvenfunde stammen daher aus den niederwüchsigen *Vaccinum vitis-idaea*-Heiden (Habitattyp 3). Charakteristisch sind eine geschlossene Vegetationsbedeckung und hohe Moosschichtanteile. Bei ausreichenden Niederschlagsmengen, wie im UG, gewährleisten derartig

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

Strukturen ein frisch-feuchtes Kleinklima in Bodennähe (FARTMANN 2004), das ein Austrocknen der Eier verhindert. Warum konnten dann in den angrenzenden Borstgrasrasen (Habitattyp 4), die sich ebenfalls durch hohe Moosschichtanteile auszeichnen, keine Larven und nur vereinzelt adulte Tiere von *M. brachyptera* gefunden werden?

Die Präferenz der Kurzflügeligen Beißschrecke für zwergstrauchreiche Vegetationsbestände begründet sich wahrscheinlich mit den vergleichsweise hohen Temperaturansprüchen der Präimaginalstadien. So deuten Thermologgermessungen daraufhin, dass die niederwüchsigen *Vaccinum vitis-idaea*-Heiden gegenüber den gras- und krautreichen Borstgrasrasen der Hochheiden mikroklimatisch begünstigt sind (Abb. 7).

Die Habitatwahl der Art ist demnach nicht nur auf die relativ hohen Feuchtigkeitsansprüche der Eier zurückzuführen. *M. brachyptera* verfügt auch über ein gewisses Wärmebedürfnis, worauf schon mehrfach verwiesen wurde (u.a. RÖBER 1951, HARZ 1957, INGRISCH 1979).

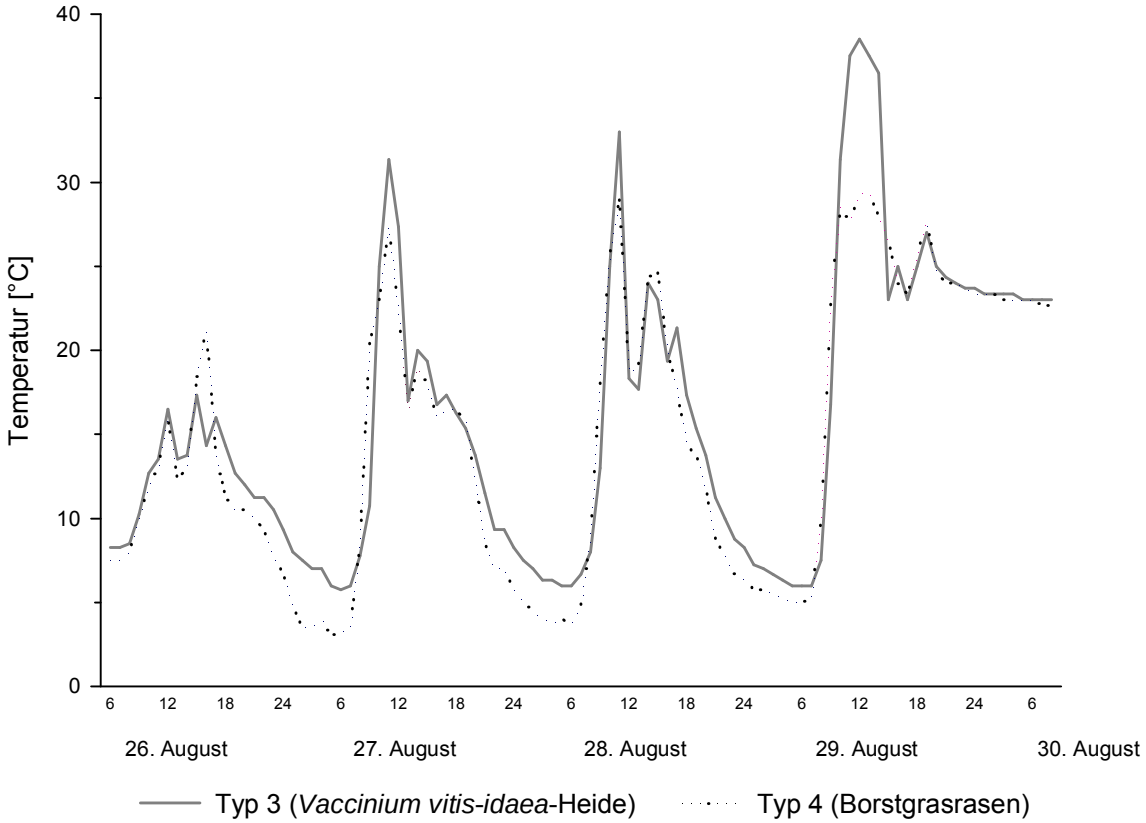

Abb. 7: Mikroklima der Habitattypen 3 und 4 während einiger warmer Spätsommertage Ende August 2005 (Die Thermologgermessungen erfolgten 5 cm unterhalb der oberen Feldschichthöhe).

Weitere wichtige Bestandteile des Habitats sind die mittel- und hochwüchsigen *Vaccinium myrtillus-Calluna vulgaris*-Heiden. Diese beiden Habitattypen werden speziell von älteren Larven und Imagines aufgesucht, da sie ihnen ein hohes Requisitenangebot bieten: Neben Häutungs-, Kommunikations-, Balz- und Fort-

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

pflanzungsplätzen sind auch genügend Versteckmöglichkeiten vorhanden, so dass die flugunfähige (!) Beißschrecke bei Gefahr fluchtartig in der dichten Vegetation verschwinden kann (vgl. BRINKMANN 1991, SCHULTE 1997).

Somit erklärt sich die Habitatwahl von *M. brachyptera* im Quellgebiet der Diemel. Denn nur in den kleinräumig heterogen strukturierten Hochheiden, also Zwergstrauchbeständen die sich aus mehreren Struktur- bzw. Habitattypen zusammensetzen, finden alle Entwicklungsstadien ihre ökologischen Ansprüche verwirklicht.

Verglichen mit den Halbtrockenrasen des Diemeltals, die ebenfall im Jahr 2005 untersucht wurden, sind die Hochheiden als suboptimale Lebensräume der Kurzflügeligen Beißschrecke anzusprechen. So konnten für die Halbtrockenrasen mit 3,5 Imagines pro 10 m^2 (Median) bzw. 14 Imagines pro 10 m^2 (Maximum) sehr viel höhere Abundanzen ermittelt werden (PONIATOWSKI 2006), als für die Hochheiden (Median: 0,75 Imagines/10 m^2, Maximum: 2 Imagines/10 m^2).

Dieser deutliche Unterschied lässt sich in erster Linie auf das ungünstige Makroklima des Quellgebietes zurückführen. Nach INGRISCH & KÖHLER (1998) hat feucht-kühle Witterung, wie sie im UG häufig auftritt, generell hohe Verluste unter den Heuschrecken zur Folge. Darüber hinaus verzögern niedrige Temperaturen im Frühjahr den Schlupfzeitpunkt und die Entwicklungsgeschwindigkeit der Larven (u.a. NADIG 1986).

Im Jahr 2005 war die Phänologie von *M. brachyptera* im Quellgebiet (600–800 m ü.NN) gegenüber dem Oberen Diemeltal (300–500 m ü.NN) um mindestens zwei Wochen verlangsamt (PONIATOWSKI 2006). Es ist anzunehmen, dass unter diesen Bedingungen viele Imagines nicht mehr zu einer erfolgreichen Reproduktion gelangen (vgl. BRUCKHAUS 1992). Nach NADIG (1986) ist ein Entwicklungsrückstand besonders verheerend, wenn nach einem kalten Frühsommer auch ein kalter Herbst folgt. Aufgrund des späten Auftretens der Imagines sterben dann schon viele Tiere vor der Paarung und vor der Eiablage. Dies würde erklären, warum sich die individuenarmen *M. brachyptera*-Populationen innerhalb der Hochheiden weitgehend auf gut besonnte Teilbereiche (vgl. BROCKSIEPER 1978) in Wald- und/oder Gehölznähe (vgl. OSCHMANN 1969) konzentrierten. Infolge von Windschutz kann die angestaute Warmluft hier nicht so leicht abtransportiert werden. Die windgeschützten Zwergstrauchbestände sind deshalb mikroklimatisch begünstigt. Vor diesem Hintergrund ist auch der Einzelfund eines *M. brachyptera*-Weibchens auf dem Osterkopf zu deuten. Die Kurzflügelige Beißschrecke findet hier nur pessimale Lebensbedingungen vor, da die windexponierte Lage der UF zu einer ständigen Auskühlung und Abtrocknung der Hochheide führt. Beide Faktoren dürften eine erfolgreiche Embryonal- und Larvalentwicklung verhindern (s.o.).

Neben dem Klima in Form von Wärme, Feuchtigkeit und Licht haben aber noch andere Umweltfaktoren Einfluss auf die Individuendichten (Zusammenfassung bei DEMPSTER 1963, UVAROV 1977, INGRISCH & KÖHLER 1998). Zumeist kommt der Nutzung hierbei eine besondere Bedeutung zu (u.a. FARTMANN & MATTES 1997). Auf den UF lässt sich die Bewirtschaftung als bestandslimitierender Faktor aber ausschließen, da die Kurzflügelige Beißschrecke in der Regel von einer

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

sporadischen bzw. sehr extensiven Beweidung profitiert (vgl. u.a. BRUCKHAUS 1994, SCHULTE 1997, DETZEL 1998). Stattdessen könnte für *M. brachyptera* die Nahrungsverfügbarkeit ein weiterer Faktor sein, der die Individuendichten beeinflusst. Denn im Gegensatz zu vielen anderen heimischen Heuschreckenarten ernährt sich die Kurzflügelige Beißschrecke bevorzugt carnivor (RÖBER 1943, eig. Beob.). Die insektenarmen Hochheiden könnten somit eine begrenzte Eiweißquelle darstellen. Mehrere Studien belegen, dass sich minderwertige Nahrung negativ auf Entwicklungsgeschwindigkeit, Lebensdauer und Fortpflanzung von Heuschrecken auswirkt (Zusammenfassung bei INGRISCH & KÖHLER 1998).

Die suboptimalen Lebensbedingungen im Quellgebiet der Diemel haben offenbar zur Folge, dass sich *M. brachyptera* nur innerhalb der großflächigen Hochheiden reproduzieren kann. Hier sind - zumindest in Teilbereichen - geeignete Habitatstrukturen vorhanden, die den ökologischen Ansprüchen der Art genügen.

Dank

Unser besonderer Dank gilt Herrn Dr. A. M. Schulte (Meschede), der viele wertvolle Informationen zur Habitatwahl der Kurzflügeligen Beißschrecke lieferte. Die Mitbetreuung der Diplomarbeit des Erstautors übernahm Herr Prof. Dr. H. Mattes (Institut für Landschaftsökologie, Universität Münster). Für zahlreiches Datenmaterial danken wir den Mitarbeitern der Biologischen Station Hochsauerlandkreis e.V. (Herrn D. Finke, W. Schubert und Dr. A. M. Schulte; Schmallenberg-Bödefeld). Der Biologischen Station Hochsauerlandkreis e.V. und der Akademie für ökologische Landeserforschung e.V. gilt unser Dank für finanzielle Unterstützung.

Verfasser:
Dominik Poniatowski
AG Biozönologie
Institut für Landschaftsökologie
Westfälische Wilhelms-Universität Münster
Robert-Koch-Straße 26
D-48149 Münster
E-Mail: poni@uni-muenster.de

Dr. Thomas Fartmann
AG Biozönologie
Institut für Landschaftsökologie
Westfälische Wilhelms-Universität Münster
Robert-Koch-Straße 26
D-48149 Münster
E-Mail: fartmann@uni-muenster.de

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

Literatur

ALEXANDER, J. (2003): Die heißesten und kältesten Gebiete. – In: Leibniz-Institut für Landeskunde (Hrsg.): Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland. Klima, Pflanzen- und Tierwelt. – Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin: 36–37.

BACHER, J. (1994): Clusteranalyse – Anwendungsorientierte Einführung. – Oldenbourg Verlag, München, Wien; 424 S.

BEHRENS, M. & FARTMANN, T. (2004): Die Heuschreckengemeinschaften isolierter Schieferkuppen der Medebacher Bucht (Südwestfalen/Nordhessen). – Tuexenia 24: 303–327.

BREDER, C. & SCHUBERT, W. (1998): Auf den Spuren von Blutwurz und Rauschebeere. Lebensraum Heide. – In: Verein für Natur- und Vogelschutz im Hochsauerlandkreis e. V. (Hrsg.): Tier- und Pflanzenwelt im Hochsauerland. Handbuch der Natur. – Arnsberg: 51–57.

BREDER, C. & SCHUBERT, W. (2000): Hochheide-Management am Beispiel des Naturschutzgebietes "Neuer Hagen" (Hochsauerlandkreis). – NUA-Hefte 6: 70–80.

BREINL, K., COBURGER, K. & LEO, F. (1997): Zum Kenntnisstand der Verbreitung von Libellen (Odonata) und Heuschrecken (Saltatoria) im Landkreis Greiz und der Stadt Gera. – Veröff. Museum Gera 24: 5–93.

BRINKMANN, R. (1991): Erhebung und Auswertung faunistisch-tierökologischer Grundlagen für die Landschaftsplanung – dargestellt am Beispiel der Heuschreckenfauna des Kreises Paderborn. – Unveröff. Diplomarbeit, Hannover; 171 S.

BROCKSIEPER, R. (1978): Einfluß des Mikroklimas auf die Verbreitung der Laubheuschrecken, Grillen und Feldheuschrecken im Siebengebirge und auf dem Rodderberg bei Bonn (Orthoptera: Saltatoria). – Decheniana, Beiheft 21: 1–141.

BRUCKHAUS, A. (1992): Ergebnisse zur Embryonalentwicklung bei Feldheuschrecken und ihre Bedeutung für den Biotop- und Artenschutz. – Articulata, Beiheft 2: 1–115.

BRUCKHAUS, A. (1994): Das Springschreckenvorkommen von bewirtschafteten und unbewirtschafteten Kalkmagerrasen der Nordeifel. – Articulata 9 (2): 1–14.

BUDDE, H. & BROCKHAUS, W. (1954): Die Vegetation des Südwestfälischen Berglandes. – Decheniana 102 B: 47–275.

BÜHL, A. & ZÖFEL, P. (2002): SPSS 11. Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows. 8. Aufl. – Pearson Studium, München; 757 S.

BÜRGENER, M. (1963): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 111 Arolsen. Geographische Landesaufnahmen 1: 200.000. Naturräumliche Gliederung Deutschlands. – Selbstverlag, Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung, Bonn-Bad Godesberg; 94 S.

BUSSMANN, M. (2004): Die Heuschreckenfauna (Insecta: Ensifera et Caelifera) des Naturschutzgebietes Heiliges Meer und seiner unmittelbaren Umgebung. – Natur und Heimat 64 (4): 97–112.

DEMPSTER, J.P. (1963): The population dynamics of grasshoppers and locusts. – Biol. Rev. 38: 490–529.

DETZEL, P. (1998): Die Heuschrecken Baden-Württembergs. – Eugen Ulmer, Stuttgart; 580 S.

DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. – Eugen Ulmer, Stuttgart; 683 S.

DÜSSEL-SIEBERT, H. & FUHRMANN, M. (1993): Heuschrecken und Grillen. – Beiträge zur Tier- und Pflanzenwelt des Kreises Siegen-Wittgenstein 1: 1–71.

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

DYTHAM, C. (1999): Choosing and using statistics: a biologist's guide. – Blackwell Science, New York; 218 S.

ENDLICHER, W. & VENT-SCHMIDT, V. (2003): Wo die Sonne am längsten scheint. – In: Leibniz-Institut für Landeskunde (Hrsg.): Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland. Klima, Pflanzen- und Tierwelt. – Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin: 38–39.

FARTMANN, T. (1997): Biozönologische Untersuchungen zur Heuschreckenfauna auf Magerrasen im Naturpark Märkische Schweiz (Ostbrandenburg). – In: MATTES, H. (Hrsg.): Ökologische Untersuchungen zur Heuschreckenfauna in Brandenburg und Westfalen. – Arbeiten aus dem Institut für Landschaftsökologie 3: 1–62.

FARTMANN, T. (2004): Die Schmetterlingsgemeinschaften der Halbtrockenrasen-Komplexe des Diemeltales. Biozönologie von Tagfaltern und Widderchen in einer alten Hudelandschaft. – Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde 66 (1): 1–256.

FARTMANN, T. & MATTES, H. (1997): Heuschreckenfauna und Grünland – Bewirtschaftungsmaßnahmen und Biotopmanagement. – In: MATTES, H. (Hrsg.): Ökologische Untersuchungen zur Heuschreckenfauna in Brandenburg und Westfalen. – Arbeiten aus dem Institut für Landschaftsökologie 3: 179–188.

FROEHLICH, C. (1990): Verbreitung und Gefährdungssituation der Heuschrecken (Insecta: Saltatoria) im Regierungsbezirk Koblenz. – Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz 6 (1): 5–200.

GERINGHOFF, H. (2001): Beitrag zur Syntaxonomie boreal-montaner *Vaccinium*-Heiden unter besonderer Berücksichtigung des *Vaccinio-Callunetum* BÜKER 1942. – Dissertation, Universität Münster; 115 S.

GLA NRW/Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen (1981): Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1 : 100.000. Blatt C 4714 Arnsberg. Karte. – Krefeld.

GLA NRW/Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen (1990): Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen 1 : 50.000. Blatt L 4716 Brilon. Karte. – Krefeld.

GÜNTHER, K.K. (1971): Die Geradflüglerfauna Mecklenburgs (Orthopteroidae und Blattoidea). – Faunistische Abhandlungen staatliches Museum für Tierkunde Dresden 3:159–179.

HABER, W. (1966): Über die ursprüngliche Vegetation auf den höchsten Erhebungen des Sauerlandes. – Naturkde in Westf. 2 (1): 11–17.

HARZ, K. (1957): Die Geradflügler Mitteleuropas. – Gustav Fischer, Jena; 494 S.

INGRISCH, S. (1979): Experimentell-ökologische Freilanduntersuchungen zur Monotopbindung der Laubheuschrecken (Orthoptera: Tettigoniidae) im Vogelsberg. – Beitr. Naturkde. Osthessen 15: 33–95.

INGRISCH, S. (1981): Zur Verbreitung der Orthopteren in Hessen. – Mitt. Int. Ent. Ver. 6: 29–58.

INGRISCH, S. (1982): Orthopterengesellschaften in Hessen. – Hess. Faun. Briefe 2: 38–46.

INGRISCH, S. (1984): Zur Verbreitung und Vergesellschaftung der Orthopteren in der Nordeifel. – Decheniana 137: 79–104.

INGRISCH, S. & KÖHLER, G. (1998): Die Heuschrecken Mitteleuropas. – Westarp Wissenschaften, Magdeburg; 460 S.

JONGMAN, R.H., TER BRAAK, C.F.R. & TONGEREN, O.F.R. VAN (1995): Data analysis in community and landscape ecology. Vol. 2. – Cambridge University Press, Cambridge; 300 S.

KLEIN, D. & MENZ, G. (2003): Wohin der Regen fällt. – In: Leibniz-Institut für Landeskunde (Hrsg.): Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland. Klima, Pflanzen- und Tierwelt. – Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin: 42–43.

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

KOPPE, F. (1952): Die Pflanzenwelt des Neuen Hagens bei Niedersfeld. – Beih. Natur und Heimat 12: 114–120.

Maas, S., Detzel, P. & Staudt, A. (2002): Gefährdungsanalyse der Heuschrecken Deutschlands. Verbreitungsatlas, Gefährdungseinstufung und Schutzkonzepte. – Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg; 401 S.

MÜHLENBERG, M. (1993): Freilandökologie. 3. Aufl. – Quelle & Meyer, Heidelberg, Wiesbaden; 511 S.

MURL NRW/Minister für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (1989): Klima-Atlas von Nordrhein-Westfalen. – Landesamt für Agrarordnung, Düsseldorf; 65 S.

NADIG, A. (1986): Ökologische Untersuchungen im Unterengadin. Heuschrecken (Orthoptera). – Ergebnisse wiss. Untersuch. im Schweizer Nationalpark, Chur 12: 103–167.

OSCHMANN, M. (1969): Faunistisch-ökologische Untersuchungen an Orthopteren im Raum von Gotha. – Hercynia, N.F. 6: 115–168.

PASSLICK, M. (1994): Zur Heuschreckenfauna im Stadtgebiet von Münster/Westf. – In: HENNINGSEN, P.F., HEINEBERG, H. & MAYR, A. (Hrsg.): Untersuchungen zur Landschaftsökologie und Kulturgeographie der Stadt Münster. – Münstersche Geogr. Arb. 36: 61–75.

PONIATOWSKI, D. (2006): Die Heuschreckengemeinschaften der Halbtrockenrasen-Komplexe des Diemeltals (Ostwestfalen/Nordhessen). Mit einem Beitrag zur Ökologie der Kurzflügeligen Beißschrecke (*Metrioptera brachyptera*). – Unveröff. Diplomarbeit, Münster; 94 S.

PONIATOWSKI, D. & FARTMANN, T. (2005): Die Ökologie von Roesels Beißschrecke (*Metrioptera roeselii*) im Feuchtgrünland der Medebacher Bucht (Südwestfalen). – Articulata 20 (2): 85–111.

POTT, R. & CASPERS, G. (1989): Waldentwicklung im südwestfälischen Bergland. – Spieker 33, Münster: 45–56.

RÖBER, H. (1943): Beiträge und Beobachtungen zur Orthopterenfauna Westfalens und des Lipperlandes. – Zool. Jahrb. 76: 381–396.

RÖBER, H. (1951): Demapteren und Orthopteren Westfalens in ökologischer Betrachtung. – Abhandlungen aus dem Landesmuseum für Naturkunde zu Münster in Westfalen 14: 1–60.

SACHS, L. (2002): Angewandte Statistik. Anwendung statistischer Methoden. 10. Aufl. – Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York; 890 S.

SÄNGER, K. (1977): Über die Beziehungen zwischen Heuschrecken (Orthoptera: Saltatoria) und der Raumstruktur ihrer Habitate. – Zool. Jb. Syst. 104: 433–488.

SCHIEMENZ, H. (1966): Die Orthopterenfauna von Sachsen. – Faun. Abh. Staatl. Mus. Tierkde. Dresden 7 (29): 337–372.

SCHUBERT, W. (1988): Biotopmanagementplan für das Naturschutzgebiet "Neuer Hagen" (Hochsauerlandkreis). – Unveröff. Gutachten im Auftrag des Hochsauerlandkreises.

SCHULTE, A.M. (1997): Ökologische Untersuchungen an Heuschrecken auf Magertriften bei Marsberg (Hochsauerlandkreis). – In: MATTES, H. (Hrsg.): Ökologische Untersuchungen zur Heuschreckenfauna in Brandenburg und Westfalen. – Arbeiten aus dem Institut für Landschaftsökologie 3: 97–113.

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

SCHULTE, A.M. (2003): Taxonomie, Verbreitung und Ökologie von *Tetrix bipunctata* (Linnaeus 1758) und *Tetrix tenuicornis* (Sahlberg 1893) (Saltatoria: Tetrigidae). – Articulata, Beiheft 10: 1–226.

SUNDERMEIER, A. (1998): Methoden zur Analyse der Vegetationsstruktur. – In: TRAXLER, A. (Hrsg.): Handbuch des vegetationsökologischen Monitorings. Teil A: Methoden. – Umweltbundesamt Wien: 123–158.

TONNE, F. (1954): Besser bauen mit Besonnungs- und Tageslicht-Planung. – Hofmann, Schorndorf; 41 S.

UVAROV, B.P. (1977): Grasshoppers and Locusts. A Handbook of General Acridology. Vol. 2. – Centre for Overseas Pest Research, London; 613 S.

VIGANO, W. (1997): Grünlandgesellschaften im Rothaargebirge im Beziehungsgefüge geoökologischer Prozeßgrößen. – Diss. Bot. 275: 1–212.

WALLASCHEK, M. (2004): *Metrioptera brachyptera* (Linnaeus, 1761). Kurzflügelige Beißschrecke. – In: WALLASCHEK, M., LANGNER T.J. & RICHTER, K. (Hrsg.): Die Geradflügler des Landes Sachsen-Anhalt. Heuschrecken, Ohrwürmer, Fangschrecken und Schaben. – Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Sonderheft 5: 102.

Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V.; download http://www.dgfo-articulata.de/

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Articulata - Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie e.V. DGfO

Jahr/Year: 2007

Band/Volume: 22_2007

Autor(en)/Author(s): Poniatowski Dominik, Fartmann Thomas

Artikel/Article: Kleinräumig heterogen strukturierte Hochheiden in mikroklimatisch günstiger Lage - Lebensräume der Kurzflügeligen Beißschrecke (Metrioptera brachyptera) im Quellgebiet der Diemel (Südwestfalen/Nordhessen) 153-171