Zeitschrift: Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society

Herausgeber: Schweizerische Entomologische Gesellschaft

Band: 79 (2006)

Heft: 3-4

Artikel: Radiotelemetrie und Verfrachtung von Warzenbeissern, Decticus verrucivorus (L.) (Orthoptera : Tettigoniidae)

Autor: Steck, Claude E. / Coch, Thomas

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-402921

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

MITTEILUNGEN DER SCHWEIZERISCHEN ENTOMOLOGISCHEN GESELLSCHAFT
BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ENTOMOLOGIQUE SUISSE
79: 225–234, 2006

Radiotelemetrie und Verfrachtung von Warzenbeissern, *Decticus verrucivorus* (L.) (Orthoptera: Tettigoniidae)

CLAUDE E. STECK[1,2] & THOMAS COCH[2]

[1] Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Naturschutz und historische Ökologie, Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf. E-Mail: claude.steck@wsl.ch
[2] Professur für Natur- und Landschaftsschutz, ETH Zürich, CH-8092 Zürich

Radio tracking and migration of Decticus veerrucivorus (Orthoptera; Tettigoniidae). – The migration-ability is a central factor for estimating the survival-probability of species. So far, the mobility of species was investigated mainly by mark-release-recatch experiments, which have important constraints concerning the estimation of the species' migration-ability. In contrast to catch-release-recatch experiments, with radio tracking individuals can be observed continually and they can be localized in great distances. Radio tracking of animals is state of the art in studying mammals; the aim of this study was to evaluate the suitability of this methodology for European grasshoppers. Therefore we investigated the mobility of one of the largest European grasshoppers, *Decticus verrucivorus*. We compared the mobility of individuals with radio-tags and of individuals that were marked only by labelling.
We conclude that radio tracking did not influence the mobility of *Decticus verrucivorus* negatively, because radio tracked individuals exhibited slightly higher mobility than individuals without a tag. One individual exposed dispersal-behaviour; it moved straight line over long distances and crossed linear structures and forest. Therefore we presume that forests and linear structures, like paths or roads, do not influence the movement-direction of dispersing individuals of *Decticus verrucivorus*.
In general, we conclude that radio tracking is a considerable method for investigating European grasshoppers. This method is especially suitable for observing dispersing individuals and the permeability of landscape elements. However, only relatively big grasshopper species can be studied by radio tracking due to the weight and the size of the currently available tags.

Keywords: *Decticus verrucivorus*, Orthoptera, radio tracking, dispersal

EINLEITUNG

Fragen zur Dynamik und Überlebensfähigkeit von (Meta-) Populationen stehen heute mit im Zentrum der angewandten tier- und landschaftsökologischen Forschung. In diesem Kontext ist die Ausbreitungsfähigkeit der untersuchten Arten ein zentraler Faktor. Diese ist vom Grad der Konnektivität der Landschaft bzw. von der Interaktion zwischen den Landschafts-Strukturen und der Raumnutzung der Organismen abhängig (z.B. Lord & Norton 1990; Wiens *et al.* 1997).

Zur Ermittlung der Raumnutzung bzw. der Mobilität von Insekten werden in der Regel «mark-release-recapture»-Versuche durchgeführt, bei denen verschiedene Markierungstechniken zum Einsatz kommen. So wurden die untersuchten Individuen in einzelnen Studien z.B. mit Transpondern, Reflexfolien, fluoreszierendem Puder, radioaktiv oder farbig markiert (z.B. Baars 1979; Narisu *et al.* 1999; Csencsics 2002; Blanke & Schröpfer 2003).

Zumindest bei Heuschrecken hat die «mark-release-recapture»-Methodik aber den Nachteil, dass die Wahrscheinlichkeit sehr gering ist, hoch mobile Individuen

wieder zu finden. Und gerade dieses Verhalten ist zentral, wenn man relevante Aussagen zu den Aktionsdistanzen und eventuellen Barrieren erhalten möchte, um damit Mindestanforderungen für die Vernetzung von Lebensräumen zu formulieren. Populationsgenetische Studien oder möglicherweise auch der Einsatz von «harmonic radar» (z.B. Osborne *et al.* 1999) könnten diese Lücke schliessen, jedoch sind sie mit neben spezifischen methodischen Problemen auch mit grossem infrastrukturellem Aufwand verbunden.

Die Radiotelemetrie von Tieren ist mit relativ geringem Aufwand zu betreiben und hat mehrere methodische Vorteile: Das mit einem Radio-Sender markierte Individuum kann über relativ grosse Distanzen lokalisiert werden, es können praktisch kontinuierlich Daten erhoben werden, und das besenderte Individuum wird bei der Lokalisation nicht zwingend gestört (Riecken 2000). In verschiedenen Untersuchungen wurden bereits erfolgreich Arthropoden radiotelemetriert (Hayashi & Nakane 1989; Lorch & Gwynne 2000; Riecken 2000; Hedin & Ranius 2002). Hedin & Ranius (2002) stellten fest, dass ein Sendergewicht von 20–25 % des Körpergewichtes des telemetrierten Individuums auf dessen Flugfähigkeit kaum einen Einfluss hat. Riecken (2000) hält bei flugunfähigen Laufkäfern sogar noch wesentlich grössere Belastungen für zumutbar. Nimmt man 25 % des Körpergewichtes als Belastungs-Limit, so ergibt sich aus dem Gewicht der zum Untersuchungszeitpunkt leichtesten Sender auf dem Markt (0,35 g) ein Mindestgewicht von 1,4 g für die untersuchte Art.

Ob sich die Telemetrie prinzipiell auch für die Untersuchung von mitteleuropäischen Heuschrecken eignet und sich damit ein Informationsgewinn gegenüber «konventionellen» Markierungsmethoden erreichen lässt, sollte in der vorliegenden Studie geklärt werden. Wir erhofften uns, durch die Telemetrie Daten mit einer höheren räumlichen und zeitlichen Auflösung zu erhalten als dies mit Fang-Wiederfang-Versuchen möglich ist. Weiterhin sollte in der vorliegenden Studie geklärt werden, wie sich das Verfrachten von Individuen in einen «fremden» Lebensraumtyp (z.B. Wald) auf die Aktivität auswirkt. Für diese Untersuchung wählten wir den Warzenbeisser, *Decticus verrucivorus* (Linnaeus, 1758), da diese Art vergleichsweise gross ist und ein relativ planes Pronotum aufweist, so dass der Sender leicht zu befestigen ist.

MATERIAL UND METHODEN

Untersuchungsgebiet, Markierung der Warzenbeisser

Die Untersuchung wurde im NSG «Gletscherkessel Präg» im Südschwarzwald durchgeführt, wo der Warzenbeisser in relativ hoher Dichte vorkommt. Die Versuche erstreckten sich über den Zeitraum vom 11.8. bis zum 18.8.2003. Innerhalb dieses Zeitraumes lag die Lufttemperatur nachmittags bei zeitweiser Bewölkung jeweils zwischen 23 und 34 °C.

Für die Telemetrie der Warzenbeisser verwendeten wir LB-2N-Sender der Firma Holohil (Canada) mit einem angegebenen Gewicht von 0,35 g. Eigene Messungen ergaben bei den verwendeten Sendern Gewichte zwischen 0,35 und 0,40 g. Die Abmessungen der Sender betragen ca. 11 x 6 x 4 mm, die Antenne ist etwa 14 cm lang. Die Reichweite dieser Sender beträgt je nach Topographie bis zu mehrere Kilometer. Die Sender wurden mit einem medizinischen Hautkleber (Manfred Sauer

GmbH) auf das Pronotum der Warzenbeisser geklebt. Sofern der Sender nicht von selbst abfiel (was z.T. innert weniger Stunden geschah), konnte er wegen der gummiartigen Konsistenz des Klebers leicht wieder abgelöst werden. Zurück blieben dann lediglich kleine Reste des Klebers. Ein doppelseitiges Klebeband könnte einen besseren Kompromiss zwischen Haltbarkeit und einfachem Wiederablösen des Senders darstellen (vgl. Riley & Smith 2002). Zusätzlich wurden die besenderten Individuen mit Reflexfolie (Scotchlite 7610 high gain, 3M) an den Hinterschienen markiert und mittels Lackstift (Edding 751) auf den Flügeln individuell gekennzeichnet. Als Empfänger setzten wir einen TRX 1000S (Wildlife Materials Inc., USA) in Verbindung mit einer zwei-elementigen YAGI-Antenne ein. In seltenen Fällen wurde im Nahbereich die Antenne entfernt und nur das Antennenkabel zum Peilen verwendet.

Es wurden insgesamt 7 Warzenbeisser-Individuen mit Sendern versehen. Es liegen jedoch nur Daten von 6 Individuen vor, da ein Sender bereits wenige Stunden nach dem Besendern ausfiel. Von 4 besenderten Individuen liegen Daten von mindestens 24 Stunden vor. Die Daten wurden tagsüber in der Regel im Stundentakt erhoben. Alle telemetrierten Individuen waren schwerer als 1.4 g womit diese Tiere das angenommene Mindestgewicht überschritten. Die Gewichte aller gefangenen Warzenbeisser-Individuen betrugen zwischen 1.4 g und 2.9 g. Der Mittelwert lag für Männchen bei 1.7 g (n = 10) und für Weibchen bei 2.4 g (n = 10).

Um Vergleichswerte für den Aktionsradius der telemetrierten Individuen und die Datenqualität der Telemetrie zu erhalten, wurden 17 weitere Warzenbeisser-Individuen mit Reflexfolie und Lackstift individuell markiert. Diese Individuen wurden abends nach Einbruch der Dunkelheit mit einem Handscheinwerfer gesucht. Sofern die Reflexfolien an den Hinterschienen direkt angestrahlt wurden, konnten die damit markierten Individuen (also auch die besenderten) über eine Distanz von über 50 Metern entdeckt werden. Zusätzlich wurden während Gebietsbegehungen bei Tag die Aufenthaltspunkte von stridulierenden Männchen und zufällig gefundenen Weibchen aufgenommen. Von 9 unbesenderten Individuen liegen Daten zu Wiederfunden vor.

Die Aufenthaltspunkte der Warzenbeisser wurden mittels GPS (Geoexplorer 3, Trimble USA) eingemessen. Die endgültige Position berechnete sich dabei aus dem Mittelwert von jeweils mindestens 10 aufeinander folgenden Einzel-Positionsbestimmungen.

Mobilität von unbesenderten, besenderten und verfrachteten Warzenbeissern

Zwischen den Individuen mit Sendern und jenen ohne Sender wurde die Tages-Strecke verglichen. Hierfür wurde jeweils die Distanz zwischen zwei Fundorten, welche in einem Abstand von mindestens einem Tag ermittelt wurden, gemessen und durch die Anzahl Tage zwischen den beiden Funden geteilt. So lässt sich ein Einfluss der Anzahl Wiederfänge auf das Ergebnis ausschliessen. Wenn von einem Individuum mehrere Tages-Distanz-Werte vorhanden waren, wurden diese als separate Datenpunkte in die Auswertung mit einbezogen. Dieses Vorgehen wählten wir zugunsten einer grösseren Stichprobe, verzichteten jedoch wegen der entstehenden Datenabhängigkeiten auf eine statistische Auswertung.

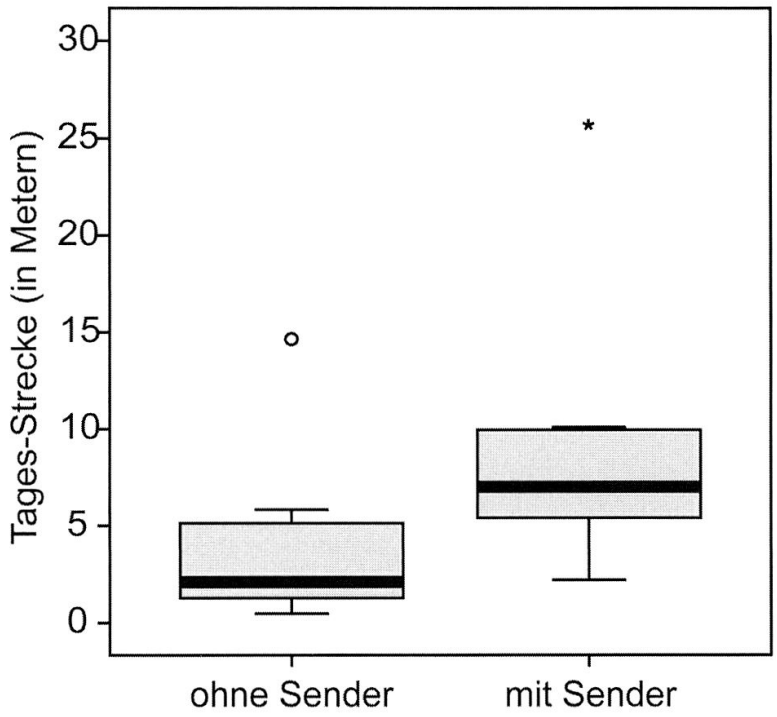


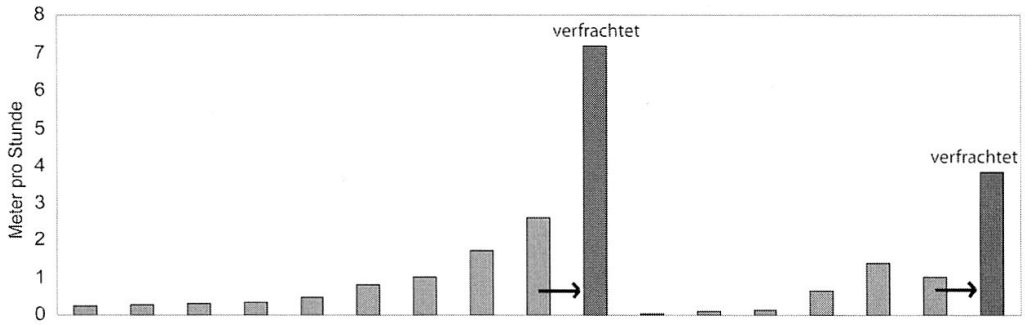
Abb. 1: Vergleich der Tages-Strecken von nicht-besenderten und telemetrierten Individuen. Ein telemetriertes Männchen mit Ausbreitungsverhalten sowie verfrachtete Individuen sind in dieser Darstellung nicht berücksichtigt.

Zudem wurde die Gesamt-Wanderstrecke (Summe der Einzelstrecken zwischen den Beobachtungen/Wiederfängen) sowie die durchschnittliche Geschwindigkeit in Metern pro Stunde (Gesamt-Wanderstrecke geteilt durch den Zeitraum zwischen erster und letzter Beobachtung) ermittelt. Für diese Auswertung wurden alle Individuen berücksichtigt, welche mindestens ein Mal wieder gefunden wurden.

Um zu prüfen, wie sich das Verfrachten in einen untypischen Lebensraumtyp auf die Aktivität von besenderten Warzenbeissern auswirkt, wurden zwei der telemetrierten Warzenbeisser (ein Weibchen und ein Männchen) in einen nahe gelegenen Wald verfrachtet. Beide Individuen wurden vorher bereits seit zwei Tagen im angestammten Lebensraum telemetriert. In diesem Waldstück liessen wir die beiden Individuen zeitversetzt auf einem ca. 50 cm hohen Pflock auf einer kleinen sonnenbeschienenen Schlagfläche frei. Die Ausrichtung erfolgte zufällig. Das Männchen wurde über $2^1/_2$ Tage, das Weibchen über einen Tag hinweg beobachtet. Auch hier wurden die Aufenthaltsorte tagsüber und möglichst im Stundentakt festgehalten. Schliesslich wurden die beiden Individuen am ursprünglichen Fangort wieder freigelassen.

Raumnutzungsmuster der besenderten Individuen

Die Auswertungen zur Raumnutzung wurden mit dem Programm Animal Movement (Hooge *et al.* 1999) in einem GIS (ArcView 3.3) durchgeführt. Hierfür wurde ein «site-fidelity-test» durchgeführt, welcher auf einer Monte-Carlo-Simulation basiert. Die Simulation vergleicht das beobachtete Muster mit (in diesem Fall



Geschlecht	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Wb	Wb	Wb	Wb	Wb	Wb	Wb
Sender	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	mit	mit	mit	mit	ohne	ohne	ohne	mit	mit	mit	mit
Ges.-Wanderdist.	28,5	13,7	37,4	47,2	56,8	26,5	3,6	126,1	177,3	538,1	2,2	4	9,6	31,5	6,3	72,3	113,4
Zeitraum (in h)	121	48	120	145	119	32	3,5	73	68	75	76	40	80	49	4,5	72	30
Wiederfänge	2	1	1	3	3	2	1	18	15	18	1	1	2	10	1	14	4

Abb. 2: Durchschnittliche Geschwindigkeit von unbesenderten sowie telemetrierten Warzenbeisser-Individuen (in Metern pro Stunde), Gesamt-Wanderdistanz, Beobachtungszeitraum und Anzahl der Wiederfänge. Zwei Individuen wurden zusätzlich verfrachtet (Pfeile).

1000) simulierten «random walks». Dabei wird geprüft, ob sich das Individuum ortstreuer verhielt, als man es bei einem zufälligen Verhalten erwarten würde ($p \leq 5$), ob die Raumnutzung einem zufälligen Muster entspricht ($5 > p < 95$), oder ob es sich um Ausbreitungsverhalten handelt ($p \geq 95$) (vgl. Hooge *et al.* 1999).

RESULTATE

Mobilität von unbesenderten, besenderten und verfrachteten Warzenbeissern

Die Tages-Strecken lagen bei den nicht besenderten Warzenbeissern zwischen 0.5 und 17,9 Metern (Mittelwert = 6.5 m; n = 18). Bei den besenderten Warzenbeissern bewegte sich ein Männchen (Nr. 14) an einem Tag 76,3 Meter weit. Ohne dieses hoch mobile Männchen (vgl. unten) liegen die Tages-Strecken der besenderten Individuen zwischen 2,2 und 25.7 Metern mit einem Mittelwert von 9.4 Metern (n = 8; vgl. Abb. 1).

Die Tagesdistanzen der beiden verfrachteten Individuen waren im für Warzenbeisser untypischen Lebensraum Wald grösser als im eigentlichen Lebensraum, wo sie zuvor bereits telemetriert wurden. Beim Männchen steigerte sich dieser Wert von 76,3 (erster Tag) bzw. 5,6 Metern (zweiter Tag) auf 163,1 bzw. 202,8 Meter nach der Verfrachtung. Das Weibchen wies vor der Verfrachtung eine Tages-Distanz von 7,0 Meter auf und legte im Wald an einem Tag eine Strecke von 26,9 Metern zurück.

Die beobachteten Gesamt-Wanderstrecken aller beobachteten Warzenbeisser-Individuen bewegten sich zwischen 2,2 Metern und 538,1 Metern. Diese Strecken ins Verhältnis zum Beobachtungs-Zeitraum gesetzt ergibt eine durchschnittliche Geschwindigkeit in Metern pro Stunde. Diese lag zwischen 0,03 und 7,2 Metern pro Stunde (vgl. Abb. 2). Innerhalb der beiden Geschlechter wiesen die beiden verfrachteten Individuen jeweils die grössten Geschwindigkeiten auf.

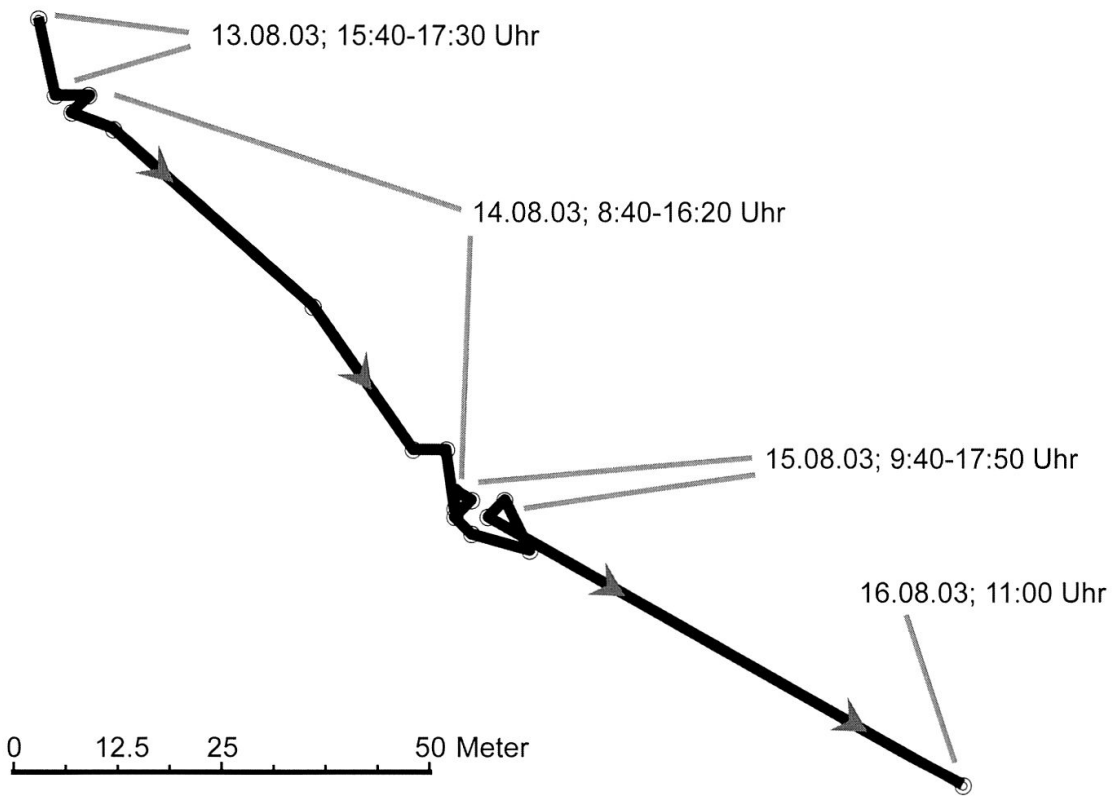


Abb. 3: Aufenthaltspunkte des verfrachteten telemetrierten Männchens Nr. 14 während 75 Stunden. Es legte in dieser Zeit eine Strecke von 538 Metern zurück.

Raumnutzungsmuster der besenderten Individuen

Von den 5 im eigentlichen Lebensraum telemetrierten Warzenbeisser-Individuen verhielt sich ein Weibchen ortstreu, 3 Tiere nutzten den Raum zufällig und ein Männchen zeigte Ausbreitungsverhalten (Tab. 1). Das Männchen mit Ausbreitungsverhalten legte innerhalb von 68 Stunden eine Strecke von ca. 177 Metern zurück.

Nach dem Verfrachten in den Wald bewegte sich das Weibchen nach wie vor zufällig. Auch das Männchen verhielt sich nach dem Freilassen im Wald ähnlich wie zuvor im eigentlichen Lebensraum: es bewegte sich geradlinig und ausdauernd durch den Wald (Abb. 3). Dieses Individuum verhielt sich am ersten Tag dispersal, am zweiten Tag und am Vormittag des dritten Tages hingegen zufällig. Die Raumnutzung über die knapp 3 Tage im Wald zusammengefasst ist ebenfalls zufällig (vgl. Tab. 1).

Sonstige Beobachtungen

Das verfrachtete Männchen hat sich bei seiner Aktivität im Wald nicht an Strukturen orientiert. Es querte am ersten Tag eine Forststrasse mit Krautsaum, eine Blockhalde und einen kleinen Wanderweg. Am zweiten Tag erreichte es bereits am Vormittag eine besonnte Lichtung, wo es mehrmals an verschiedenen Orten vertikale Vegetationsstrukturen erkletterte und jeweils für wenige Minuten stridulierte. Danach lief es auf direktem Weg wieder in den geschlossenen Waldbestand hinein und querte hierbei wiederum den Wanderpfad und die Forststrasse.

Tier-Nr.	Geschlecht	p	Raumnutzung	Anmerkungen
4	wb	1.4	ortstreu	
5	mn	80.6	zufällig	
13	wb	80.8	zufällig	
14	mn	100	dispersal	
14 verfrachtet	mn	31.2	zufällig	1. Tag: p = 98; dispersal
19	wb	73.7	zufällig	
19 verfachtet	wb	73.7	zufällig	

Tab. 1: Ein telemetriertes Weibchen verhielt sich ortstreu. Mit Ausnahme eines Männchens war die Raumnutzung der restlichen Individuen zufällig (weitere Erläuterungen siehe Text).

DISKUSSION

Mobilität von unbesenderten, besenderten und verfrachteten Warzenbeissern

Die Tages-Distanzen der untersuchten Warzenbeisser Individuen umfassen eine grosse Spannbreite – auch innerhalb der beiden Gruppen der besenderten und der nicht besenderten Tiere. Dies liegt sicherlich daran, dass sich die Tiere an einzelnen Tagen in Abhängigkeit von der Witterung weniger bewegten. So konnten wir bei besenderten Individuen feststellen, dass an besonders warmen Tagen (> 30 °C) die Aktivität deutlich eingeschränkt war und die Tiere zum Teil sogar über mehrere Stunden hinweg aktiv kühle Orte (Erdlöcher etc.) aufsuchten. Bislang konnte bei Heuschrecken nur beim Fliegen Endothermie nachgewiesen werden (Chappell & Whitman 1990). Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, dass die Belastung mit einem Sender erhöhte Stoffwechselleistungen der Warzenbeisser erfordert und so thermoregulatorisches Verhalten provoziert wurde. Im Vergleich mit anderen Arten waren die untersuchten Warzenbeisser-Individuen relativ mobil. Für *Stenobothrus lineatus* (Panzer, 1796) und *Phaneroptera falcata* (Poda, 1761) konnten Samietz & Köhler (1994) zum Beispiel Strecken zwischen 0.1 und 7.3m pro Tag feststellen. Gerade für *Phaneroptera falcata* könnten auf Grund der ausgeprägten Flugfähigkeit grössere Distanzen erwartet werden. Offensichtlich ist die Tages-Distanz kein guter Vergleichswert für die Beurteilung der Mobilität einer Heuschrecken-Art.

Möglicherweise hat die Besenderung der Warzenbeisser eine gesteigerte Aktivität der telemetrierten Individuen ausgelöst. Der Mittelwert der Distanzen pro 1 Tag von telemetrierten Tieren (ohne Tier Nr. 14) liegt um knapp 24 % resp. knapp 45 % höher als jener der unbesenderten Tiere. Trotz der Belastung mit einem Sender zeigten die besenderten Individuen jedoch einige typische Verhaltensweisen wie Erklettern von vertikalen Strukturen, Stridulation, Eiablageverhalten, und Flugsprünge (vgl. Detzel 1998). Sogar das Erklimmen von überhängenden Steinflächen oder das Erklettern eines Stammes bis in eine Höhe von ca. 3 Metern konnte beobachtet werden. Das Besendern schränkte die Aktivität also nicht in einem Masse ein, dass Verhaltensweisen unterdrückt wurden. Weil das Besendern weder den Aktionsradius einschränkte, noch zu einem stressbedingten «direct movement» führte, wie es z.B. bei Laufkäfern beobachtet wurde (Hockmann *et al.* 1989, zitiert

in Riecken 2000), gehen wir davon aus, dass sich die Radiotelemetrie in dieser Form für Raumnutzungsstudien an Warzenbeissern eignet. Auch die Gesamt-Wanderstrecken und die Durchschnitts-Geschwindigkeiten von nicht-besenderten und telemetrierten Individuen unterscheiden sich. Dies ist sicherlich zum grössten Teil auf die deutlich höhere Beobachtungs-Frequenz bei den besenderten Tieren zurückzuführen (vgl. Schuhmacher & Fartmann 2003). Gerade die hohe Wiederfangrate — auch nach längeren Zeiträumen — ist aber der grosse Vorteil von Telemetrie-Studien (vgl. Riecken 2000).

Die Kombination von Telemetrie und Verfrachtung von «durchschnittlichen» Individuen scheint uns auch der zielführendste Ansatz für die Beurteilung des Ausbreitungsvermögens (vgl. Baur *et al.* 2005) und des Reaktionsvermögens auf sich plötzlich ändernde Habitatbedingungen (z.B. grossflächige Mahd) zu sein (vgl. auch Wilson & Thomas 2001). Die höchsten Werte für die Durchschnitts-Geschwindigkeit erhielten wir durch das Verfrachten von zwei Tieren in einen für sie untypischen Lebensraum. Dadurch steigerte sich ihre durchschnittliche Geschwindigkeit um mehr als 100 %. Durch das Verfrachten lässt sich offensichtlich erhöhte Aktivität provozieren und auch die Barrierewirkung von Landschaftselementen kann gezielt getestet werden.

Für einzelne der telemetrierten Warzenbeisser-Individuen konnten sehr grosse Wanderstrecken nachgewiesen werden. Bei den telemetrierten Männchen legte ein Individuum 126 m zurück, ein weiteres sogar über 170 m. Dies erscheint im Vergleich zu anderen Studien am Warzenbeisser (Schuhmacher & Fartmann 2003), *Pholidoptera griseoaptera* (DeGeer, 1772) (Csencsics 2002) oder mit *Oedipoda germanica* (Latreille, 1804) (Zöller 1995) zunächst relativ gering. Da die Daten der vorliegenden Studie aber jeweils innerhalb weniger Tage erhoben wurden, kann angenommen werden, dass auch die hier untersuchten Warzenbeisser über mehrere Wochen hinweg grosse Distanzen zurücklegen. Wenn wir beispielsweise annehmen, dass sich das besenderte und verfrachtete Männchen (Nr. 14) über 10 Tage hinweg mit kontanter Geschwindigkeit fortbewegt hätte, so hätte es in dieser Zeit über 1700 m zurücklegen können.

Raumnutzungsmuster der besenderten Individuen

Die telemetrierten Individuen verhielten sich ortstreu oder zufällig — nur ein Individuum zeigte Ausbreitungsverhalten. Dies entspricht den Ausführungen anderer Autoren, welche bei Heuschrecken sowohl Philopatrie als auch Ausbreitungsverhalten beobachten konnten (z.B. Mason *et al.* 1995; Bailey *et al.* 2003; vgl. auch Joern & Gaines 1990). Für Fragestellungen im Kontext von Habitatverbund, Metapopulation oder Populationsdynamik sind die hoch mobilen Individuen von besonderem Interesse. Sie können Habitate neu besiedeln oder für den Gen-Austausch zwischen Populationen sorgen. Neben dem Ausbreitungsvermögen an sich ist die Kenntnis der Durchlässigkeit bzw. der Barrierewirkung einzelner Landschaftselemente ein wichtiger Faktor.

Wald stellt für sich ausbreitende Warzenbeisser offensichtlich keine Barriere dar. Das verfrachtete Männchen hätte die Möglichkeit gehabt, auf der erreichten Lichtung zu bleiben oder aber die Lichtung entlang vorhandener linearer Strukturen (z.B. Forststrasse und Wanderpfad mit Krautsaum) zu verlassen. Dennoch lief es in den geschlossenen Waldbestand hinein (Fichten-Mischwald). Eine unüber-

windliche Barrierewirkung von Waldbeständen, wie sie Schuhmacher & Fartmann (2003) für einen Kiefernforst feststellten, kann deshalb für dieses telemetrierte Individuum nicht geltend gemacht werden. Insofern können wir annehmen, dass sich Warzenbeisser mit Ausbreitungsverhalten bei günstigen Temperaturen weitgehend ungeachtet der vorhandenen Strukturen durch die Landschaft bewegen und sich nicht an der physischen Überwindbarkeit von Strukturen orientieren.

AUSBLICK

Für viele Fragestellungen ist die Telemetrie ein geeigneter Weg, wenn nicht sogar der einzige, zielführende Daten zu erarbeiten. Bei Heuschrecken scheint dies zunächst ein exotischer Ansatz zu sein, handelt es sich bei dieser Artengruppe doch um relativ kleine Organismen mit an sich übersichtlichem Aktionsradius. Dennoch kann man wie diese Studie zeigt auch einzelne mitteleuropäische Heuschrecken-Arten mit dieser Methodik beobachten und dadurch Daten von einer anderen Qualität erhalten, als dies mit mark-release-recapture-Experimenten möglich ist.

Trotz bestehender Einschränkungen scheint uns die Telemetrie ein geeigneter Ansatz für Untersuchungen von Heuschrecken zu sein. Insbesondere die Verwendung von noch kleineren Sendern, wie z.B. die von der Schweizerischen Vogelwarte entwickelten 0.2 g leichten Sender, könnte für die Untersuchung der Mobilität von Heuschrecken wichtige Daten liefern.

Die Radiotelemetrie ist relativ kostenintensiv. Deshalb bietet sich dieser Untersuchungsansatz unserer Meinung nach vor allem dafür an, gezielt auffällig mobile Individuen zu untersuchen. Mit solchen Individuen kann das Ausbreitungsverhalten, und hier insbesondere die Raumnutzung und die Barrierewirkung von Landschaftselementen gezielt untersucht werden. Das grösste Potential der Telemetrie betrifft also gerade die Fragestellungen, die für die Naturschutzforschung mit im Zentrum stehen.

VERDANKUNGEN

Wir möchten dem Regierungspräsidium Freiburg für die Erteilung der nötigen Ausnahmengenehmigungen sowie der Arbeitsgemeinschaft Fledermausschutz Freiburg für das zur Verfügung stellen von Empfänger und Antenne herzlich danken.

ZUSAMMENFASSUNG

Das Ausbreitungspotential von Arten ist ein zentraler Faktor für das Überleben von (Teil-) Populationen. Bei den meisten bisherigen Untersuchungen zur Mobilität von Arthropoden wurde die Fang-Wiederfang-Methode eingesetzt, welche bezüglich der Beurteilung des Ausbreitungspotentials mit Einschränkungen verbunden ist. Im Gegensatz zu Fang-Wiederfang-Versuchen kann man die untersuchten Individuen mittels Telemetrie über grössere Distanzen kontinuierlich beobachten. Ziel der vorliegenden Studie war, die praktische Eignung der Radio-Telemetrie für die Beobachtung von Heuschrecken zu prüfen.

Hierfür wurden vergleichende Untersuchungen zur Mobilität von telemetrierten und unbesenderten Warzenbeissern (*Decticus verrucivorus*) durchgeführt. Aus unseren Beobachtungen schliessen wir, dass das Tragen eines Senders keinen negativen Einfluss auf die Raumnutzung der Warzenbeisser hat, da die besenderten Individuen eine leicht erhöhte Mobilität aufwiesen. Ein telemetriertes Individuum zeigte Ausbreitungsverhalten: es bewegte sich über relative grosse Distanzen linear und querte dabei lineare Strukturen sowie Wald. Daraus folgern wir, dass Waldbestände und lineare Strukturen, wie z.B. Wege, die Ausbreitungs-Richtung von Warzenbeissern nicht beeinflussen.

Aus der vorliegenden Studie schliessen wir im Allgemeinen, dass sich die Radio-Telemetrie prinzipiell für Heuschrecken-Untersuchungen eignet. Diese Methode eignet sich im Speziellen für das Beobachten von Individuen mit Ausbreitungsverhalten und für Untersuchungen zur Permeabilität von

Landschafts-Strukturen. Jedoch können mit den aktuell erhältlichen Sendern nur relativ grosse Heuschrecken-Arten untersucht werden.

LITERATUR

Baars, M.A. 1979. Patterns of movement of radioactive carabid beetles. — Oecologia 44: 125–140.

Blanke, M. & Schröpfer, R. 2003. Searching for a suitable method to mark individuals in small mammals – experiences concerning subcutaneous implantation of microchips. — Abstracts of the Congress of Mammalogy and Wildlife Biology at the Natural History Museum of Bern, 21. to 25. September 2003: 9–10.

Bailey, R.I., Lineham, M.E., Thomas, C.D. & Butlin, R.K. 2003. Measuring dispersal and detecting departures from a random walk model in a grasshopper hybrid zone. — Ecological Entomology 28: 129–138.

Baur, B., Coray, A., Minoretti, N. & Zschokke, S. 2005. Dispersal of the endangered flightless beetle *Dorcadion fuliginator* (Coleoptera: Cerambycidae) in spatially realistic landscapes. — Biological Conservation 124: 49–61.

Chappell, M.A. & Whitman, D.W. 1990. Grasshopper thermoregulation. *In*: Chapman, R.F. & Joern, A. (eds), Biology of grasshoppers, pp. 143–172. — Wiley-Interscience, New York.

Csencsics, D. 2002. *Pholidoptera griseoaptera* in the fragmented agricultural landscape of lowland Switzerland. — Diplomarbeit, Geobotanisches Institut, ETH Zürich: 45 pp.

Detzel, P. 1998. Die Heuschrecken Baden-Württembergs. — Ulmer, Stuttgart: 580 pp.

Hayashi, F. & Nakane, M. 1989. Radio tracking and activity monitoring of the dobsonfly larva, *Protohermes grandis* (Megaloptera: Corydalidae). — Oecologia 78: 468–472.

Hedin, J. & Ranius, T. 2002. Using radio telemetry to study dispersal of the beetle *Osmoderma eremita*, an inhabitant of tree hollows. — Computers and Electronics in Agriculture 35: 171–180.

Hooge, P.N., Eichenlaub, P. & Solomon, E. 1999. The animal movement programm. — USGS, Alaska Biological Science Center, Version 2.0 Beta 12/9/98.

Joern, A. & Gaines, S.B. 1990. Population dynamics and regulation in Grasshoppers. *In*: Chapman, R.F. & Joern, A. (ed.), Biology of grasshoppers, pp. 415–482. — Wiley-Interscience, New York.

Lorch, P.D. & Gwynne, D.T. 2000. Radio-telemetric evidence of migration in the gregarious but not the solitary morph of the mormon cricket (*Anabrus simplex*: Orthoptera: Tettigoniidae). — Naturwissenschaften 87: 370–372.

Lord, J.M. & Norton, D.A. 1990. Scale and the spatial concept of fragmentation. Conservation Biology 4(2): 197–202.

Mason, P.L., Nichols, R.A. & Hewitt, G.M. 1995. Philopatry in the alpine grasshopper, *Podisma pedestris* – a novel experimental and analytical method. — Ecological Entomology 20(2): 137–145.

Narisu, Lockwood, J.A. & Schell, S.P. 1999. A novel mark-recapture technique and its application to monitoring the direction and distance of local movements of rangeland grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) in the context of pest management. — Journal of Applied Ecology 36(4): 604–617.

Osborne, J.L., Clark, S.J., Morris, R.J., Williams, I.H., Riley, J.R., Smith, A.D., Reynolds, D.R. & Edwards, A.S. 1999. A landscape-scale study of bumble bee foraging range and constancy, using harmonic radar. — Journal of Applied Ecology 36(4): 519–533.

Riecken, U. 2000. Raumeinbindung und Habitatnutzung epigäischer Arthropoden unter den Bedingungen der Kulturlandschaft. — Schriftenreihe Landschaftspflege und Naturschutz 61: 1–196.

Riley, J.R. & Smith, A.D. 2002. Design considerations for an harmonic radar to investigate the flight of insects at low altitude. — Computers and Electronics in Agriculture 35: 151–169.

Samietz, J. & Köhler, G. 1994. Mobilitätsuntersuchungen an zwei Heuschreckenarten (Saltatoria) in Halbtrockenrasen Thüringens. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie 9: 431–434.

Schuhmacher, O. & Fartmann, T. 2003. Wie mobil ist der Warzenbeisser? — Naturschutz und Landschaftsplanung 35(1): 20–28.

Wiens, J.A., Schooley, R.L. & Weeks, R.D. 1997. Patchy landscapes and animal movements: do beetles percolate? — Oikos 78: 257–264.

Wilson, R.J. & Thomas, C.D. 2001. Dispersal and the spatial dynamics of butterfly populations. *In*: Bullock, J.M., Kenward, R.E. & Hails, R.S. (eds), Dispersal Ecology, pp. 257–278. — Blackwell Publishing, Oxford.

Zöller, S. 1995. Untersuchungen zur Ökologie von *Oedipoda germanica* (Latreille, 1804) unter besonderer Berücksichtigung der Populationsstruktur, der Habitatbindung und der Mobilität. — Articulata 10: 21–59.