

Untersuchungen zur Ökologie von *Oedipoda germanica* (LATREILLE, 1804) unter besonderer Berücksichtigung der Populationsstruktur, der Habitatbindung und der Mobilität

Stephan Zöller

Abstract

In summer 1993 a population of *Oedipoda germanica* was examined concerning questions of population structure, habitat preferences and dispersal. The study took place on a dry slope in the district Main-Tauber-Kreis (South Germany, Baden-Württemberg).

Altogether 269 grasshoppers were marked. The sex-ratio was 1:1.

Oedipoda germanica prefered areas with thinly scattered vegetation and open ground.

The mobility of the males was distinctly higher than the mobility of the females. Because of great individual differences in mobility it was possible to distinguish different types of dispersal. Grasshoppers with low and middle mobility were found mainly among the females. The maximum distance, they migrated in their life was 90 meters. Among the males the high portion of individuals with high mobility is striking. The migration distance during their lifes reached from 90 meters to 500 meters. They frequently wandered great distances in short intervals. Another type of mobility was found mainly among the females. These individuals migrated over high distances only once in their life in contrast to the grasshoppers with high mobility.

Zusammenfassung

Im Sommer 1993 wurde eine Population von *Oedipoda germanica* an einem Trockenhang im Main-Tauber-Kreis mittels Fang-Wiederfang-Methoden und individueller Markierung untersucht. Zu den zentralen Punkten der Fragestellung gehörten die Populationsstruktur, die Habitatpräferenzen und vor allem die Mobilität und Ausbreitungsfähigkeit dieser Heuschreckenart.

Insgesamt wurden 269 Tiere markiert. Die Wiederfangrate betrug bei den Männchen 87 % und bei den Weibchen 81 %.

Die Tiere besiedelten im Untersuchungsgebiet Trockenrasen und halbtrockenrasenartige Vegetationsbestände. Signifikant bevorzugt wurden Bereiche mit Vegetationsdeckungsgraden unter 20 %.

Die Männchen zeigten insgesamt eine höhere Mobilität als die Weibchen. Die Aktionsdistanzen waren bei den Männchen signifikant höher als bei den Weibchen. Die weiteste ermittelte Aktionsdistanz betrug bei den Männchen

514 m und bei den Weibchen 316 m. 51% der Weibchen hatten eine Aktionsdistanz unter 30 m, bei den Männchen hatten nur 35 % eine entsprechend geringe Aktionsdistanz.

Aufgrund der großen individuellen Mobilitätsunterschiede konnten unterschiedliche Mobilitätstypen beschrieben werden. Dies waren ortstreue Tiere (Aktionsdistanz unter 50 m) und Individuen mit mittlerer Mobilität (Aktionsdistanz unter 90 m), die hauptsächlich bei den Weibchen ermittelt wurden. Individuen mit hoher Mobilität (Aktionsdistanz über 90 m) und Wanderer (Aktionsdistanz über 200 m) wurden besonders bei den Männchen gefunden. Ein weiterer Mobilitätstyp war der Umzugstyp, der vor allem bei den Weibchen auftrat. Tiere des Umzugstyps hatten - wie die mobilen Tiere und die Wanderer - große Aktionsdistanzen, aber sie wanderten im Gegensatz zu diesen nur einmal in ihrem Leben eine weitere Distanz. Vor und nach dieser Wanderung verhielten sie sich wie ortstreue Tiere.

Einleitung und Fragestellung

In den letzten Jahren wurden mehrere autökologische Arbeiten über verschiedene Heuschreckenarten angefertigt, bei denen die Mobilität und die Ausbreitungsfähigkeit zu den zentralen Punkten der Fragestellung gehörten (EHRLINGER 1991, REICH 1991, RIETZE & RECK 1991, BUCHWEITZ 1992, LEISI 1992, WALTER 1992, JANSSEN 1993, HÜRTEN 1994). In all diesen Untersuchungen wurden oft große Mobilitätsunterschiede zwischen einzelnen Individuen sowie zwischen den Geschlechtern einer Art festgestellt. Darüber hinaus zeigen diese Arbeiten, daß es auch zwischen den verschiedenen Arten große Unterschiede bezüglich der Mobilität und Ausbreitungsfähigkeit gibt.

In der aktuellen Naturschutzhaltung erlangt die Mobilität einer Art besondere Bedeutung vor allem im Hinblick auf deren Überlebensfähigkeit in der heutigen Kulturlandschaft (MADER 1985). Sowohl natürliche Landschaften als auch vom Menschen geprägte Kulturlandschaften unterliegen einem ständigen Wandel (REMMERT 1989, PLACHTER 1991). Alle Arten müssen daher über Strategien verfügen, neue Lebensräume zu finden und zu besiedeln (REMMERT 1989). Diese Fähigkeit wird bei den meisten Tierarten in hohem Maße von deren Mobilität bestimmt. Eine weitere wichtige Funktion der Mobilität ist im Zusammenhang mit dem Konzept der Metapopulation zu sehen (GILPIN 1987). Danach sind benachbarte Populationen einer Art meist nicht vollständig voneinander isoliert, sondern es erfolgt ein gelegentlicher oder regelmäßiger Individuenaustausch. Dieser bewirkt einerseits den Erhalt der genetischen Varianz und andererseits können Aussterbeereignisse lokaler Populationen durch die Wiederbesiedlung aus den anderen Populationen einer Metapopulation ausgeglichen werden.

Oedipoda germanica ist eine sehr wärme- und trockenheitsliebende Heuschreckenart, die vegetationsarme Trockenrasen und Steinschutthalden besiedelt (DETZEL 1991a, BELLMANN 1993). Sie war noch in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts in den klimatisch begünstigten Gebieten nicht

selten (ZACHER 1917, WEIDNER 1941, HARZ 1957, HÜTHER 1959, HESS & RITSCHEL-KANDEL 1989). Hier war ihr Vorkommen vor allem an die traditionelle weinbauliche Nutzung gebunden, die auch für viele andere xerothermophile Tier- und Pflanzenarten gute Lebensbedingungen bot (RITSCHEL-KANDEL & HESS 1987). Der Weinanbau unterlag seit Ende des letzten Jahrhunderts einem massiven Wandel. Zum einen wurden in vielen Gegenden große Anbauflächen aufgegeben, zum anderen fand auf den übrigen Flächen eine massive Nutzungsintensivierung statt (PLACHTER 1991). In Folge dieser Entwicklungen sind heute viele der ehemaligen Habitate von *Oedipoda germanica* und anderen xerothermophilen Offenlandbewohnern nicht mehr vorhanden. Die meisten heute noch existenten Populationen von *Oedipoda germanica* sind sehr klein und räumlich voneinander isoliert (DETZEL 1991a, FROEHLICH 1991, HESS & RITSCHEL-KANDEL 1992, NIEHUIS 1992). Zudem sind viele der Habitate aufgrund der fortschreitenden Sukzession in naher Zukunft als Lebensraum nicht mehr geeignet. Nach BELLMANN (1993) sind bundesweit wahrscheinlich über 90% der früheren Vorkommen erloschen. Auch in Baden-Württemberg ist *Oedipoda germanica* an der Mehrzahl der früheren Fundorte ausgestorben und insgesamt stark rückläufig (DETZEL 1991a). *Oedipoda germanica* zählt bundesweit heute zu den "vom Aussterben bedrohten Tierarten" (BELLMANN 1985).

Das Konzept zu dieser Arbeit entstand in fachlicher Absprache mit der Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege in Stuttgart. Ziel der Untersuchung war es, Erkenntnisse über die Ökologie und die Mobilität von *Oedipoda germanica* zu gewinnen, die für die Entwicklung von konkreten Schutzkonzepten von grundlegender Bedeutung sind.

Ausgewählt für die Untersuchung wurde eine Population von *Oedipoda germanica* im Naturschutzgebiet Haigergrund im Tauberland (Baden-Württemberg). Im Mittelpunkt der Arbeit standen folgende Fragestellungen:

1. Welche **Populationsstruktur** hat *Oedipoda germanica*?
(Populationsgröße, Geschlechterverhältnis, jahreszeitliche Veränderung des Geschlechterverhältnisses, Abundanzen)
2. Welche **Habitatpräferenzen** zeigt *Oedipoda germanica*?
(attraktive Bereiche, Deckungsgrade, Vegetationstypen, gemiedene Bereiche)
3. Wie **mobil** ist *Oedipoda germanica*?
(individuelle Mobilitätsunterschiede, Mobilitätsunterschiede ♀/♂, Wanderungen in kurzen Zeiträumen, Mobilitätsmuster, jahreszeitliche Veränderungen des Mobilitätsverhaltens, Wanderwege, Barrieren)
4. Welche **Konsequenzen** liefern diese Befunde für den **Schutz** dieser Art?
(Zukunft von *Oedipoda germanica* im Haigergrund, Folgerungen für Schutz- und Pflegemaßnahmen)

Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet war das Naturschutzgebiet "Haigergrund". Es liegt im Main-Tauber-Kreis etwa vier Kilometer westlich von Tauberbischofsheim und gehört zum Naturraum Tauberland (Abb. 1). Der Haigergrund ist ein von Nordwest nach Südost gerichtetes Tal, das ca. 80 Meter in den Mittleren und Unterlen Muschelkalk der Fränkischen Muschelkalkplatte eingetieft ist. Die Höhe in der Talsohle liegt bei 270 m ü. NN und an der Hangoberkante bei etwa 330 m ü. NN. Die steilen, südwestexponierten Hanglagen des Haigergrundes haben eine mittlere Hangneigung von 35°.

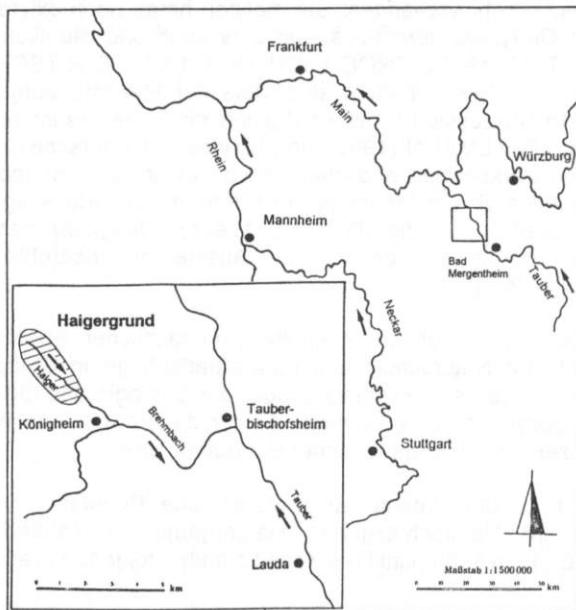


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes.

Die früher hauptsächlich weinbaulich genutzten Hänge (GEHRIG & KAPPLER, zit. in LEIENDECKER 1992) sind heute zum Großteil verbracht oder es wurden Streuobstwiesen und oft auch Schwarzkiefernaufforstungen angelegt. Abb. 2 zeigt eine charakteristische Vegetationsabfolge in einem idealisierten Vegetationsprofil. Bei dieser Abbildung ist zu beachten, daß die Abfolge verschiedener Vegetationseinheiten nicht in allen Hangbereichen des Haigergrundes genau diesem Schema entspricht. Die angedeuteten Schwarzkiefernaufforstungen durchziehen zumeist als schmale von oben nach unten verlaufende Riegel die Hänge des Haigergrundes.

Insgesamt besteht das NSG Haigergrund aus einem Mosaik verschiedener xerothermer Vegetationseinheiten. Die Abfolge der Vegetation vom Ober-

hang über den Steilhang zum Hangfuß lässt sich vereinfachend folgendermaßen darstellen (LEIENDECKER 1992; NICKEL 1990; NÜRK o.J.):

- **Wärmebedürftiger Eichen-Hainbuchenwald** (*Galio sylvatici-Carpinetum*; *Lithospermo-Quercetum*)
- **Wärmebedürftige Saumgesellschaften** (*Geranio-Dictamnetum*; *Geranio-Pucedanetum cervariae*)
- **Trockenrasen und Felsbandgesellschaften** (*Pulsatillo Caricetum humilis*; *Teucro botryos-Melicetum ciliatae*; *Fulgensietum*; *Teucro-Seslerietum*)
- **Blütenreiche Halbtrockenrasen** (*Mesobrometum*)
- **Extensiv genutzte Bereiche oder brachgefallene Flächen** (*Arrhenatheretum*; u.a.; in diesen Bereichen ist die pflanzensoziologische Zuordnung infolge der kleinflächigen Durchdringung schwierig (NICKEL 1992).

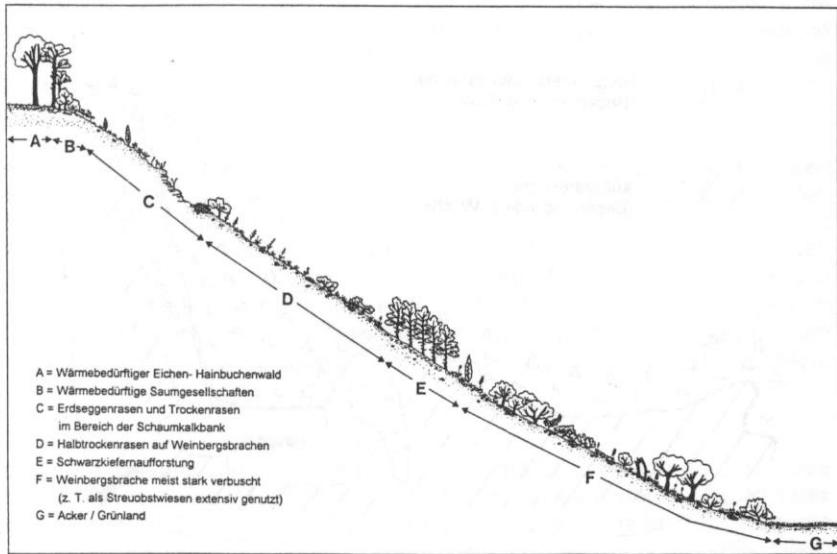


Abb. 2: Idealisiertes Vegetationsprofil des Untersuchungsgebietes.

Arbeitsmethoden

Individualmarkierung

Die Tiere wurden mittels eines Lackstiftes (paint marker; edding 780) am Pronotum individuell markiert. Dabei wurde ein Punkt-Code-System verwendet, das z. T. in leicht abgewandelter Form bereits in mehreren Arbeiten über Heuschrecken erfolgreich angewendet wurde (EHRLINGER 1991, REICH 1991, BUCHWEITZ & WALTER 1992).

Unterteilung der Untersuchungsfläche

Um die Orientierung im Gelände zu erleichtern und um die Aufenthaltsorte der Tiere genau ermitteln zu können, wurde die Untersuchungsfläche mit Hilfe von Pflöcken mit einem **10 x 10 m-Rastersystem** überzogen. Zur Erhöhung der Genauigkeit, wurden die 10 x 10 m-Raster optisch in vier 5 x 5 m-Raster unterteilt wurden.

Auswahl der Untersuchungsfläche

Im Haigergrund kommt *Oedipoda germanica* an drei verschiedenen Stellen vor, die jeweils durch Seitentälchen mit landwirtschaftlicher Nutzung klar voneinander getrennt sind. Ausgewählt wurde die Population an dem im Nordwesten gelegenen Buschberg, der sich aufgrund seiner geringen Steilheit für eine regelmäßige Begehung gut eignete. Die Bearbeitung einer kleinen Restpopulation im Bereich Lange Helle erschien aufgrund der dortigen geringen Individuenzahl als nicht mehr lohnend (DETZEL 1991b).

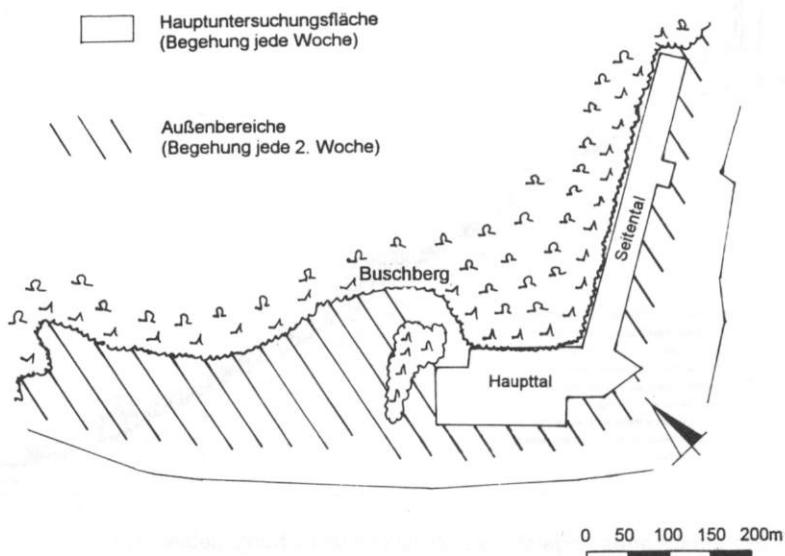


Abb.3: Lage der Untersuchungsfläche im NSG "Haigergrund"

Das Untersuchungsgebiet bestand aus der Hauptuntersuchungsfläche und den Außenbereichen. In Abb. 3 ist die Lage der Hauptuntersuchungsfläche im NSG Haigergrund dargestellt, die im wesentlichen aus zwei Teilflächen besteht. Dies ist zum einen der im eigentlichen Haigertal liegende südwestexponierte Hangbereich, der im folgenden als Haupttal bezeichnet wird, und zum anderen der nach Südosten exponierte Hang des kleinen Seitentälchens, der im folgen-

den als Seitental bezeichnet wird. Die Flächengröße der Hauptuntersuchungsfläche beträgt insgesamt 2,1 ha. Sie wurde in jeder Woche abgesucht.

Die als Außenbereiche gekennzeichneten Flächen waren zu Beginn der Untersuchung nicht besiedelt. Sie erschienen aber aufgrund ihrer Vegetation und Struktur als potentieller Lebensraum für *Oedipoda germanica* interessant und wurden zur Ermittlung möglicher Wander- und Besiedlungsergebnisse abgesucht. Die Flächengröße der Außenbereiche beträgt etwa 3,5 ha.

Untersuchungssystem

Mit dem Auftreten der ersten adulten Tiere Ende Juni wurde die Hauptuntersuchungsfläche einmal pro Woche abgesucht. Jedes 10 x 10 m-Raster wurde dabei langsam schleifenförmig abgelaufen. Wurde ein Tier entdeckt, wurde es gefangen und markiert. Wenn es bereits markiert war, wurde es ebenso wie die jeweils neu markierten mit Angabe des Datums, der individuellen Markierung und des Fundortes in eine vorgefertigte Liste eingetragen. Zusätzlich wurde noch vermerkt, ob es sich um einen Neufund oder um einen Wiederfund handelte. Insgesamt wurde die Fläche mit dem Auftreten der ersten adulten Tiere am 28. Juni bis zum 22. Oktober, als keine Tiere mehr gefunden wurden, 17 mal abgesucht.

Die Außenbereiche (Abb. 3) wurden alle zwei Wochen abgesucht. Dies waren vor allem die Trockenrasen der sich nach Norden fortsetzenden Schaumkalkbank und eine große Blaugrashalde ganz im Norden des Buschberges. Die Funde in den Außenbereichen wurden in den Schutzgebietsplan (Maßstab 1:2500) eingetragen. An dem sich nach Süden anschließende Teufelsberg, der von einer großen Population der Rotflügeligen Ödlandschrecke besiedelt war, erfolgte eine zweimalige Suche. Damit sollte geprüft werden, ob möglicherweise Tiere, die am Buschberg markiert wurden, zum Teufelsberg gewandert sind.

Untersuchungen zur Populationsstruktur

Um eine Vorstellung von der realen Populationsgröße zu erhalten, wurde diese mit Hilfe des bei Fang-Wiederfangexperimenten oft verwendeten Lincoln-Index berechnet (MÜHLENBERG 1989). Außerdem wurde für jede Begehung die Zahl der gefangenen und übersehenen Tiere (sicher noch lebende Tiere) ermittelt. Diese errechnet sich aus der wöchentlichen Fangzahl (Anzahl der bei einem Durchgang angetroffenen Tiere) zusätzlich der Tiere, die bereits markiert waren, bei dieser Begehung aber übersehen und erst bei einer späteren Begehung wieder angetroffen wurden. Da dieser Wert für Männchen und Weibchen getrennt ermittelt wurde, konnte mit ihm die Entwicklung des Geschlechterverhältnisses berechnet werden.

Für jede Heuschrecke, die mindestens einmal wiedergefunden wurde, wurde das Mindestalter ermittelt. Es ergibt sich aus der Zeitspanne zwischen der Markierung und der letzten Beobachtung eines Individuums. Das so ermittelte Mindestalter bezieht sich nur auf das Imaginalstadium.

Ermittlung der Abundanz

Im Rahmen dieser Arbeit wurde die sogenannte maximale Abundanz berechnet (BUCHWEITZ 1992, JANSEN 1993). Der berechnete Wert repräsentiert die maximale Dichte von *Oedipoda germanica*, die im Sommer 1993 im besiedelten Bereich des Buschberges erreicht wurde. Für deren Berechnung wurde die größte mit dem Lincoln-Index berechnete Populationsgröße verwendet. Als Bezugsfläche wurde nur die von *Oedipoda germanica* im Sommer 1993 dauerhaft besiedelte Fläche verwendet. Flächen in den Außenbereichen, in denen kurzzeitig wandernde Einzeltiere auftauchten, die sonst aber nicht besiedelt wurden, gingen in die Berechnung nicht mit ein.

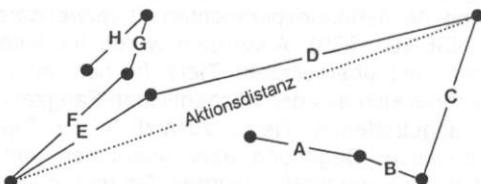
Untersuchungen zum Habitat

Für die Ermittlung möglicher Habitatpräferenzen wurde eine Vegetations- und Strukturkartierung angefertigt.

Zusätzlich wurde der Vegetationsdeckungsgrad für jedes 5 x 5 m-Raster ermittelt. Die Deckungsgrade werden unterteilt in fünf Deckungsgradklassen in einer Karte dargestellt. Da *Oedipoda germanica* schon Bereiche mit einem Deckungsgrad von 40 % und mehr kaum noch besiedelt, wurden alle Deckungsgrade, die größer als 40 % waren, zu einer Klasse zusammengefaßt. Für die Analyse der Habitatpräferenzen der adulten Heuschrecken wurde die Attraktivität aller 5 x 5 m-Raster für *Oedipoda germanica* bestimmt. Dafür wurde für jedes 5 x 5 m-Raster die Anzahl aller Einzelbeobachtungen ermittelt. Die Beobachtungshäufigkeiten für alle Raster wurden aufgeteilt in fünf Größenklassen in einer Karte dargestellt.

Untersuchungen zur Mobilität

Das Mobilitätsmuster eines Tieres erhält man, indem man alle Fundpunkte einer Heuschrecke in eine Karte einträgt und die zeitlich aufeinanderfolgenden Punkte durch eine Linie verbindet (Abb. 4). Darüber hinaus wurden für alle mindestens einmal wiedergefangenen Tiere die Aktionsdistanz ermittelt. Unter der Aktionsdistanz versteht man die Strecke zwischen den am weitesten auseinanderliegenden Fundorten eines Tieres (SCHWERDT-FEGER 1979).



A, B, C, D, E, F, G, H = Einzeldistanzen (in chronologischer Reihenfolge)
A+B+C+D+E+F+G+H = Gesamtwanderleistung

Abb. 4: Mobilitätsmusterbeispiel

Die Gesamtwanderleistung wurde durch Aufaddieren aller Einzeldistanzen berechnet (Abb.4). Um Erkenntnisse über Wanderleistungen in kurzen Zeiträumen zu erhalten, wurden alle Wanderbewegungen von Einzeltieren, die zufällig am gleichen Tag oder an zwei aufeinanderfolgenden Tagen beobachtet wurden, gesondert betrachtet. Für die Aufklärung jahreszeitlicher Veränderungen des Mobilitätsverhaltens wurde der gesamte Untersuchungszeitraum in zweiwöchige Perioden unterteilt. Alle jeweils in einer zweiwöchigen Untersuchungsperiode registrierten Einzeldistanzen, die größer als 100 m waren, wurden getrennt für Männchen und Weibchen ermittelt.

Sonstige Beobachtungen

Alle sonstigen interessanten Beobachtungen wurden im Gelände sofort protokolliert. Dies diente vor allem dazu, um die spärlichen Literaturangaben zur Biologie dieser Art zu prüfen und um diese Beobachtungen bei der Interpretation der sonstigen Ergebnisse berücksichtigen zu können.

Statistische Tests

Da die meisten Daten keine Normalverteilung zeigten, kamen Verfahren, die eine Normalverteilung voraussetzen, nicht in Frage (MÜHLENBERG 1989). Zum Vergleich zweier Datensorten wurde daher der Mann-Whitney-U-Test verwendet (SACHS 1988). Der Chi-Quadrat-Test wurde angewandt, um eine Bindung an bestimmte Deckungsgradklassen zu untersuchen.

Auswertung und Ergebnisse

Fangzahlen und Phänologie

Anzahl markierter Tiere und Geschlechterverhältnis

Während des gesamten Untersuchungszeitraums wurden 269 Tiere individuell markiert ($135 \text{ ♂♂} / 134 \text{ ♀♀}$). Das Geschlechterverhältnis lag somit annähernd bei 1:1.

Einzelbegegnungen

Insgesamt gab es 1322 Einzelbegegnungen mit einzelnen Individuen. Mehrfachbeobachtungen des selben Tieres an einem Tag sind hierbei nicht berücksichtigt. Berücksichtigt man die 124 Mehrfachfunde von Tieren am gleichen Tag mit, so gab es insgesamt 1446 Einzelbeobachtungen von *Oedipoda germanica*.

Erfassungsgrad der Gesamtpopulation

Die Summenkurve in Abb. 5 veranschaulicht, wieviel Individuen von *Oedipoda germanica* bis zu einem bestimmten Datum markiert waren. Die Kurve zeigt, daß bereits nach dem ersten Drittel des Untersuchungszeitraumes nur noch wenige unmarkierte Individuen angetroffen wurden und daß der Erfassungsgrad bezogen auf die Gesamtpopulation sehr hoch war. Mitte August waren bereits 258 Tiere markiert. Dies entspricht 96% der insgesamt markierten Tiere. Bis zum Ende der Untersuchung Mitte Oktober kamen nur noch 11 Tiere hinzu.

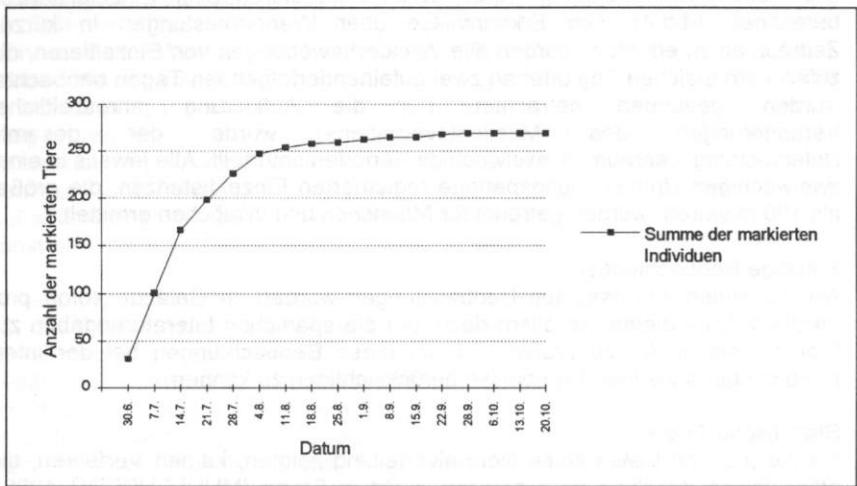


Abb 5: Summenkurve der markierten Individuen.

Wiederfangrate und Wiederfundhäufigkeit

Die Wiederfangrate ist der Anteil der Tiere, die mindestens einmal wiedergefangen wurden (bezogen auf die Gesamtzahl aller markierten Individuen). Bei den Männchen betrug die Wiederfangrate 87 % und bei den Weibchen 81 %.

Die Wiederfundhäufigkeit gibt an wie oft ein Tier nach seiner Markierung wiedergefangen wurde (siehe Abb. 6). Bei der Berechnung der Wiederfundhäufigkeit wurden nur die Beobachtungen desselben Tieres berücksichtigt, die an verschiedenen Tagen erfolgten. Die höchste Wiederfundhäufigkeit erreichte ein Männchen, das insgesamt 16 mal wiedergefunden wurde. Das Weibchen mit der höchsten Wiederfundrate wurde 13 mal angetroffen. Der Vergleich der Wiederfundhäufigkeiten von Männchen und Weibchen mit dem Mann-Whitney-U-Test ergab, daß es hierbei keinen signifikanten Unterschied zwischen den Geschlechtern gab. Die durchschnittliche Wiederfundhäufigkeit war für beide Geschlechter fast gleich und betrug 4,6 Wiederfunde pro Tier.

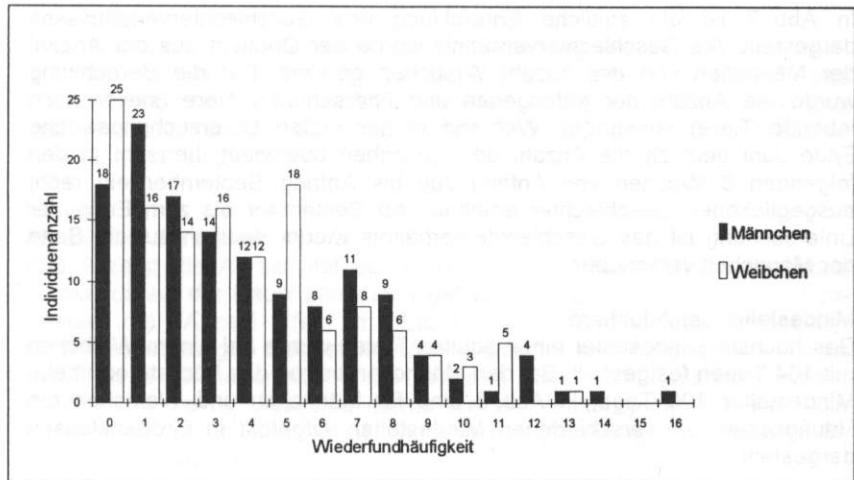


Abb. 6: Wiederfundhäufigkeiten getrennt nach Geschlecht.

Populationsgröße und Entwicklung des Geschlechterverhältnisses

Die mit dem Lincoln-Index berechnete Populationsgröße erreichte ihren höchsten Wert am 28.7 mit 220 Tieren. Das Gesamtgeschlechterverhältnis betrug annähernd 1:1.

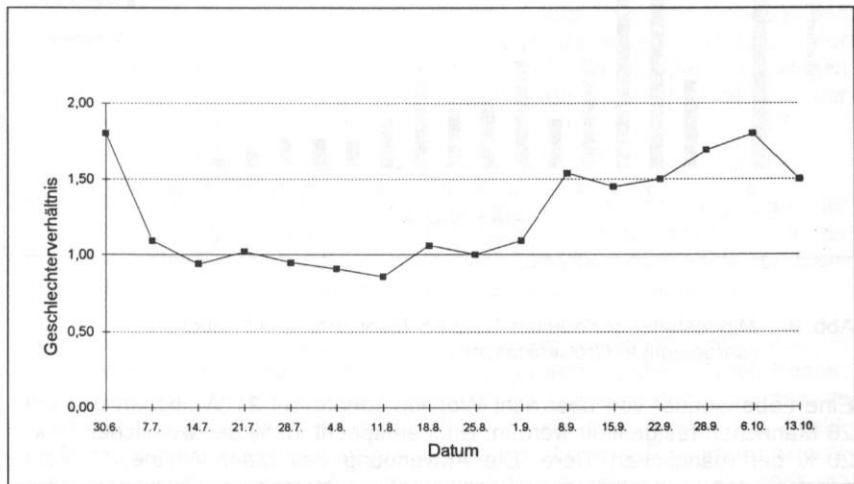


Abb. 7: Entwicklung des Geschlechterverhältnisses.
(Anzahl der Männchen / Anzahl der Weibchen)

In Abb. 7 ist die zeitliche Entwicklung des Geschlechterverhältnisses dargestellt. Als Geschlechterverhältnis wurde der Quotient aus der Anzahl der Männchen und der Anzahl Weibchen gewählt. Für die Berechnung wurde die Anzahl der gefangenen und übersehenden Tiere (sicher noch lebende Tiere) verwendet. Während in der ersten Untersuchungswoche Ende Juni deutlich die Anzahl der Männchen überwiegt, herrscht in den folgenden 9 Wochen von Anfang Juli bis Anfang September ein recht ausgeglichenes Geschlechterverhältnis. Ab September bis zum Ende der Untersuchung ist das Geschlechterverhältnis wieder deutlich auf die Seite der Männchen verschoben.

Mindestalter der Adulttiere

Das höchste Mindestalter eines adulten Tieres wurde bei einem Weibchen mit 104 Tagen festgestellt. Bei den Männchen betrug das höchste ermittelte Mindestalter 100 Tage. In Abb. 8 sind für Männchen und Weibchen die Häufigkeiten der verschiedenen Mindestalter aufgeteilt in Größenklassen dargestellt.

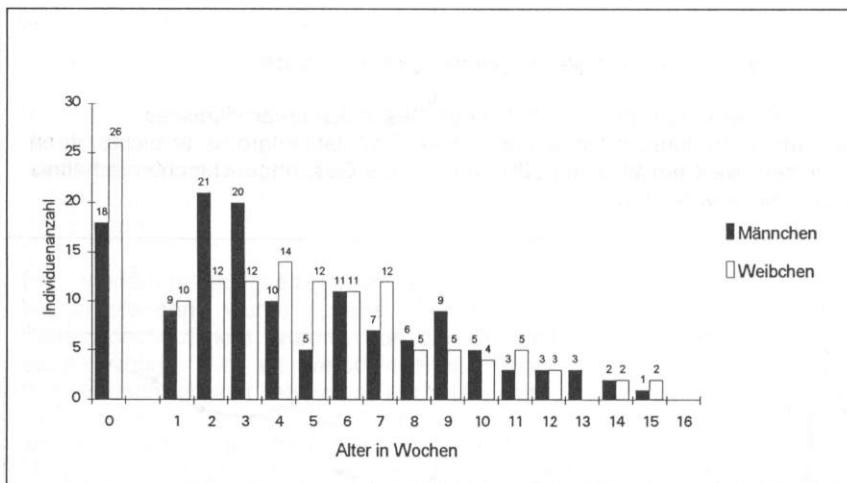


Abb. 8: Mindestalter der adulten Tiere bei Männchen und Weibchen (dargestellt in Größenklassen).

Eine Lebensdauer von über acht Wochen konnte bei 21 Weibchen und bei 26 Männchen festgestellt werden. Dies entspricht 15 % der weiblichen bzw. 20 % der männlichen Tiere. Die Anwendung des Mann-Whitney-U-Tests ergab, daß es keinen signifikanten Unterschied zwischen der Mindestlebensdauer der Männchen und der Weibchen gab. Der Mittelwert ist für beide Geschlechter fast identisch. Er beträgt bei den Weibchen 35 Tage und bei den Männchen 37 Tage.

Abundanz

Die maximale Abundanz wurde für die Begehung der Woche vom 28.7. ermittelt. Bei dieser Begehung war die mit dem Lincoln-Index berechnete Populationsgröße mit 220 Individuen am größten. Die maximale Abundanz des besiedelten Bereiches am Buschberg lag bei 27,2 Ind./1000 m² (= 2,72 Ind./100 m²).

Habitat

Attraktivität der Raster

Abb. 9 zeigt die Attraktivität der Raster für die Adulttiere von *Oedipoda germanica* auf der Hauptuntersuchungsfläche. Dafür wurde für alle 5 x 5 m-Raster die Anzahl der im Laufe der Untersuchung gemachten Einzelbeobachtungen dargestellt. Anhand dieser Darstellung kann man sehr leicht die Bereiche ermitteln, die von den Tieren am meisten besiedelt wurden und die für *Oedipoda germanica* als Habitat geeignet waren. Die Karte vermittelt so eine Vorstellung von der Verteilung der Adulttiere im Untersuchungsgebiet.

Die Population besiedelt nicht die ganze Untersuchungsfläche, sondern konzentriert sich auf gewisse Teilbereiche. Auffällig ist der oft abrupte Übergang von Rastern mit sehr vielen Beobachtungen zu solchen, in denen trotz gleicher Bearbeitungsintensität nie ein Tier gefunden wurde. Hier grenzen offensichtlich sehr attraktive Raster an solche, die von *Oedipoda germanica* weitgehend gemieden werden.

Habitattypen

Es sind vor allem zwei Habitattypen, die von *Oedipoda germanica* besiedelt werden. Zum einen sind es die Trockenrasen im Bereich der Schaumkalkbank und zum anderen die halbtrockenrasenartigen Vegetationsbestände mit sehr niedrigen Deckungsgraden innerhalb der Weinbergsbrachen.

Deckungsgradklassen

Die unterschiedlichen Deckungsgradklassen (Gesamtdeckungsgrad) für jedes 5 x 5 m-Raster sind in Abb. 9 dargestellt. Beim Vergleich mit der Attraktivität der Raster ist zu erkennen, daß *Oedipoda germanica* vor allem in den Bereichen mit sehr geringen Deckungsgraden beobachtet wurde.

Mit dem Chi-Quadrat-test wurde die Bevorzugung von Rastern mit niedrigen Deckungsgraden auf statistische Signifikanz getestet. Dabei wurden Raster, die einen für *Oedipoda germanica* völlig ungeeigneten Lebensraum aufwiesen, nicht berücksichtigt. Dies waren alle Raster mit Wald, Aufforstungen, hohem Verbuschungsgrad und lichtem Rotkiefernbestand. Der Test ergab, daß *Oedipoda germanica* Raster mit geringen Deckungsgraden bevorzugt besiedelt. Die Bindung an Raster mit Deckungsgraden unter 20% war höchst signifikant.

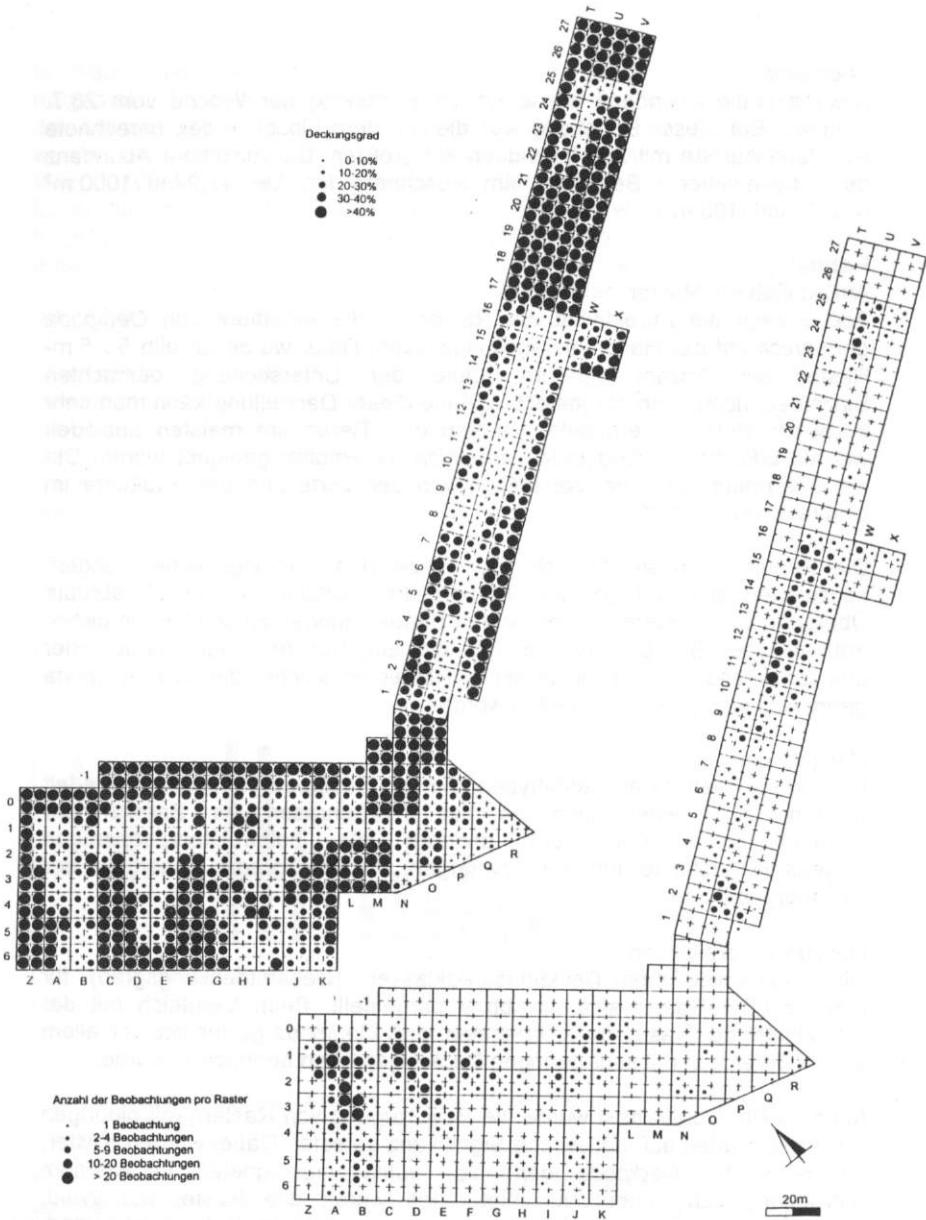


Abb. 9: Deckungsgradklassen und Attraktivität der Raster für die Adulttiere (für die Darstellung der Attraktivität der Raster wurden die Beobachtungshäufigkeiten in Klassen für alle 5×5 m-Raster abgebildet).

Mobilität

Aktionsdistanzen

Abb. 10 stellt die Aktionsdistanzen getrennt nach Geschlecht in Größenklassen dar. Zu beachten ist, daß in dieser Darstellung die einzelnen Entfernungsklassen nicht gleich groß gewählt wurden. Bis zu einer Aktionsdistanz von 120 m wurden 30 m-Schritte gewählt. Für die größeren Aktionsdistanzen wurden größere Klassen gewählt.

Ungefähr die Hälfte aller wiedergefangenen Weibchen (51 %), hatten eine Aktionsdistanz unter 30 m. Von den wiedergefangenen Männchen wiesen nur 35 % eine entsprechend geringe Aktionsdistanz auf. Bei den größeren Aktionsdistanzen überwogen die Männchen. Eine Aktionsdistanz über 200 m wurde bei 12,6 % der Männchen ermittelt. Bei den Weibchen hatten nur 5,5 % eine Aktionsdistanz über 200 m. 514 m war die maximale Aktionsdistanz, die für ein Männchen nachgewiesen werden konnte. Die maximale Aktionsdistanz der Weibchen lag bei 316 m.

Mit dem Mann-Whitney-U-Test konnte nachgewiesen werden, daß sich die Aktionsdistanzen von Männchen und Weibchen signifikant unterscheiden ($p = 0,0286$).

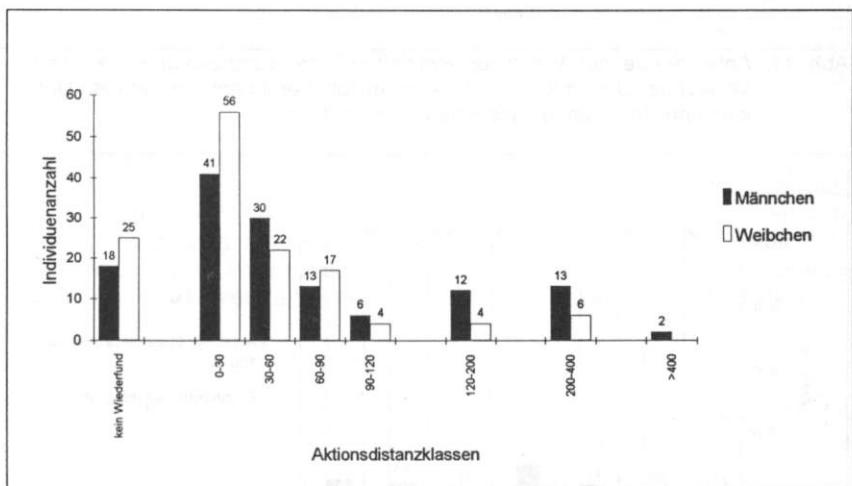


Abb. 10: Festgestellte Aktionsdistanzen bei Männchen und Weibchen dargestellt in Größenklassen; es ist zu beachten, daß die Aktionsdistanzklassen im oberen Bereich aus Darstellungsgründen größer gewählt wurden.

Für die Untersuchung der jahreszeitlichen Veränderung der Mobilität wurde der gesamte Untersuchungszeitraum in zweiwöchige Perioden eingeteilt. Für jede dieser Perioden wurde der Anteil aller Einzeldistanzen, die größer als 100 m ermittelt (Abb. 11 und 12). Für die Weibchen wurden Einzeldistanzen von über 100 m vor allem in der ersten Hälfte des Untersuchungszeitraums nachgewiesen (Ende Juli, August). Im September wurde die 100 m - Marke nur in einem einzigen Fall überschritten. Bei den Männchen zeigt sich dagegen ein

ganz anderes Bild. Insgesamt wurden in jeder Periode Einzeldistanzen über 100 m ermittelt. Ende August war der Anteil der Einzeldistanzen über 100 m mit 13 % am höchsten.

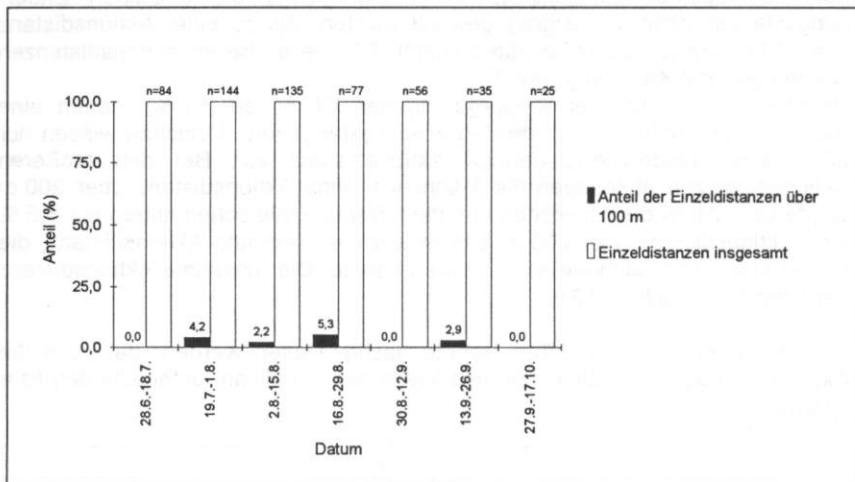


Abb. 11: Anteil der bei den Weibchen ermittelten Einzeldistanzen über 100 m im Verlauf der Untersuchung (n = Gesamtzahl der im entsprechenden Untersuchungszeitraum festgestellten Einzeldistanzen).

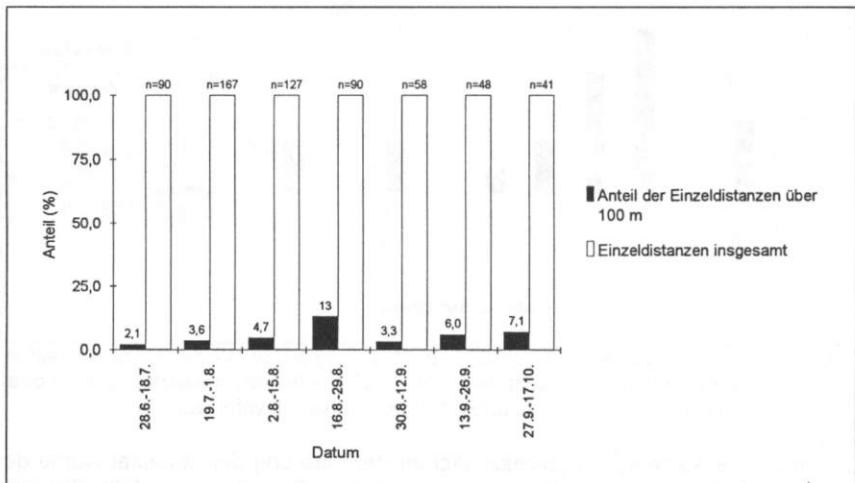


Abb. 12: Anteil der bei den Männchen ermittelten Einzeldistanzen über 100 m im Verlauf der Untersuchung (n = Gesamtzahl der im entsprechenden Untersuchungszeitraum festgestellten Einzeldistanzen).

Gesamtwanderleistung

Die Aktionsdistanz einer Heuschrecke sagt über deren gesamte Wanderleistung nur wenig aus. Ein Individuum könnte sich während seines Lebens langsam in eine Richtung fortbewegen und könnte so eine relativ große Aktionsdistanz erreichen. Die Gesamtwanderstrecke entspräche dann ungefähr der ermittelten Aktionsdistanz. Ein anderes Tier könnte mit der gleichen Aktionsdistanz eine viel größere Gesamtwanderstrecke aufweisen, indem es innerhalb eines bestimmten Bereichs ständig hin- und herwandert. Um etwas über die Wanderleistung der Tiere zu erfahren, wurde deren Gesamtwanderleistung ermittelt. Diese erhält man durch Addition aller Einzeldistanzen eines Individuums. Sie entspricht somit nicht der tatsächlichen Gesamtwanderstrecke eines Tieres, sondern ist nur ein Minimalwert (Abb.4).

Die höchste Gesamtwanderleistung bei den Männchen lag bei knapp 1400 m (1387 m). Sie ist damit fast drei mal so hoch wie die größte ermittelte Aktionsdistanz (514 m). Dieser Wert weist darauf hin, daß einzelne Männchen noch wesentlich weiter gewandert sein können als die maximal ermittelte Aktionsdistanz. Zumindest besitzen sie das physiologische Potential zu wesentlich weiteren Wanderungen. Besonders interessant wird dieser hohe Wert der Männchen, wenn wir ihn mit der weitesten Gesamtwanderleistung der Weibchen vergleichen. Diese betrug 342 m und liegt somit nur knapp über der größten Aktionsdistanz der Weibchen von 316 m. Offensichtlich neigen die Weibchen nicht dazu innerhalb dieser Strecke viel "umherzuwandern".

Zurückgelegte Distanzen in kurzen Zeiträumen

Um etwas über die Wanderleistung von *Oedipoda germanica* innerhalb kurzer Zeiträume zu erfahren, werden in Tab. 1 bis 4 die Distanzen von Tieren, die zufällig am gleichen Tag zweimal oder an zwei aufeinanderfolgenden Tagen angetroffen wurden, aufgelistet. Die Männchen zeigen auch innerhalb kurzer Zeiträume eine größere Mobilität als die Weibchen.

Tab. 1: Kurzzeitdistanzen (σ), Wanderdauer 1 Tag (n= 76)

Distanz (m)	5	7	10	11	15	16	18	21	25	26	27	30	35	38	45	68	105	150
Häufigkeit	15	12	5	13	4	6	1	3	2	1	4	3	1	1	2	1	1	1

Tab. 2: Kurzzeitdistanzen (φ), Wanderdauer 1 Tag (n= 49)

Distanz (m)	5	7	10	11	16	21	22	35	45
Häufigkeit	19	9	7	6	1	3	2	1	1

Die beiden größten dabei zurückgelegten Distanzen der Männchen waren 150 und 105 m und die der Weibchen 35 und 45 m.

Tab. 3: Kurzzeitdistanzen (σ), an zwei aufeinanderfolgenden Tagen (n=27)

Distanz (m)	5	7	10	11	12	14	15	20	40	50	53	55	90	146	358
Häufigkeit	8	3	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tab. 4: Kurzzeidistanzen (♀), an zwei aufeinanderfolgenden Tagen (n=16)

Distanz (m)	5	7	10	11	20	25	70	88
Häufigkeit	7	3	1	1	1	1	1	1

Der für die Männchen registrierte Maximalwert von 358 m (Tab. 3) liegt in der gleichen Größenordnung wie die größten ermittelten Aktionsdistanzen. Offensichtlich sind die Männchen in der Lage so große Distanzen in sehr kurzen Zeiträumen zurückzulegen. Bei den Weibchen betragen die weitesten im gleichen Zeitraum zurückgelegten Distanzen 70 und 88 m.

Wanderungen zwischen Teilflächen

Für die Analyse des Individuaustauschs zwischen Teilflächen wurde das gesamte Untersuchungsgebiet in drei Bereiche unterteilt. Diese waren das wöchentlich bearbeitete Haupt- und Seitental, und der im 14-tägigen Rhythmus abgesuchte Außenbereich (vgl. Abb. 3). Abb. 13 zeigt alle beobachteten Wanderungen zwischen Teilflächen für Männchen und Weibchen.

Die Männchen wanderten wesentlich häufiger zwischen den Teilflächen als die Weibchen. Insgesamt wurden bei den Männchen 24 Wanderungen zwischen den Teilflächen registriert, bei den Weibchen dagegen nur 10. Wanderungen zwischen den Teilflächen konnten bei den Männchen während des gesamten Untersuchungszeitraumes ermittelt werden. Am höchsten war der Anteil der Teilflächenwanderungen gemessen an der Gesamtzahl der in einer Untersuchungsperiode festgestellten Wanderungen vor allem in der zweiten Untersuchungshälfte (Mitte August bis Oktober). Da einige Männchen zweimal oder mehrmals zwischen Teilflächen wanderten, gibt es für diese Tiere auch dementsprechend viele Pfeile. Auffällig ist bei den Männchen des Seitentals die hohe "Auswanderrate". 14 Wanderungen führten vom Seitental heraus in das Haupttal oder in die Außenbereiche. Dagegen wurden nur zwei Wanderungen in das Seitental hinein ermittelt, von denen nur eine Wanderung eine echte Neubesiedelung war (G66).

Bei den Weibchen waren nur in der ersten Hälfte des Untersuchungszeitraumes Wanderungen zwischen Teilflächen zu beobachten (Juli, August). Nur für das Weibchen R50 konnte eine zweimalige Teilflächenwanderung nachgewiesen werden. Alle anderen Wanderungen zwischen Teilflächen stammen von verschiedenen Weibchen. Eine erhöhte Abwanderungstendenz aus dem Seitental heraus lässt sich bei den Weibchen nicht erkennen.

Mobilitätsmuster

Das Mobilitätsmuster beschreibt nicht den genauen Weg, den ein Tier in seinem Leben zurückgelegt hat, denn es liegen oft Tage und auch Wochen zwischen den einzelnen Beobachtungen. Anhand der Mobilitätsmuster lässt sich aber abschätzen, welche Bereiche dieses Tier besiedelte; ob es sich immer in einem eng begrenzten Bereich aufhielt oder ob es öfters auch an weit voneinander entfernten Punkten beobachtet wurde.

Männchen

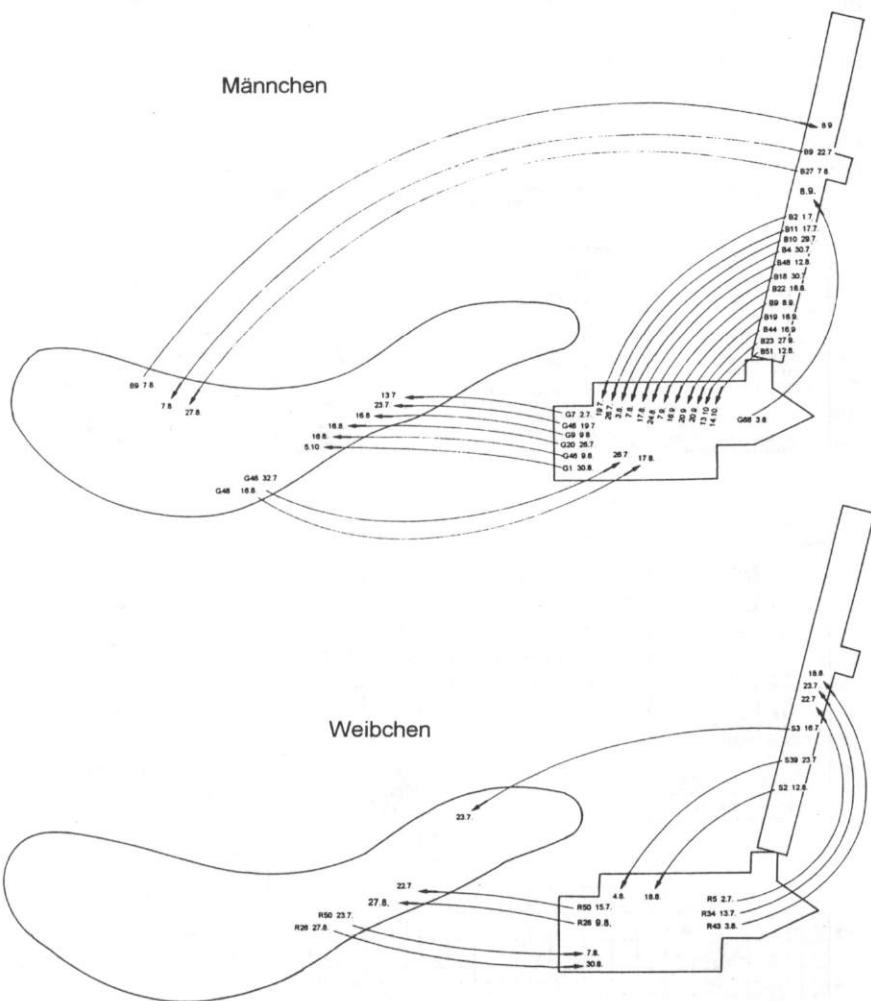


Abb. 13: Wanderungen zwischen den Teilflächen. Jeder Pfeil steht für eine Teilflächenwanderung. Am Anfangspunkt jedes Pfeiles steht die Nummer des entsprechenden Tieres und das Datum, an dem es zuletzt innerhalb dieser Teilfläche beobachtet wurde. An der Pfeilspitze steht der Tag, an dem es zum ersten Mal in der von ihm neu besiedelten Teilfläche gesichtet wurde.

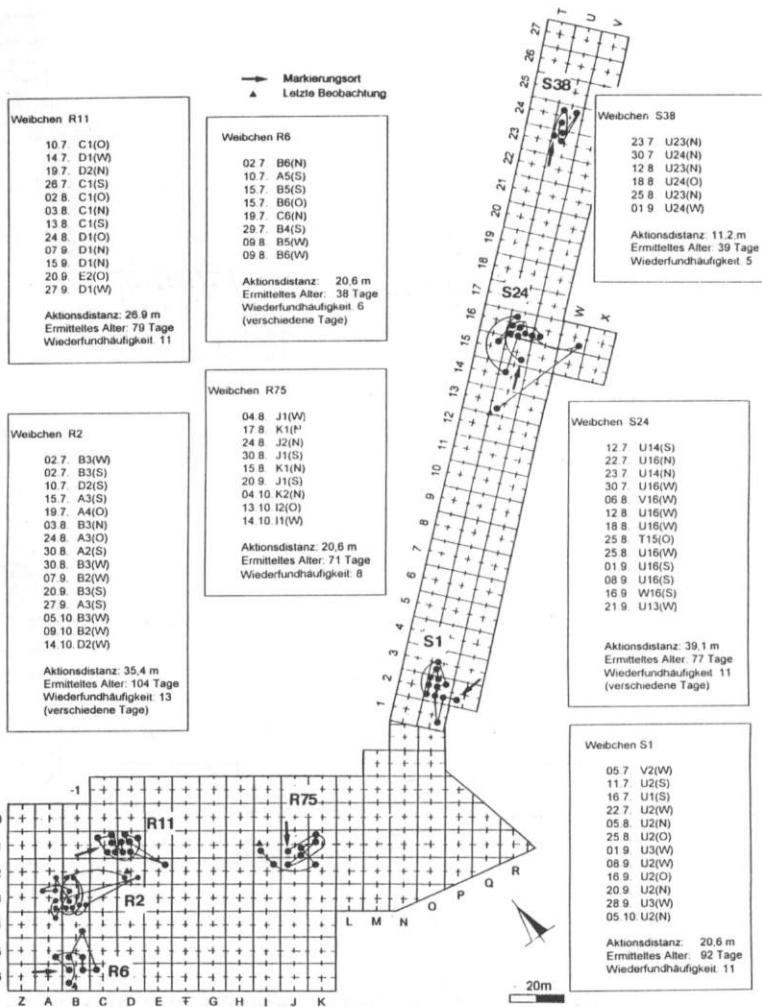


Abb. 14: Mobilitätsmuster einiger ortstreuer Weibchen
(Aktionsdistanz: 0-50 m).

Ein Vergleich der Mobilitätsmuster von verschiedenen Individuen zeigt, daß diese Muster sehr unterschiedlich aussehen können, daß es aber auch Muster gibt, die einander sehr ähnlich sind. Im folgenden wird versucht, immer wiederkehrende Typen von Mobilitätsmustern, die man gegeneinander abgrenzen kann, zu beschreiben. Die genaue Definition der unterschiedlichen Mobilitätsmuster anhand bestimmter Aktionsdistanzklassen erwies sich im Rahmen dieser Untersuchung als sinnvoll. Die festgelegten Werte sind aber nicht einfach auf andere Untersuchungen übertragbar.

Ortstreue Tiere

Als "ortstreu" wurden Tiere definiert, deren Aktionsdistanz kleiner als 50 m war (Abb. 14). 55 % der Weibchen, die häufiger als sechs mal wiedergefangen wurden, hatten eine Aktionsdistanz unter 50 m. Bei den Männchen wiesen dagegen nur 27 % eine entsprechend geringe Aktionsdistanz auf. Ein Beispiel für ein ortstreuves Tier ist das Weibchen S2. Es wurde in einem Zeitraum von 92 Tagen insgesamt 11 mal innerhalb eines Durchmessers von etwa 20 m beobachtet.

Tiere mit mittlerer Mobilität

Als Tiere mit mittlerer Mobilität wurden solche Individuen definiert, deren Aktionsdistanz zwischen 50 und 90 m lag (Abb. 15). Auch dieser Mobilitätstyp war mit 27 % bei den Weibchen stärker vertreten als bei den Männchen mit 14 %. Die Einzeldistanzen zwischen den einzelnen Fundorten sind bei diesen Tieren meist größer als bei den ortstreuven. Wanderungen zwischen den verschiedenen Teilflächen des Untersuchungsgebietes (Haupttal, Seitental) wurden bei den Individuen mit mittlerer Mobilität nicht beobachtet. Sie besiedelten ähnlich wie die ortstreuven Tiere zusammenhängende oder zumindest eng benachbarte Habitate.

Tiere mit hoher Mobilität

Als Tiere mit hoher Mobilität wurden Individuen eingestuft, deren Aktionsdistanz zwischen 90 und 200 m lag. Innerhalb dieses Mobilitätstyps gibt es viele Wanderer zwischen den Teilflächen. Außerdem durchwanderten viele dieser Heuschrecken Bereiche, die nicht besiedelt und als Habitat ungeeignet waren.

Individuen mit hoher Mobilität wurden mit einem Anteil von 26 % nur bei den Männchen festgestellt. Zwar wurden auch bei den Weibchen Individuen mit Aktionsdistanzen über 90 m ermittelt, es konnte allerdings keines dieser Tiere eindeutig als Weibchen mit hoher Mobilität klassifiziert werden. Dies hatte vor allem zwei Gründe. Die Mobilitätsmuster der meisten Weibchen mit großen Aktionsdistanzen entsprachen dem Umzugstyp, d.h. sie legten nur einmal in ihrem Leben eine größere Distanz zurück. Die übrigen Weibchen mit großen Aktionsdistanzen ließen sich aufgrund der geringen Wiederfundhäufigkeit nicht eindeutig klassifizieren.

Zeitpunkte der Beobachtung
Markierungsorte der Weibchen
Wiederfundhäufigkeit

→ Markierungsort
▲ Letzte Beobachtung

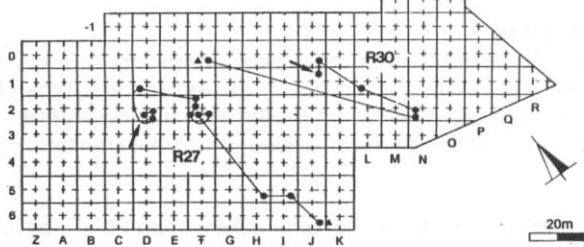
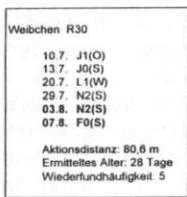
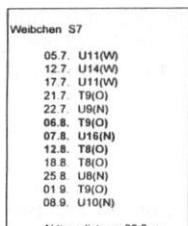
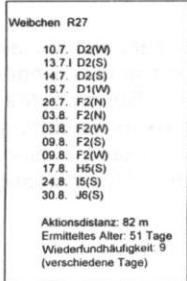


Abb. 15: Mobilitätsmuster von drei Weibchen mit mittlerer Mobilität
(Aktionsdistanz: 50-90 m).

Wanderer

Individuen mit einer Aktionsdistanz größer als 200 m wurden als Wanderer bezeichnet. Ebenso wie bei den Tieren mit hoher Mobilität wurde dieser Mobilitätstyp nur bei den Männchen ermittelt. 26 % der Männchen konnten als Wanderer klassifiziert werden.

Es handelt sich bei den meisten dieser Männchen um Individuen, die in ihrem Leben verschiedene Teilflächen des Untersuchungsgebietes besiedelten. Wanderer legten oft sehr große Einzeldistanzen zwischen den einzelnen Beobachtungen zurück. Beispiele für solche Wanderer zeigt Abb. 16 und 17. Unter den Wanderern gibt es viele Männchen, die aus dem Seitental heraus in das Haupttal gewandert sind (Abb. 13). Alle diese Wanderer vermitteln im Vergleich zu den bisher erläuterten Mobilitätstypen einen Eindruck von einer sehr hohen individuellen Mobilität. Darüber hinaus beinhalten die Mobilitätsmuster dieser Wanderer noch weitere interessante Informationen.

Einige der Männchen wurden aber während ihrer "Wanderung" auf verschiedenen Zwischenstationen gefunden und ermöglichen so Rückschlüsse auf die von ihnen benutzte Wegstrecke. So wurde die Männchen B51 und B48 bei ihrer Wanderung vom Seiten- ins Haupttal auf den Trockenrasen im Bereich der Schaumkalkbank gefunden (Abb. 16.). Aufgrund dieser Befunde ist zu vermuten, daß auch die Männchen, für die keine "Zwischenstationen" gefunden wurden, entlang den Trockenrasen der Schaumkalkbank mit niedrigen Deckungsgraden wanderten.

Die extremsten Wanderer die bei den Männchen ermittelt werden konnten sind die Tiere G46 und B9 (siehe Abb. 17). Die Aktionsdistanz dieser Männchen beträgt über 400 m, bei B9 sogar über 500 m. Beide wurden in den Außenbereichen am nordwestlichen Buschberg angetroffen und beide kehrten wieder ungefähr in den Bereich der Hauptfläche zurück, den sie zuvor besiedelten. Das Männchen G46 wanderte sogar zweimal in die Außenbereiche ab und wanderte auch nach dem zweiten mal wieder in das Haupttal zurück.

Umzugstyp

Als Umzugstyp wurden solche Tiere definiert, die nur einmal während ihres Lebens eine weitere Strecke zurücklegten. Vor und nach dieser Wanderung verhielten sie sich wie ortstreue Tiere. Das bedeutet, daß die Individuen des Umzugstyps wie die Wanderer und die Tiere mit hoher Mobilität oft große Aktionsdistanzen hatten (Abb. 18).

Am häufigsten wurde er bei den Weibchen ermittelt. 18 % der Weibchen konnten ihm zugeordnet werden, bei den Männchen waren es 7 % Auffällig ist, daß die Weibchen mit großen Aktionsdistanzen, die oft wiedergefunden wurden, alle dem Umzugstyp entsprachen.

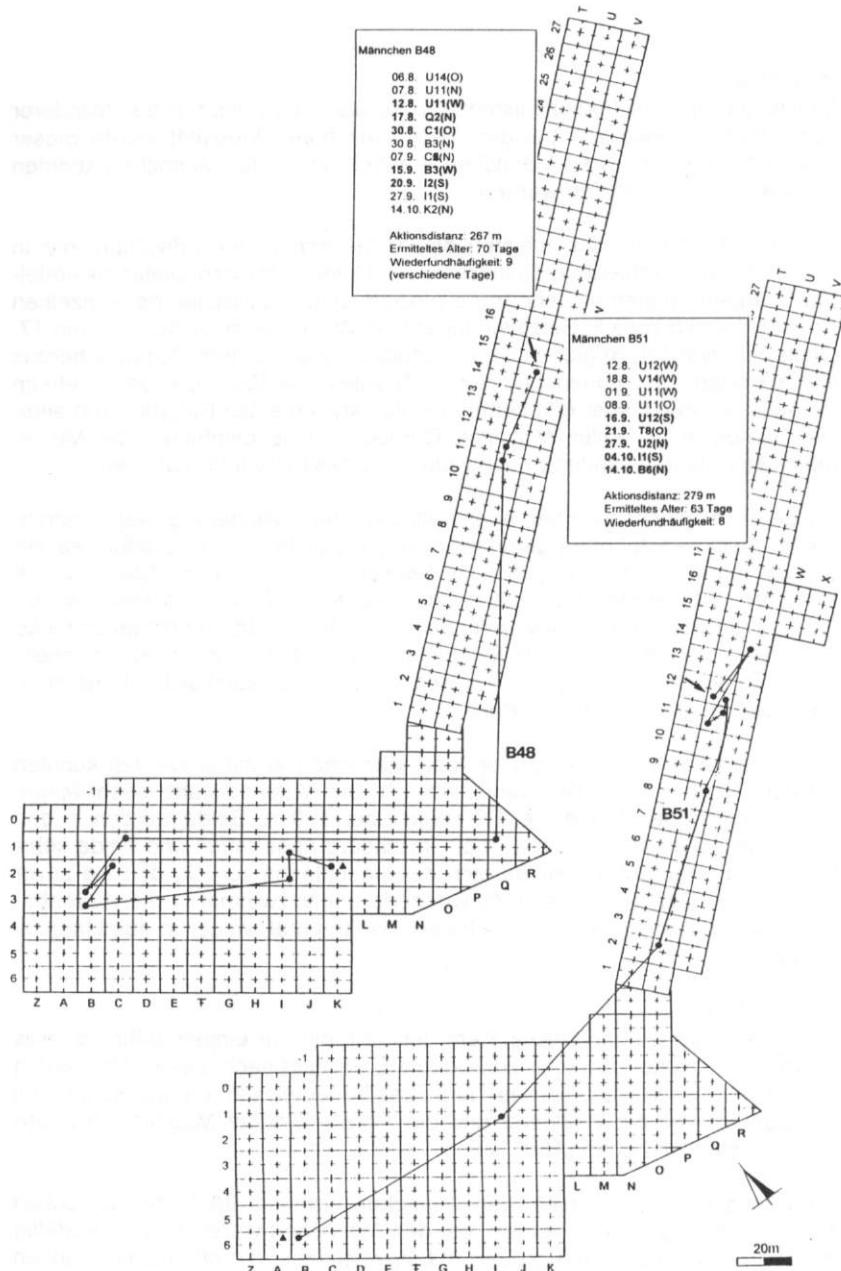


Abb. 16: Mobilitätsmuster von Wanderern bei den Männchen (Aktionsdistanz > 200 m).

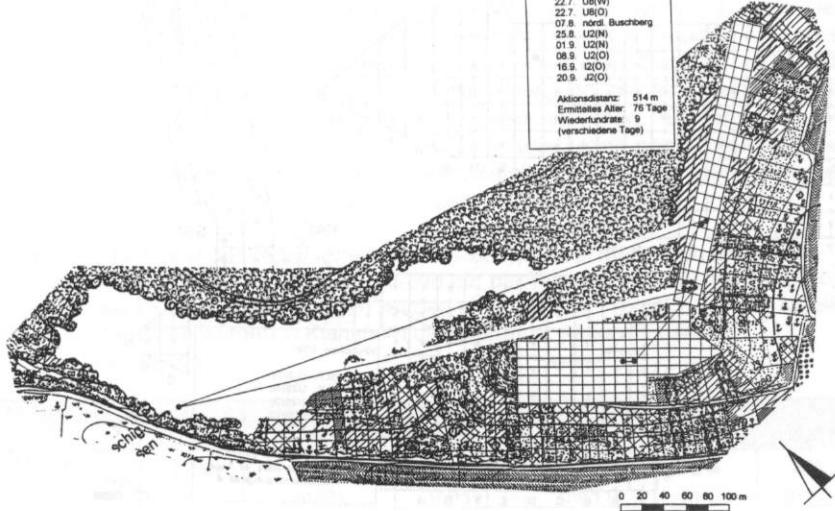
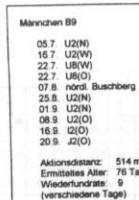
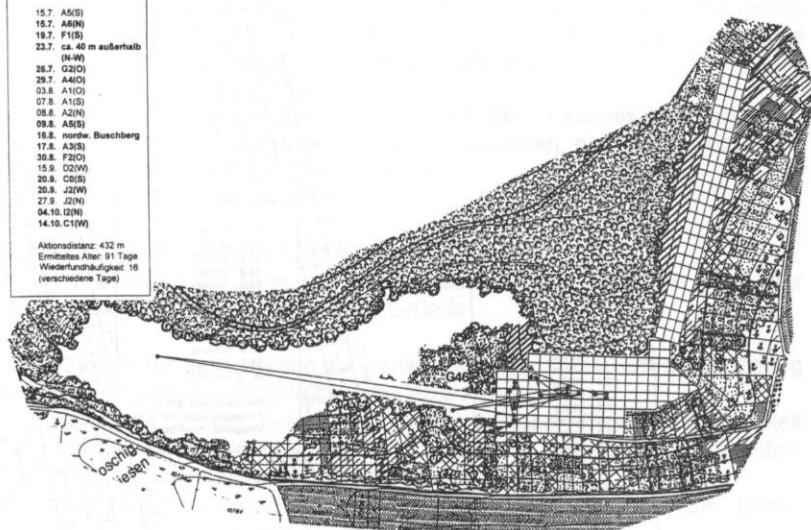
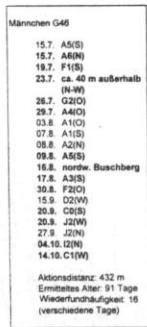


Abb. 17: Mobilitätsmuster der extremen Wanderer G46 und B9 (σ^*).

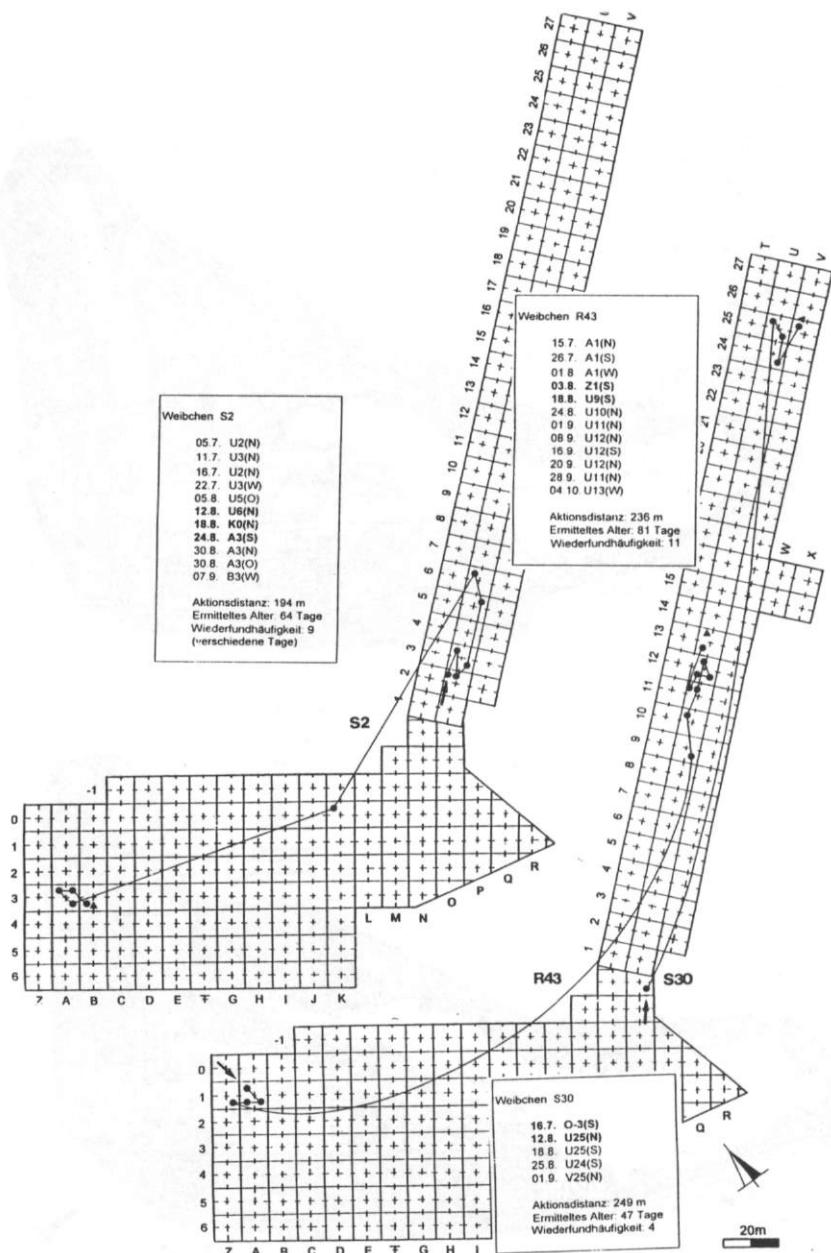


Abb. 18: Mobilitätsmuster von Weibchen des Umzugstyps mit großen Aktionsdistanzen über 200 m.

Das Weibchen S2 (Abb. 18) wurde während seiner Wanderung vom Seitenins Haupttal auf einer "Zwischenstation" gefunden und bietet somit einen Anhaltspunkt für die bei ihrer Wanderung gewählte Wegstrecke. Es befand sich dabei auf den Trockenrasen der Schaumkalkbank.

Da bei den Weibchen im Vergleich zu den Männchen in kurzen Zeiträumen nur relativ kurze Distanzen ermittelt wurden, ist zu vermuten, daß das Zurücklegen dieser großen Strecken einige Tage dauerte.

Häufigkeit der verschiedenen Mobilitätstypen

Aussagen über die Häufigkeit der verschiedenen Mobilitätstypen sind sehr schwierig zu machen. Dies hat folgende Gründe:

- Die meisten Individuen wurden zu wenig wiedergefunden, um sie eindeutig einem der aufgeführten Mobilitätstypen zuzuordnen.
- Der Stichprobenumfang der Tiere, die eine hohe Wiederfundhäufigkeit aufweisen, ist sehr klein, so daß bereits Abweichungen von einem Individuum große Abweichungen der Prozentwerte ergeben.
- Die ermittelten Daten sind nur Mindestdaten. Tiere, die aus der Untersuchungsfläche herauswanderten, wurden nicht mehr erfaßt.

Dennoch wurden Prozentwerte für die Häufigkeit der einzelnen Typen berechnet. Diese sind vor dem Hintergrund der aufgeführten Schwierigkeiten zu betrachten (Tab. 5). Für die Berechnung der Häufigkeiten wurden nur die Tiere verwendet, die mindestens 6 mal wiedergefunden wurden. Bei den Männchen waren dies 42 und bei den Weibchen 33 Individuen. Deshalb geben die aufgeführten Prozentwerte nur eine Größenordnung an und sind keinesfalls als eindeutiger Zahlenwert zu sehen. Außerdem stimmen die angegebenen Häufigkeiten nicht völlig mit den bei den Aktionsdistanzen gemachten Angaben überein. Bei den Angaben zu den Aktionsdistanzen wurden alle Tiere, die mindestens einmal wiedergefunden wurden, mitberücksichtigt.

Tab. 5: Häufigkeit der verschiedenen Mobilitätstypen bei Männchen und Weibchen. Für die Berechnung wurden nur die Tiere verwendet, die mindestens sechs mal wiedergefangen wurden (♀ : n = 33; ♂ : n = 42). Bei den Mobilitätstypen wurden in Klammern die Größe der Aktionsdistanzen angegeben.

Mobilitätstyp	"ortstreu" (0-50 m)	"mittel-mobil" (50-90 m)	"hoch-mobil" (90-200 m)	"Wanderer" (>200 m)	"Umzugstyp" (<200 m)	"Umzugstyp" (>200 m)
Häufigkeit ♂ ♂	27% (n=11)	14% (n=6)	26% (n=11)	26% (n=11)	5% (n=2)	2% (n=1)
Häufigkeit ♀ ♀	55% (n=18)	27% (n=9)	-	-	12% (n=4)	6% (n=2)

Sonstige Beobachtungen

Nahrung

Beobachtungen zur Nahrungsaufnahme konnten nur bei Weibchen gemacht werden. In vier Fällen wurden krautige Pflanzen gefressen (*Teucrium chamaedrys*, *Asperula cynanchica*, *Stachys recta*, *Hippocrepis comosa*). In einem Fall fraß ein Weibchen kurz an einem nicht näher bestimmten Laubmoos. Nie wurden Tiere beobachtet, die Gräser fraßen. Literaturangaben nach denen *Oedipoda germanica*, vermutlich ein hauptsächlicher Grasfresser sei (HARZ 1957, HELFERT & SÄNGER 1975 zit. in NIEHUIS 1991), muß aufgrund der vorliegenden Ergebnisse widersprochen werden. Auch WAGNER (1994) bestätigt für *Oedipoda germanica* das Fressen krautiger Pflanzen. Er ermittelte hauptsächlich *Galeopsis angustifolia* als Futterpflanze der von ihm untersuchten Population an einer Kalkschutthalde bei Jena.

Verhalten ungestörter Einzeltiere

Wurden einzelne Weibchen über längere Zeit beobachtet, so zeigte es sich, daß die Weibchen sehr viel Zeit für das Sonnen aufwenden. Ab und zu krabbelten sie ein Stück, worauf sie meist wieder für einige Minuten verharren. Die Nahrungsaufnahme war in den beobachteten Fällen immer wieder von Ruhepausen unterbrochen. Gelegentlich konnte auch ein kurzer Sprungflug beobachtet werden. Die dabei zurückgelegte Distanz lag meist unter 1 m.

Die Männchen dagegen wanderten viel mehr umher. Die Fortbewegung erfolgte dabei in einem ruckartigen Krabbeln, das immer wieder von kurzen Ruhephasen unterbrochen war. Viel öfter als bei den Weibchen waren bei den Männchen spontane Sprungflüge zu beobachten. Diese führten meist über Distanzen von 1 - 2 m, seltener auch bis zu 5 m.

Flugverhalten

Es wurden zwei verschiedene Flugverhalten beobachtet. Dies waren zum einen spontane Flüge, die meist nur über geringe Distanzen führten und bei den Männchen häufiger beobachtet wurden. Sie reichten bis zu 2 m, gelegentlich auch bis zu 5 m. Zum anderen wurden bei beiden Geschlechtern Fluchtflüge beobachtet, die meist über eine Distanz von 5 bis 10 m, gelegentlich auch bis zu 20 m reichten.

Diskussion

Oedipoda germanica ein "dankbares Untersuchungstier"

Oedipoda germanica erwies sich für eine Fang-Wiederfanguntersuchung als sein sehr geeignetes Untersuchungstier. Ihr relativ geringes Fluchtverhalten, ihre geophile Lebensweise, das Meiden dichterer Vegetation, sowie ihre Größe und ihre leuchtend roten Hinterflügel ermöglichen eine sehr hohe Wiederfundrate (87 % ♂; 81 % ♀) und Wiederfundhäufigkeit (bis zu 16 mal), die für die Aussagekraft einer Fang- Wiederfanguntersuchung sehr

16 mal), die für die Aussagekraft einer Fang- Wiederfanguntersuchung sehr entscheidend ist. Es zeigte sich außerdem, daß es wichtig ist, einen möglichst häufigen und regelmäßigen Begehungsrythmus der Untersuchungsfläche einzuhalten, da besonders bei den Männchen oft sehr kurzfristige und weite Wanderbewegungen auftraten. So konnten unter den Männchen einzelne sehr mobile Wanderer ermittelt werden, die ausgehend von der Hauptuntersuchungsfläche innerhalb kurzer Zeiträume mehrere hundert Meter in die unbesiedelten Außenbereiche wanderten und danach wieder zur Hauptuntersuchungsfläche zurückkehrten. Die größte innerhalb von zwei Tagen zurückgelegte Wanderstrecke betrug ca. 350m.

Wären diese Männchen bei der Absuche der Außenbereiche nicht gefunden worden, so wäre deren hohe Mobilitätsleistung nicht ermittelt worden.

Dies bedeutet aber auch, daß es sehr wahrscheinlich weitere Tiere mit solch hohen Wanderleistungen gab, die nicht entdeckt wurden. Denn einerseits wurde nicht jedes existente Tier bei einem Durchgang erfaßt oder die Tiere wanderten über die Untersuchungsfläche hinaus. Zudem besteht die Möglichkeit, daß einige Heuschrecken die Außenbereiche in der Zeit aufsuchten, in der diese gar nicht abgesucht wurden. Die Wahrscheinlichkeit, einen Wanderer zu finden, ist also eher gering, und die ermittelten Daten sind Mindestdaten.

Zur Populationsstruktur und PopulationSENTwicklung

Bei den populationsökologischen Ergebnissen dieser einjährigen Untersuchung ist zu beachten, daß die Populationsgröße von Jahr zu Jahr großen Schwankungen unterliegen kann (DEMPSTER 1963, REMMERT 1979, HEUSINGER 1980, BEGON 1983, KÖHLER & BRODHUN 1987, KÖHLER 1988).

Der höchste Wert der mit dem Lincoln-Index berechneten Populationsgröße des Buschberges wurde für den 28.7. mit 220 Tieren ermittelt. Ein Vergleich der in der Bundesrepublik Deutschland vorkommenden Ödlandschrecken mit den anderen Acrididen zeigt, daß die Ödlandschrecken in ihren Habitaten recht geringe Abundanzen aufweisen (REICH 1991, BUCHWEITZ 1992, JANSSEN 1993). Das bedeutet gleichzeitig, daß große Populationen von Ödlandschreckenarten sehr große Habitatflächen beanspruchen, die es in der heutigen Kulturlandschaft kaum noch gibt (REICH 1991, BUCHWEITZ 1992, HESS & RITSCHEL-KANDEL 1992, NIEHUIS 1992). Die von verschiedenen Autoren untersuchten Populationen von *Oedipoda germanica* sind oft sehr klein und bestehen z.T. nur aus wenigen Dutzend Tieren (FROEHLICH 1991, HESS & RITSCHEL-KANDEL 1992, JÜRGENS & REHDING 1992, NIEHUIS 1992). Diese Zahlen spiegeln den drastischen Rückgang dieser Art innerhalb der letzten Jahrzehnte wieder (BELLMANN 1985, HESS & RITSCHEL-KANDEL 1989a, 1989b, NIEHUIS 1991, DETZEL 1991 a).

Das ermittelte Gesamtgeschlechterverhältnis von 1:1 entspricht genau dem theoretisch zu erwartenden bei einheimischen Acrididen (KÖHLER & BRODHUN 1987). Bei der Entwicklung des Geschlechterverhältnisses überrascht,

daß gegen Ende des Sommers ein Männchenüberschuß zu verzeichnen ist. Dieses Ergebnis ist im Vergleich mit anderen Arbeiten ungewöhnlich und entspricht nicht den Erwartungen (OSCHMANN 1973, KÖHLER & BRODHUHN, EHRLINGER 1991, REICH 1991). Die feucht-kühle Witterung im September und Oktober 1993 (DEUTSCHER WETTERDIENST 1993) bewirkte eventuell eine erhöhte Mortalität der Weibchen von *Oedipoda germanica*. Ein weiterer Grund für den ermittelten Männchenüberschuß im Herbst könnten geschlechtsspezifische Verhaltensunterschiede sein. Möglicherweise reagieren die Weibchen auf feucht-kühle Wetterlagen mit einer weitgehenden Einstellung vieler Aktivitäten, und bleiben bei der Annäherung des Begehers regungslos sitzen. Aufgrund ihrer Homochromie werden diese dann leicht übersehen.

Die Ursache für die sehr hohen ermittelten Mindestalter von *Oedipoda germanica* in der vorliegenden Untersuchung könnte in dem langen Untersuchungszeitraum (17 Wochen) und dem wöchentlichen Begehungsrhythmus liegen.

Zum Habitat

Oedipoda germanica zeigte sich in dieser Untersuchung als eine stenöke Art mit sehr spezialisierten Habitatansprüchen. Sie besiedelte vor allem die Trocken- und Halbtrockenrasen mit Deckungsräden unter 20 %. Die Habitatbindung von Heuschrecken wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Besondere Bedeutung für das Vorkommen bestimmter Arten werden dabei vor allem dem Mikroklima (FRANZ 1933, BROCKSIEPER 1978) und der Raumstruktur (SÄNGER 1977) eines Biotops zugerechnet.

Viele v.a. ältere Untersuchungen beschäftigen sich mit der Bedeutung von einzelnen Faktoren für die Habitatbindung verschiedener Arten. Nach OSCHMANN (1973) ist bei der Analyse der Habitatpräferenzen nicht nur die Betrachtung der adulten Heuschrecken wichtig, sondern die Einbeziehung aller Entwicklungsstadien, also auch der Eier und Larven. Die Biotopbindung beruht dabei auf einem Faktorenkomplex. Die einzelnen Faktoren sind oft nur in verschiedenen Phasen der Ontogenese wirksam (INGRISCH 1979, 1983, 1988).

Neben der Bindung an bestimmte klimatische Faktoren, sind Heuschrecken oft aufgrund ihrer Morphologie und Ethologie an bestimmte Raum- und Vegetationsstrukturen gebunden (SÄNGER 1977, TAUSCHER 1982). Geophile Formen besiedeln im Gegensatz zu den phytophilien bevorzugt den nackten Boden (SÄNGER 1977). Aufgrund ihres Körperbaus (kurze Ariolen, breiter Thorax, homochrome Färbung) und ihrer Verhaltensmuster (optische Kontaktaufnahme beim Paarungsverhalten, Fluchtverhalten) ist *Oedipoda germanica* wie ihre Schwesterart *Oedipoda caerulescens* als ein reiner Bodenbewohner zu betrachten (FABER 1936, HUBER 1952, JAKOBS 1953, KAUFMANN 1965, SÄNGER 1977, TAUSCHER 1982). Eigene Beobachtungen bestätigen ihre starke Geophilie. Dichte Vegetation wurde von ihr stets gemieden. Landete ein Tier nach einem Fluchtsprung einmal in dichte-

rer Vegetation, so kletterte es sehr ungeschickt und bemühte sich schnell wieder auf offenen Boden zu gelangen. Dies bedeutet, daß *Oedipoda germanica* schon aufgrund ihrer morphologischen und ethologischen Grundausstattung ein Bodenbewohner ist.

Das Hauptverbreitungsgebiet von *Oedipoda germanica* in Europa ist vor allem der Mittelmeerraum (LUQUET 1982). Das Makroklima erfüllt dort weitgehend die Anforderungen dieser Art. Bei uns dagegen gehört *Oedipoda germanica* aufgrund der allgemein kühleren und sonnenscheinärmeren Sommer zu den anspruchsvollsten Arten und stellt besondere Anforderungen an das Mikroklima (DETZEL 1991 a, NIEHUIS 1991, HESS & RITSCHEL-KANDEL 1992). Die Temperatur der bodennahen Luftschicht ihrer Habitate beträgt an sonnigen Sommertagen oft 40 bis 50 °C (NIEHUIS 1991). Die Steillagen des Haigergrundes gehören zu den xerothermsten Trockenhangen Baden-Württembergs (NÜRK o.J., NICKELE 1990) und erfüllen somit die klimatischen Voraussetzungen für das Vorkommen von *Oedipoda germanica*.

Auffällig bei den Vorkommen von *Oedipoda germanica* in der Bundesrepublik Deutschland ist die Bevorzugung steiler, südwestexponierter Hanglagen (NIEHUIS 1991, HESS & RITSCHEL-KANDEL 1992). HESS & RITSCHEL-KANDEL (1992) führten dies u.a. darauf zurück, daß es aufgrund der Aufgabe traditioneller Landnutzungsformen wie z.B. Schafbeweidung in ebener Lage meist keine passenden Lebensräume mehr gibt. Eine weitere Ursache für die Bevorzugung südlich exponierter Hanglagen liegt in der klimatischen Begünstigung dieser Hangbereiche (GEIGER 1961). Im Haigergrund beträgt die Hangneigung der am Buschberg besiedelten Flächen ca. 30 bis 35° und am benachbarten Teufelsberg stellenweise über 40° (NICKELE 1990).

Zur Mobilität und Bedeutung der unterschiedlichen Mobilitätstypen

Das Mobilitätsverhalten von *Oedipoda germanica* zeichnet sich durch große individuelle Unterschiede aus. Die Mehrzahl der adulten Tiere weisen eine sehr starke Ortstreue auf und sichern so den Fortbestand der Population im bereits besiedelten Gebiet. Einige Tiere zeigen jedoch eine erhöhte Mobilität.

Bei den Männchen pendelten einzelne Tiere zwischen verschiedenen Teilflächen des Untersuchungsgebietes hin und her und wurden oft weit entfernt vom eigentlich besiedelten Bereich angetroffen. Diese Männchen können zum genetischen Austausch zwischen Teilpopulationen beitragen, sie sind alleine jedoch nicht in der Lage, in geeigneten bisher unbesiedelten Habitaten eine neue Population aufzubauen. Allerdings könnten diese Männchen bei ihrer "Wanderschaft" Weibchen des Umzugstyps treffen und sich mit diesen paaren. Die weitesten ermittelten Distanzen bei den Männchen betrugen ca. 500 m. Über eine solche Distanz ist also ein Individuenaustausch zwischen Teilpopulationen sicher möglich. Aufgrund der hohen Gesamtwanderverleistung von 1400 m ist anzunehmen, daß einzelne Männchen wesentlich weiter wandern können. Zudem wurden die Heuschrecken, die aus der Untersuchungsfläche herauswanderten, nicht mehr erfaßt.

Bei den Weibchen konnten solche vagabundierenden Wanderer, die über große Entfernung hin- und herwandern, nicht gefunden werden. Dafür gab es v.a. bei den Weibchen Tiere des Umzugstyps, die einmal in ihrem Leben eine größere Distanz zurücklegten. Neben dem genetischen Austausch zwischen Teilpopulationen kann dieses Verhalten der Gründung einer neuen Population dienen. Die Weibchen können durch Eiablage in einem bisher nicht besiedelten Bereich den Grundstock für eine neue Population legen. Die Ergebnisse zeigen, daß geeignete Habitate in einer Entfernung von 200 bis 300 m von einzelnen Weibchen noch gut erreichbar sind. Da auch diese Werte Mindestwerte sind, ist zu vermuten, daß einzelne Weibchen noch weiter wandern können.

Während bei den Männchen im gesamten Untersuchungszeitraum hohe Einzeldistanzen ermittelt werden konnten, wurden bei den Weibchen vor allem in der ersten Hälfte des Untersuchungszeitraums große Einzeldistanzen ermittelt, also Mitte Juli bis Ende August. Eine erhöhte Ausbreitungstendenz der Weibchen gegen Ende der Untersuchungsperiode, wie REICH (1991) sie für *Bryodema tuberculata* feststellte, konnte bei *Oedipoda germanica* nicht nachgewiesen werden. Für den frühzeitigen Wanderungsbeginn der Weibchen können unter anderem folgende Aspekte von Wichtigkeit sein:

Weibchen, die früh wandern, haben mehr Zeit, eine andere Population oder einen neuen Lebensraum zu erreichen. Außerdem sind jüngere Weibchen wegen der Eireifung leichter als ältere Weibchen (BUCHWEITZ 1992). Falls sie in geeignete Lebensräume einwandern, die bisher nicht besiedelt sind, müssen sie auf vorbeikommende Männchen warten, um noch einen Fortpflanzungserfolg zu haben. Allenfalls können sie, falls sie begattet waren, noch ein Eigelege ablegen.

Zusammenfassend kann man die Bedeutung der unterschiedlichen Mobilitätstypen in Zusammenhang mit dem längerfristigen Überleben von *Oedipoda germanica* betrachten. Tiere mit geringer Mobilität sichern den Fortbestand der Population in den bereits besiedelten Gebieten. Wandernde Tiere und Tiere des Umzugstyps sind diejenigen, die zum genetischen Austausch mit benachbarten Populationen beitragen und die neue geeignete Habitate erreichen können.

Die Ursachen für das individuell unterschiedliche Mobilitäts- und Wanderverhalten beruht nach JOERN & GAINES (1990) auf unterschiedlichen Genotypen. Darüber hinaus spielen modifizierende Umweltfaktoren, wie z.B. klimatische Faktoren eine Rolle. So war im südostexponierten Seitental eine stark erhöhte Abwanderung von Männchen zu beobachten. Genetische Unterschiede zwischen den Männchen des Haupttals und des Seitentals als Ursache für die verschiedene Abwanderungstendenz sind unwahrscheinlich, denn es bestand ein reger Individuenaustausch zwischen den Teilpopulationen im Haupt- und im Seitental. Die erhöhte Abwanderungsrate beruht vermutlich auf der klimatischen Benachteiligung des Südosthangs gegenüber dem Südwesthang (GEIGER 1961). EHRLINGER (1991) konnte für *Steno-*

bothrus lineatus an einer Gipskuppe in Unterfranken ebenfalls eine erhöhte Abwanderung von Tieren vom Ost- zum Süd- und Südwesthang zeigen.

Ein weiterer das Mobilitätsverhalten beeinflussender Faktor kann das Vorhandensein von geeigneten Wanderwegen und von Barrieren sein. Die Funde von wandernden Tieren zeigen, daß diese für ihre Wanderung die offenen Trocken- und Halbtrockenrasen mit geringen Deckungsgraden nutzen. Auffallend ist, daß wandernde Tiere nie in einem stark verfilzten Bereich angetroffen wurden, obwohl diese mit der gleichen Intensität abgesucht wurden. Falls solche Bereiche doch durchwandert wurden, dann ist aufgrund der genannten Befunde anzunehmen, daß sie schnell und ohne längere "Zwischenstops" durchquert wurden. Bei den Weibchen des Umzugstyp fällt auf, daß diese ihre Wanderung meist vor einer bestimmten Barriere abbrechen. Solche Barrieren waren z. B. die Schwarzkiefernaufforstung im hinteren Seitental oder das Schlehengebüsch mit einer angrenzenden Schwarzkiefernaufforstung im nördlichen Seitental.

Folgerungen für den Schutz von *Oedipoda germanica*

Die Gefährdung von *Oedipoda germanica* im NSG Haigergrund beruht vor allem im Lebensraumverlust durch allmäßliche Sukzession. Die wichtigsten Gefährdungsfaktoren von *Oedipoda germanica* werden im folgenden kurz aufgelistet:

- Verbuschung der Magerrasenflächen innerhalb der Weinbergsbrache (v. a. mit *Prunus spinosa* und *Cornus sanguinea*).
- Kiefernauftuuchs (*Pinus sylvestris*) auf den Trockenrasen im Bereich der Schaumkalkbank (Beschattung).
- Schwarzkiefernaufforstungen (*Pinus nigra*): Sie zerstören nicht nur den Lebensraum von Offenlandbewohnern wie *Oedipoda germanica*, sondern auch der Arten, die an Sukzessionsstadien gebunden sind.
- Beschattung der schmalen Trockenrasenstreifen durch Baumwuchs in den tiefer gelegenen Weinbergsbrachen: Die Schaumkalkbank ist vor allem im Seitental sehr schmal. Bäume, die unterhalb dieser wachsen, führen zu einer starken Beschattung.
- Die fortschreitende Sukzession erschwert die Wanderbewegungen von *Oedipoda germanica*.

Der Haigergrund zählt zu den Trockengebieten von überregionaler Bedeutung und ist sehr bedeutsam als Lebensstätte gefährdeter Tier- und Pflanzenarten, die hier zum Teil bundesweit ihre besten Vorkommen haben (NICKEL 1990). Schutz- und Pflegemaßnahmen, die für eine bestimmte Art sehr förderlich sind, können für eine andere Art nachteilig sein (KAULE 1991). So ist z. B. der im Untersuchungsgebiet anzutreffende Segelfalter vor allem auf das Vorkommen von Krüppelschlehen angewiesen (EBERT 1991), dagegen werden solche Bereiche von vielen xerothermen Heuschreckenarten gemieden. Diese unterschiedlichen Auswirkungen auf verschiedene Arten sind bei der Planung

von Pflegemaßnahmen zu beachten! Aufgrund der Größe des Gebietes von etwa 66 ha (NÜRK o.J.) bietet sich aber auch die Chance, Tier- und Pflanzenarten mit sehr unterschiedlichen Anforderungen zu erhalten.

Das längerfristige Überleben von *Oedipoda germanica* im NSG Haigergrund ist nur über Pflegemaßnahmen zu erreichen. Für den Buschberg sind v. a. folgende Pflegemaßnahmen wichtig:

- Offenhalten der Trockenrasen im Bereich der Schaumkalkbank: Entfernung des Kiefernanzugs; Fällung der Rotkiefern (*Pinus sylvestris*).
- Fällung von beschattenden Bäumen unterhalb der Schaumkalkbank.
- Zurückdrängen der Schlehen (*Prunus spinosa*) in den noch offenen Bereichen innerhalb der ehemaligen Weinberge.
- Entfernung der Schwarzkiefernaufforstungen (*Pinus nigra*).

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen danken, die mir bei der vorliegenden Arbeit geholfen haben: Prof. Heinrich-Otto von Hagen und Dr. Siegurd Heinig für die wissenschaftliche Betreuung der Arbeit; Hans-Peter Döler, Helga Schuldes und Jürgen Maser von der Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Stuttgart (BNL) für die produktive Zusammenarbeit bei der Konzeption des Themas; meinem Freund Elmar Beuchert für die tatkräftige Hilfe im Gelände und für die kritische und kreative Durchsicht des Manuskripts; sowie allen weiteren, die mir bei dieser Untersuchung behilflich waren.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. Peter Detzel, der mir die Anregung zu dieser Untersuchung gab und der stets ein offenes Ohr für meine Fragen hatte.

Verfasser

Stephan Zöller
Forsthausstr.12
63897 Miltenberg

Literatur

- BEGON, M. (1983): Grasshopper populations and weather: The effects of insolation on *Chorthippus brunneus*. - Ecol. Ent. 8: 361-370.
- BELLMANN, H. (1985): Heuschrecken - beobachten und bestimmen. - (Neumann-Neudamm), Melsungen; 210 S..
- BELLMANN, H. (1993): Heuschrecken beobachten, bestimmen. - (Naturbuch), Augsburg; 348 S..
- BROCKSIEPER, R. (1987): Der Einfluß des Mikroklimas auf die Verbreitung der Laubheuschrecken, Grillen und Feldheuschrecken im Siebengebirge und auf dem Rodderberg bei Bonn (Orthoptera: Saltatoria). - Decheniana-Beih. 21: 1-141.
- BUCHWEITZ, M. (1992): Zur Ökologie der Rotflügeligen Schnarrschrecke *Psophus stridulus* (L. 1758) (Orthoptera: Saltatoria). - unveröff. Diplomarbeit Fak. f. Biologie Univ. Hohenheim; 115 S..
- BUCHWEITZ, M. & WALTER, R. (1992): Individualmarkierung von Heuschrecken - ein Erfahrungsbericht. - Articulata 7: 55-61.
- DEMPSTER, J. P. (1963): The population dynamics of grasshoppers and locusts. - Biol. Rev. 38: 490-529.
- DETZEL, P. (1991 a): Ökofaunistische Analyse der Heuschreckenfauna Baden-Württembergs (Orthoptera). - Diss. Univ. Tübingen; 365 S..
- DETZEL, P. (1991 b): Pflegeplan Haigergrund: Teilbeitrag Heuschrecken. - Unveröff. Gutachten für die Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Stuttgart.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (Hrsg.) (1993): Monatlicher Witterungsbericht 4-10. - Verlag Deutscher Wetterdienst, Offenbach.
- EBERT G. (Hrsg): Die Schmetterlinge Baden Würtembergs: Bd.1: Tagfalter. - (Ulmer), Stuttgart; 552 S..
- EHRLINGER, M. (1991): Kleinräumige Wanderungen der Feldheuschrecke *Stenobothrus lineatus* zwischen unterschiedlich exponierten Halbtrockenrasen. - unveröff. Diplomarbeit der Universität Würzburg; 112 S..
- FABER, A. (1936): Die Laut- und Bewegungsäußerungen der Oedipodinae. - Zschr. wiss. Zool. 149: 1-85.
- FRANZ, H (1933): Auswirkungen des Mikroklimas auf die Verbreitung mitteleuropäischer xerophiler Orthopteren. - Zoogeogr. 1: 551-565.
- FROEHLICH, C. (1990): Verbreitung und Gefährdungssituation der Heuschrecken (Insecta: Saltatoria) im Regierungsbezirk Koblenz. - Fauna Flora Rheinland-Pfalz 6: 5-200.

- GEHRING, F. & KAPPLER H. (o.J.): Königheim. Alter Marktflecken und Weinort. - Königheim. [zit. nach LEIENDECKER, T. (1992): Der Haigergrund: Eine Naturschutzregion im Main-Tauber-Kreis - Landschaftsökologische Standortanalysen und Prognosen -. Unveröff. Diplomarbeit Geograph. Institut Tübingen; 98 S..]
- GEIGER, R. (1961): Das Klima der bodennahen Luftsicht. 4. Aufl.. - Braunschweig; 646 S..
- GILPIN, M. E. (1987): Spatial structure and population vulnerability. - In: SOULE, M.E. (Hrsg.): Viable population for conservation. - Cambridge University Press: 125-139.
- HARZ, K. (1957): Die Gerafflügler Mitteleuropas. - Gustav Fischer, Jena; 494 S..
- HELPFERT, B. & SÄNGER K. (1975): Haltung und Zucht europäischer Heuschrecken (Orthoptera: Saltatoria) im Labor. - Zeitschrift für angewandte Zoologie 62: 267-279. [Zit. nach NIEHUIS, M. (1991): Ergebnisse aus drei Artenschutzprojekten "Heuschrecken" (Orthoptera: Saltatoria). - Fauna Flora Rheinland-Pfalz 6: 335-552.]
- HESS, R. & G. RITSCHEL-KANDEL (1989 a): *Oedipoda germanica* (Rotflügelige Öllandschrecke) und andere buntflügelige Heuschrecken als Indikatorarten in unterfränkischen Xerothermstandorten. - Schriften. R. Bayer. Landesamt F. Umweltschutz 92: 92-93.
- HESS, R. & G. RITSCHEL-KANDEL (1992): Die Beobachtung der Rotflügeligen Öllandschrecke (*Oedipoda germanica*) in Unterfranken als Beispiel für das Management einer bedrohten Art. - Abh. Naturwissensch. Verein Würzburg. 33: 75-102.
- HEUSINGER, G. (1980): Zur Entwicklung des Heuschreckenbestandes im Raum Erlangen und um das Walberla: Ein Vergleich der Jahre 1946/47 mit 1975-1978. - Schriftenreihe Naturschutz und Landschaftspflege 12: 53-62.
- HUBER, W. (1952): Das Paarungsverhalten von *Oedipoda coerulescens*. - Mitt. schweiz. Ent. Ges. 25: 97-106.
- HÜRTEN, S. (1994): Struktur und Dynamik von Heuschreckenpopulationen in der Agrarlandschaft am Beispiel von *Chorthippus parallelus* und *Chorthippus albomarginatus*. - Unveröff. Diplomarbeit des Fachbereichs Biologie (Fachgebiet Naturschutz) der Philippsuniversität Marburg; 82 S..
- HÜTHER, W. (1959): Beitrag zur Kenntnis der pfälzischen Gerafflügler. - Mitt. Pollicchia, 3. Reihe: 169-179.
- INGRISCH, S. (1979): Experimentell-ökologische Freilanduntersuchungen zur Monotopbindung der Laubheuschrecken (Orthoptera, Tettigoniidae) im Vogelsberg. - Beitr. Naturkde. Osthessen 15: 33-95.

- INGRISCH; S. (1983): Zum Einfluß der Feuchte auf den Wasserhaushalt der Eier und die Größe des 1. Larvenstadiums bei mitteleuropäischen Feldheuschrecken (Orthoptera: Acrididae). - Zool. Anz Jena 210: 357-368.
- INGRISCH, S. (1988): Wasseraufnahme und Trockenresistenz der Eier europäischer Laubheuschrecken (Orthoptera: Tettigoniidae). - Zool. Jb. Physiol. 92: 117-170.
- JAKOBS, W. (1953): Verhaltensbiologische Studien an Feldheuschrecken. - Z. Tierpsychol. Beiheft 1: 228 S..
- JANSSEN, B. (1993): Populationsstruktur, Aktionsräume und Ausbreitungsstrategien von *Chorthippus pullus* und *Psophus stridulus* (Orthoptera, Acrididae) in Umlagerungsstrecken der oberen Isar. - Unveröff. Diplomarbeit des Fachbereichs Biologie (Fachrichtung Naturschutz) der Philipps-Universität Marburg; 105 S..
- JOERN, A. & GAINES, S.B. (1990): Population dynamics and regulation in grasshoppers. - In: CHAPMAN, R. F. & JOERN, A. (Hrsg.): Biology of grasshoppers. - (Wiley & Sons), New York, S.: 415-482.
- JÜRGENS, K. & REHDING, G. (1992): Xerothermophile Heuschrecken (Saltatoria) im Hegau: Bestandssituation von *Oedipoda germanica* und *Calliptamus italicus*. - Articulata 7: 19-38.
- KAUFMANN, T. (1965): Biological studies on some bavarian acridoidea (Orthoptera), with special reference to their feeding habits. - Annals Ent. Soc. America 58: 791-801.
- KAULE, G. (1991): Arten und Biotopschutz. 2. Aufl.. - Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart; 519 S..
- KÖHLER, G. (1988): Persistenz und Genese von Heuschrecken-Assoziationen (Orthoptera: Acrididae) in zentraleuropäischen Rasenökosystemen. - Zool. Jb. Syst. 115: 303-327.
- KÖHLER, G. & BRODHUHN, H.-P. (1987): Untersuchungen zur Populationsdynamik zentraleuropäischer Feldheuschrecken (Orthoptera: Acrididae). - Zool. Jb. Syst. 114: 157-191.
- LEIENDECKER, T. (1992): Der Haigergrund: Eine Naturschutzregion im Main-Tauber-Kreis - Landschaftsökologische Standortanalysen und Prognosen. - Unveröff. Diplomarbeit Geograph. Institut Tübingen; 98 S..
- LEISI, C. (1992): Untersuchungen zur Bedeutung von Grünbrücken als Vernetzungselement für Heuschrecken. - unveröff. Diplomarbeit der Univ. Hannover; 102 S..
- LUQUET, G. (1982): Die Feldheuschrecken des Mont Ventoux (Vaucluse, Südfrankreich): Ökologische und phänologische Beobachtungen (Orthoptera, Caelifera, Acridoidea). - Entomofauna 3/22: 351-364.

- MADER, H. J. (1985): Welche Bedeutung hat Vernetzung für den Artenschutz? - Schr. R. Deutscher Rat für Landespfl. 46: 631-634.
- MÜHLENBERG, M. (1989): Freilandökologie. - Quelle & Meyer, Heidelberg, Wiesbaden; 2. Aufl., 430 S..
- NICKEL, E. (1990): Naturschutzgebiet "Haigergrund": 600. Naturschutzgebiet für Baden-Württemberg: NSG 'Haigergrund', Gemeinde Königheim, Main-Tauber-Kreis. - Pressemitteilung der BNL Stuttgart.
- NICKEL, E. (1992): Pflege der Trockenhänge im Taubertal: Ein Modell zur Landschaftspflege in Baden-Württemberg. - Natursch. und Landschaftspfl. 1/92: 9-15.
- NIEHUIS, M. (1991): Ergebnisse aus drei Artenschutzprojekten "Heuschrecken" (Orthoptera: Saltatoria). - Fauna Flora Rheinland-Pfalz 6: 335-552.
- NÜRK; A. (o.J.): Würdigung des geplanten Naturschutzgebietes 'Haigergrund' Gemeinde Königheim, Main-Tauber-Kreis: 13 S..
- OSCHMANN, M. (1973): Untersuchungen zur Biotopbindung der Orthopteren. - Faun. Abh. staatl. Mus. Tierkd. Dresden 4: 177-206.
- PLACHTER, H. (1991): Naturschutz. - (G.Fischer), Stuttgart; 463 S..
- REICH, M. (1991): Struktur und Dynamik einer Population von *Bryodema tuberculata* (Fabricius, 1775) (Saltatoria, Acrididae). - Diss. Univ. Ulm; 105 S..
- REMMERT, H. (1979): Grillen - oder wie groß müssen Naturschutzgebiete sein? - Nationalpark 22: 7-9.
- REMMERT, H. (1985): Crickets in sunshine. - Oecologia 68: 29-33.
- REMMERT, H. (1989): Ökologie: Ein Lehrbuch. - 4. Aufl.. - Springer Verlag, Berlin; 374 S..
- RIETZE, J. & RECK, H. (1991): Untersuchungen zur Besiedlung der Verkehrsnebenflächen des Autobahnkreuzes Stuttgart durch Heuschrecken (Orthoptera, Saltatoria) mit besonderer Berücksichtigung der Dispersion der Großen Goldschrecke (*Chrysochraon dispar*). - Articulata 6/1: 91-119.
- RITSCHEL-KANDEL, G. & HESS, R. (1987): Zur Lage des Artenschutzes in den Steppenheiden Unterfrankens. Abh. Naturwiss. Verein Würzburg 28: 139-145.
- SACHS, L. (1984): Angewandte Statistik. 6. Aufl. - (Springer), Berlin, 545 S..

- SÄNGER, K. (1977): Über die Beziehungen zwischen Heuschrecken (Orthoptera: Saltatoria) und der Raumstruktur ihrer Habitate. - Zool. Jb. Syst. 104: 433-488.
- TAUSCHER, H. (1982): Zur Biotopbindung der postembryonalen Entwicklungsstadien der Feldheuschrecke *Oedipoda caerulescens* (L.) 1758 (Orthoptera: Acrididae). - Dissertation Univ. Wien; 79 S..
- WAGNER, G. (1994): Populationsstruktur und Mobilität von *Oedipoda germanica* in einem Steinbruch in Thüringen. - Vortrag auf der 3. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Orthopterologie vom 04. - 06. März 1994 in Jena.
- WALTER, R. (1992): Untersuchungen zur Mobilität und zum Habitat von *Platycleis albopunctata* (Goeze 1778) (Orthoptera, Ensifera). - Unveröff. Diplomarbeit Fak. f. Biologie Univ. Hohenheim; 93 S..
- WEIDNER, H. (1941): Die Gerafflügler (Orthopteroidea u. Blattoidea) des unteren Maintales. - Mitt. Münch. Ent. Ges. 31/2: 371-459.
- ZACHER, F. (1917): Die Gerafflügler Deutschlands und ihre Verbreitung. - (G. Fischer), Jena; 287 S..