

Habitatpräferenzen des Hirschkäfers *Lucanus cervus* (LINNAEUS, 1758) in der Kulturlandschaft – eine methodenkritische Analyse (Coleoptera: Lucanidae)

● MARKUS RINK & ULRICH SINSCH

Abstract. In the Moselle valley near Alf and Bullay we studied the habitat use of stag beetles *Lucanus cervus* using radio telemetric monitoring and the analysis of records by human observers. Aim of the study was to estimate the precision of each method to determine habitat preferences. Radio telemetry proved to provide objective data on the habitat use of free-ranging stag beetles imagines, whereas records of observers suggested a habitat use which was strongly biased towards habitats with high human presence. However, radio tracked beetles were, in fact, predominantly abundant in urban and agricultural landscape elements. Males and females differed significantly in the vertical distribution within the habitats and in affinity to dead wood. In conclusion, habitat preferences derived exclusively from observational records are not a reliable basis for conservation measures.

Key words. *Lucanus cervus*, telemetric monitoring, methods, habitat ecology, habitat preference, dead wood.

Zusammenfassung. Im Moseltal bei Alf und Bullay erfassten wir mittels radiotelemetrischem Monitoring und der Analyse von Fundortmeldungen die Habitatnutzung des Hirschkäfers *Lucanus cervus* (LINNAEUS, 1758). Ziel der Untersuchung war die Evaluation der Präzision beider Methoden zur Bestimmung von Habitatpräferenzen. Radiotelemetrie erwies sich als ein aufwändiges, aber objektives Verfahren zur Ermittlung der Habitatnutzung adulter Hirschkäfer, während die Analyse von Fundortmeldungen ein teilweise verzerrtes Bild ergab, da die Bedeutung von Habitaten mit hoher menschlicher Präsenz methodenbedingt überschätzt wird. Telemetrierte Hirschkäfer haben im Untersuchungsgebiet ihre Schwerpunkte im urbanen, landwirtschaftlich genutzten Bereich. Männchen und Weibchen zeigen unterschiedliche Mikrohabitatpräferenzen in Bezug auf die Vertikalverteilung und die Affinität zu Totholz. Die Ableitung von Habitatpräferenzen ausschließlich anhand von Fundortmeldungen für Artenschutz Zwecke kann nicht empfohlen werden.

ebenfalls erste Erfahrungen vor. Der Vorteil dieser Methode ist die gezielte Erfassung der Präferenzen von freibeweglichen Tieren, der Nachteil die begrenzte Anzahl von erfassbaren Arten, Lebensstadien und Individuen.

Beschränkungen der genannten Art fallen zwar bei der passiven, systematischen Suche in einem Untersuchungsgebiet weg, allerdings ist der notwendige Personalaufwand sehr groß und es bleibt unklar, ob wirklich alle genutzten Habitate in einem mehr oder minder willkürlich ausgewählten Untersuchungsgebiet vertreten sind. Daher werden die Ansprüche vieler Arten an den Lebensraum eher über die Auswertung von Fundortmeldungen abgeleitet. Dieses Verfahren wurde beispielsweise für die auffälligen Großkäfer *Lucanus cervus* (SMITH 2003) und *Oryctes nasicornis* (TELNOV 2001) angewandt. Wie SMITH (2003) kritisch zu dieser Methode anmerkt, hängen die so abgeleiteten Habitatpräferenzen stark von der menschlichen Präsenz, der Überschaubarkeit der jeweiligen Gebiete sowie der Zuordnungsgenauigkeit zum jeweiligen Mikrohabitat ab. Unter Umständen kann es so zur Überschätzung der Bedeutung bestimmter Habitate für eine Art kommen, während andere wichtige Habitate übersehen werden.

Der Hirschkäfer *Lucanus cervus* erlaubt eine vergleichende Evaluation der Stärken und Schwächen von aktivem Monitoring gegenüber Fundortanalysen zur Bestimmung seiner Habitatpräferenzen. Radiotelemetrische Befunde an acht Imagines einer Schweizer Population ergaben erste qualitative Ergebnisse zur aktiven Habitatwahl (SPRECHER-UEBERSAX & DURRER 2001). Andererseits liegt eine umfangreiche quantitative Beschreibung der Habitatpräferenzen auf der Basis von mehr als 3000 Fundortmeldungen aus England vor (SMITH 2003). Die Befunde und Schlussfolgerungen beider Untersuchungen unter-

Einleitung

Zur Quantifizierung von Habitatpräferenzen sind prinzipiell zwei Ansätze möglich, die aktive Verfolgung von Einzeltieren mit regelmäßiger Feststellung der Aufenthaltsorte und die passive, systematische Suche in einem abgegrenzten Gebiet nach Tieren der Zielart. Bei Käfern kann die aktive Methode mittels Harmonischem Radar oder Radiotelemetrie bislang nur bei Imagines von größeren Arten angewandt werden, da die Tiere individuell mit Sende- oder Reflekti-

onseinrichtungen ausgerüstet werden müssen (KENWARD 1987, RILEY & SMITH 2002). Beim Lederlaufkäfer *Carabus coriaceus* LINNAEUS, 1758, der sich ausschließlich laufend fortbewegt, wurde bereits ein radiotelemetrisches Monitoring durchgeführt (RIECKEN & RIETH 1992, RIECKEN & RATHS 1996). Bei flugfähigen Käfern wie *Osmoderma ermita* (SCOPOLI, 1763) (HEDIN & RANIUS 2002), *Scapanes australis* (BOISDUVAL, 1832) (BEAUDOIN-OLLIVIER et al. 2003) und *Lucanus cervus* (LINNAEUS, 1758) (SPRECHER-UEBERSAX & DURRER 2001) liegen

scheiden sich in wesentlichen Aspekten, speziell in der Nutzung urbaner Lebensräume, wobei bisher nicht klar ist, ob diese Unterschiede methodenbedingt sind oder Unterschiede zwischen den geographisch weit voneinander entfernten Populationen widerspiegeln. Speziell im Hinblick auf Artenschutzaspekte erscheint eine Klärung dieser augenscheinlichen Widersprüche dringend notwendig. Zwar sind bei geschützten Arten wie *Lucanus cervus* auch deren Entwicklungsstadien und Lebensräume geschützt, aber dies setzt zuverlässige Kenntnisse über die Habitatpräferenzen der adulten Käfer voraus, die zunehmend in urbanen Gebieten aufzutreten scheinen (ROER 1980, TOCHTERMANN 1987, SMITH 2003).

In dieser Untersuchung wurden erstmals beide Methoden im gleichen kleinräumigen Gebiet angewandt, um lokale und klimatische Unterschiede als Variationsursache ausschließen zu können. Fundortmeldungen zwischen 2000 und 2005 werden telemetrisch ermittelten Fundorten zwischen 2003 und 2005 gegenübergestellt. Ziele der Untersuchung sind, die Habitatpräferenzen telemetriert Hirschkäferimagines mit denen aus Fundortmeldungen abgeleiteten quantitativ zu vergleichen, methoden-unabhängige Habitatpräferenzen abzuleiten und eventuelle geschlechtspezifische Unterschiede zu erfassen.

Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt in den Gemarkungen der Gemeinden Bullay und Alf, Kreis Cochem-Zell, Rheinland-Pfalz (RINK & SINSCH 2007). Es wird von der Mosel durchflossen, einem Fließgewässer 1. Ordnung. Die Höhenzonierung reicht von 94 bis 398 m ü. NN, das Klima lässt sich als trocken-warmes Weinbauklima charakterisieren. Die Ortschaften liegen an der Mosel umgeben von Weinbergen, Gärten und Resten alter Streuobstwiesen, die in den Bergen und Nordhängen in Traubeneichen-Hainbuchen-Wälder mit unterschiedlichen Anteilen natürlicher und anthropogen eingebrachten Baumarten übergehen (Abb. 1). Die bebauten Ortslagen weisen Baum- und Strauchbestände unterschiedlicher Struktur, vom Einzelbaum über Gruppen bis hin zu waldähnlichen Strukturen auf. In den Ortskernen fehlt bei sehr dichter Bauweise eine Baum- und Strauchbepflanzung gänzlich.

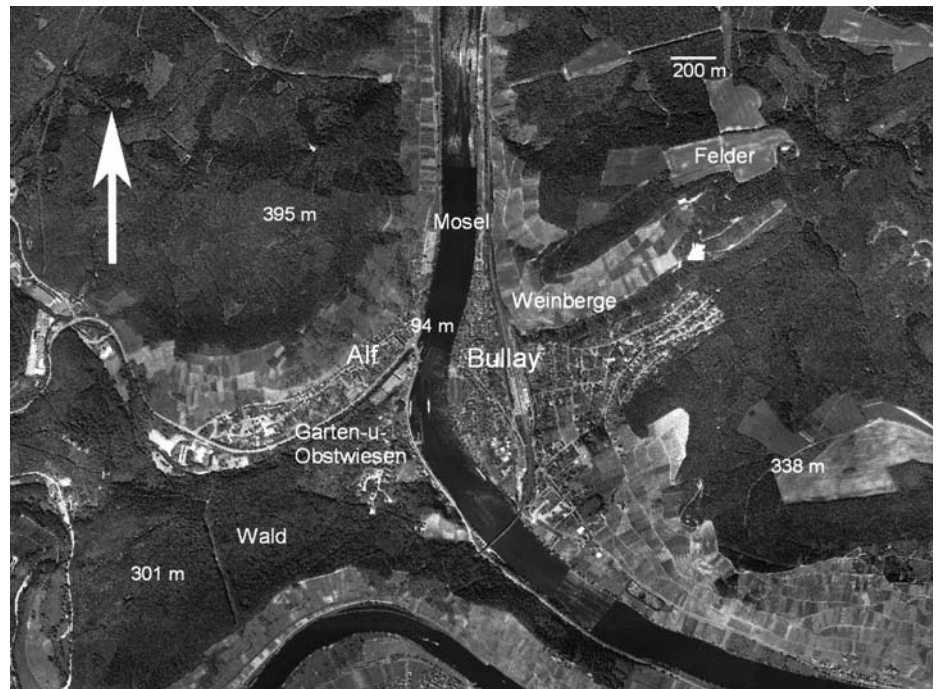


Abb. 1. Digitale Luftbildkarte des Untersuchungsgebietes Alf und Bullay (Quelle: Forstamt Zell 2002).

Methoden zur Erfassung der Habitatpräferenzen

Telemetrie

In den Jahren 2003 bis 2005 wurden in den Monaten Mai und Juni insgesamt 56 Imagines (18 Männchen; 38 Weibchen) mit Sendern versehen (Masse ca. 350 mg, Maße 12,5 mm x 6,0 mm x 2,6 mm; Antennenlänge: 100 mm; TITLEY ELECTRONICS, Australien, SPRECHER-UEBERSAX & DURRER 2001). Die maximale Reichweite betrug etwa 300 m und die Betriebsdauer lag bei ca. zwölf Tagen. Die Frequenzen lagen bei 150–151 MHz. Die Sender wurden auf dem Pronotum befestigt und mit Sekundenkleber auf Cyanoacrylat-Basis befestigt. Die Ortung der Signale erfolgte mit einem Stabo-XR-100-Scanner ergänzt durch einen Vorverstärker PA 15 (CONRAD ELECTRONICS), einer Dreielement-Yagi-Antenne und einfachen Teleskop-Stabantennen. Die Käfer wurden nach der Besenderung wieder an ihrem Fundort ausgesetzt und von diesem Zeitpunkt an im Homing-in-Verfahren drei Mal am Tag aufgesucht. Dabei wurde Sichtkontakt aufgenommen, wenn dies ohne Störung des Tieres möglich war. Die Aufenthaltsorte wurden mittels GPS (GARMIN GEKO 101) oder einer Karte mit sehr kleinem Maßstab erfasst und mit ArcView weiter bearbeitet. An jedem Fundort wurden deskriptive Daten zum Makrohabitat, Mikrohabitat und zur vertikalen Verteilung erhoben.

Fundortmeldungen

Im Rahmen der Kartierung von Hirschkäferfervorkommen in den Jahren 2000 bis 2005 wurden 285 Fundorte für das Untersuchungsgebiet Alf und Bullay gemeldet (RINK & SINSCH 2007). An jedem Fundort wurden deskriptive Daten zum Makrohabitat und zur vertikalen Verteilung erhoben.

Kategorisierung der Habitate

Es wurden fünf Kategorien von Makrohabitaten unterschieden: (1) Brache: verbuschende, ungenutzte Gelände innerhalb und außerhalb der Ortslage. Wesentliches gemeinsames Merkmal ist die aufgegebenen menschliche Nutzung. (2) Gartenwiese: Gärten und Wiesenstrukturen in den Ortslagen. Dazu zählen auch Friedhof, Moselufer und Grünanlagen. Gemeinsames Merkmal ist die Pflege durch den Menschen. (3) Streuobstwiese: Streuobstwiesen, sofern sie noch eine flächige Ausdehnung haben. Wesentliches Kennzeichen ist eine extensive menschliche Nutzung und das Vorhandensein alter Obstsorten. (4) Wald: Alle Waldstrukturen flächiger Ausdehnung innerhalb und außerhalb der Ortslage. Nicht an die gesetzlichen Definitionen des Waldes geknüpft. Baumgruppen, Kronenschluss und eine Flächengröße von ca. 100 m² waren Voraussetzung. (5) Künstliche Habitate: Haus- und Straßenbereiche ohne Baumbestand.

Als Mikrohabitate wurden die spezifischen Aufenthaltsorte der Käfer beschrieben. Dazu wurden die Fundorte den Wuchsformen Baum, Strauch oder krautige Pflanze zugeordnet, oder dem Boden. Bei den pflanzlichen Wuchsformen wurde jeweils die Art bestimmt. Dem Mikrohabitat Boden wurden Käfer zugeordnet, die ohne eine erkennbare Assoziation zu einer Pflanze an oder unter der Oberfläche angetroffen werden. Soweit erkennbar, wurden spezifische Teile des Fortpflanzungsverhaltens (Locken, Paarung, Eiablage, Versteck) der Weibchen den Mikrohabitaten zugeordnet. Bei der Beschreibung der Mikrohabitate wurde immer festgehalten, ob es eine unmittelbare Assoziation zu Totholz gab. Entscheidend war der Aufenthaltsort des Käfers und nicht etwaiges in der Nähe befindliches Totholz.

Die Vertikalskala beschrieb die Lage jedes Fundortes in Bezug zur Erdoberfläche. Es wurden drei Kategorien unterschieden: (1) unter der Erdoberfläche: im Boden, Käfer mit Erde überdeckt. (2) auf der Erdoberfläche: auf Boden, im Laub, im Gras, auf oder unter Stein. (3) oberhalb der Erdoberfläche: im Baum, Strauch, an künstlichen Habitaten oder fliegend.

Statistische Datenanalyse

Zur statistischen Analyse wurden sämtliche Habitatkategorien als natürliche Zahlen (diskrete Variablen) kodiert. Die resultierenden geschlechtsspezifischen Verteilungen wurden mit Hilfe des KOLMOGOROV-SMIRNOV Tests auf signifikante Unterschiede untersucht. Entsprechend wurde beim Vergleich zwischen telemetrischen Daten und Fundortmeldungen verfahren. Das Signifikanzniveau wurde auf 5 % festgesetzt. Alle statistischen Berechnungen wurden mit dem Programmpaket Statgraphics Plus, Version 5.0, durchgeführt.

Ergebnisse

Telemetrisch ermittelte Habitatpräferenzen

Das Monitoring von 18 männlichen und 38 weiblichen Hirschkäferimagines in den Jahren 2003 bis 2005 ergab insgesamt 1.147 Einzelortungen (Männchen: n=365; Weibchen n=782), bei denen die Aufenthaltsorte identifiziert werden konnten. 909 (Männchen: n=292; Weib-

chen n=617) Aufenthaltsorte, also ca. 80%, lagen innerhalb der urbanen und landwirtschaftlich genutzten Flächen, die übrigen 238 (Männchen: n=73; Weibchen n=165) im Wald im Außenbereich. Im Folgenden werden die geschlechtsspezifischen Häufigkeitsverteilungen aufgeschlüsselt nach der Nutzung von Makro- und Mikrohabitatstypen sowie nach der Vertikalposition des Imagines bezüglich der Erdoberfläche.

Makrohabitate

Die von männlichen Imagines aufgesuchten Makrohabitate bestanden vorwiegend aus Arealen mit Baumbestand (Obstbäume und Mischwald), während offene Areale mit niedriger Vegetation von den weiblichen Imagines bevorzugt wurden (Abb. 2). Die geschlechtsspezifische Häufigkeitsverteilung unterschied sich signifikant (KOLMOGOROV-SMIRNOV Test, $p < 0,0001$). Fast 60% der Ortungen der Männchen lagen in den Grenzbereichen zwischen zwei Makrohabitaten, also in Ökotonen (Abb. 3). Davon wiederum befanden sich zwei Drittel der Ortungen an Waldrändern, d.h. im Grenzbereich zwischen Baumbeständen und offener Landschaft ohne Baumbestand mit niedriger Vegetation. Die geschlechtsspezifische Häufigkeitsverteilung der Ökotonnutzung unterschied sich signifikant (KOLMOGOROV-SMIRNOV Test, $p < 0,0001$).

Vertikalverteilung der Aufenthaltsorte

Die Vertikalpositionen der Aufenthaltsorte unterschieden sich signifikant zwischen Männchen und Weibchen (KOLMOGOROV-SMIRNOV Test, $p < 0,0001$). Männchen wurden ausschließlich oberirdisch geortet mit einem deutlichen Schwerpunkt auf erhöhte Strukturen wie Bäume und Sträucher (Abb. 4). Weibchen hielten sich häufiger auf dem Boden oder bei der Oviposition auch langfristig unterhalb der Erdoberfläche auf.

Mikrohabitate

Insgesamt konnten 1.048 Mikrohabitate beschrieben werden. Die Aufenthaltsorte ließen sich in 929 Fällen (88,6%) Bäumen, Sträuchern oder krautigen Pflanzen zuordnen (Tab. 1). Geschlechtsspezifisch entsprach dies bei den Männchen 99,9% und bei den Weibchen 83,5%. In 119 Fällen (11,4% aller Fälle) wurden Käfer lokalisiert, ohne dass eine Assoziation zu einer Pflanze erkennbar war. In diesen Fällen liefen die Käfer entweder auf der Erde oder hatten sich im Erdreich

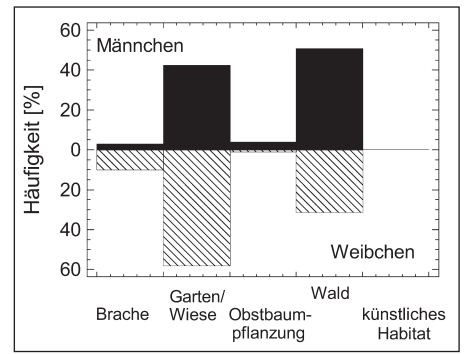


Abb. 2. Geschlechtsspezifische Verteilung der Makrohabitate, die von 18 männlichen und 38 weiblichen telemetrierten Hirschkäfern aufgesucht wurden. Gesamtzahl der Ortungen: n=363 (Männchen) und n=779 (Weibchen). Künstliche Habitate sind Häuser und Strassen ohne Vegetation.

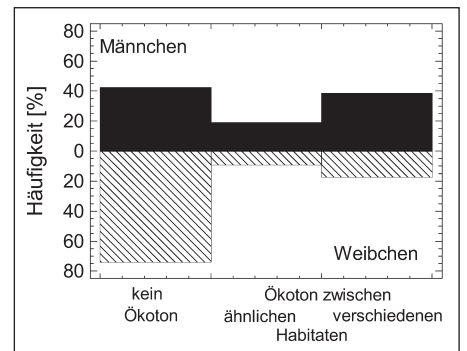


Abb. 3. Aufenthaltsorte von 18 männlichen und 38 weiblichen telemetrierten Hirschkäfern, aufgeschlüsselt nach Innen- (links) und Randbereichen (Ökotone) der Makrohabitate. Als ähnliche Makrohabitate wurden Brache und Garten/Wiese bzw. Obstbaumpflanzung und Wald klassifiziert.

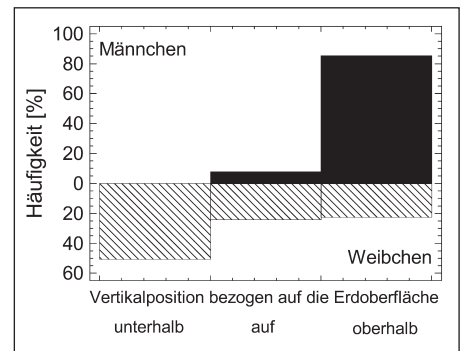


Abb. 4. Vertikale Verteilung der Aufenthaltsorte von 18 männlichen und 38 weiblichen telemetrierten Hirschkäfern.

versteckt, 118 davon waren weiblich. Geschlechtsspezifisch hatten Bäume bei den Männchen einen Anteil von 79,6% und bei den Weibchen 66,8%, bei den Sträuchern für die Männchen 19,5% und für die Weibchen 13,4% und bei den krautigen Pflanzen 0,5% für Männchen und 3,2% für Weibchen. Ohne Assoziation zu Pflanzen waren 0,3% der Männchen und 16,5% der Weibchen. Es wur-

den 28 verschiedene Baumarten aufgesucht. Männchen suchten 21 verschiedene Baumarten auf, Weibchen 14. Acht Baumarten wurden von beiden Geschlechtern aufgesucht. Die Eiche (*Quercus petraea* und *Q. robur*) war mit 25,9% bei den Männchen und 40,3% bei den Weibchen bei beiden Geschlechtern die häufigste Baumart. Die Kirsche (*Prunus avium*) folgte bei den Männchen mit 27,8% und den Weibchen mit 27,9%. Die anderen Baumarten überschritten Anteile von je 10,0% nicht. 4,9% aller aufgesuchten Baum- und Straucharten waren Koniferen, wobei die Fichte bei beiden Geschlechtern vorne lag. Es wurden insgesamt 14 verschiedene Straucharten aufgesucht. Bei den Straucharten suchten Männchen neun verschiedene, Weibchen acht verschiedene Straucharten auf. Hier kamen bei den Männchen der Liguster mit 26,2% und die Magnolie 24,6% am häufigsten vor. Bei den Weibchen waren es der Flieder mit 37,5% und die Magnolie mit 31,3%. Drei Straucharten wurden von beiden Geschlechtern aufgesucht. Bei den krautigen Pflanzen handelte sich bei den Männchen um den Wurmfarne und bei den Weibchen war die Brennnessel mit 68% am stärksten vertreten. Weibchen nutzten fünf der insgesamt 14 von ihnen aufgesuchten Baumarten suchten Eiablage. Sträucher wurden hierfür nicht aufgesucht (Tab. 2). Alle Bäume waren bereits mehrjährig abgestorben. Mit Eiche (*Quercus petraea*/*Q. robur*, n = 117), Kirsche (*Prunus avium*, n = 73), Trauerweide (*Salix alba* var. *tristis*, n = 28), Birke (*Betula pendula*, n = 27) und Pflaume (*Prunus domestica*, n = 20) wurden ausschließlich Laubbäume, überwiegend Hartholz und mit der Trauerweide auch eine Weichholzbaumart aufgesucht. Bäume und Sträucher wurden von Weibchen auch als Versteck aufgesucht, dann in der Regel im Bereich des Stammfußes (n = 186). Der Aufenthalt auf lebenden Bäumen und Sträuchern wurde häufig zu längeren Fraß-, Lock- und Paarungsaufenthalten genutzt sowie als Startpunkt für das Zulaufen auf in der Nähe liegende Brutstätten (n = 145; Tab. 2).

Aus Fundortmeldungen abgeleitete Habitatpräferenzen

Makrohabitate

Die Fundorte von männlichen und weiblichen Imagines waren weit überwiegend Gärten und Wiesen, gefolgt von einem signifikanten Anteil von künstlichen Ha-

Tab. 1. Pflanzenarten, die von 18 männlichen und 38 weiblichen telemetrierten Hirschkäfern aufgesucht wurden. * lokale Wuchsform als Baum bzw. Strauch.

Art	Deutscher Name	Männchen (n = Funde)	Weibchen (n = Funde)	Gesamt
Bäume				
<i>Acer argutum</i>	Spitzzahniger Ahorn	15	-	15
<i>Acer campestre</i> *	Feldahorn	1	4	5
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Bergahorn	4	1	5
<i>Abies grandis</i>	Küstentanne	1	-	1
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Rosskastanie	-	12	12
<i>Betula pendula</i>	Birke	-	27	27
<i>Caprinus betulus</i> *	Hainbuche	15	-	15
<i>Crataegus monogyna</i> *	Weissdorn	-	3	3
<i>Fagus sylvatica purpurea</i>	Blutbuche	2	-	2
<i>Fagus sylvatica</i>	Rotbuche	-	1	1
<i>Fraxinus excelsior</i>	Esche	1	-	1
<i>Juglans regia</i>	Wallnuss	6	-	6
<i>Malus sylvestris</i>	Apfel	18	11	29
<i>Picea abies</i>	Fichte	23	8	31
<i>Picea pungens</i>	Blaufichte	-	3	3
<i>Prunus avium</i>	Kirsche	69	133	202
<i>Prunus domestica</i>	Pflaume	4	26	30
<i>Populus nigra</i>	Pappel	12	-	12
<i>Populus nigra italica</i>	Pyramidenpappel	-	28	28
<i>Populus tremula</i>	Zitterpappel	1	-	1
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Douglasie	1	-	1
<i>Quercus petraea</i> bzw. <i>Q. robur</i>	Eiche	74	192	266
<i>Quercus robur fastigiata</i>	Pyramideneiche	1	-	1
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinie	8	-	8
<i>Salix alba</i> var. <i>tristis</i>	Trauerweide	-	28	28
<i>Salix caprea</i>	Salweide	1	-	1
<i>Thuja occidentalis</i>	Thuja	5	-	5
<i>Tilia platyphyllos</i>	Sommerlinde	4	-	4
Sträucher				
<i>Acer campestre</i> *	Feldahorn	5	-	5
<i>Caprinus betulus</i> *	Hainbuche	6	-	6
<i>Corylus avellana</i>	Haselnuss	1	3	4
<i>Crataegus monogyna</i> *	Weissdorn	4	-	4
<i>Euonymus europaea</i>	Pfaffenhütchen	-	7	7
<i>Hedera helix</i>	Efeu	-	6	6
<i>Juniperus communis</i>	Wacholder	-	4	4
<i>Ligustrum vulgare</i>	Liguster	17	-	17
<i>Magnolia soulangia</i>	Magnolie	16	30	46
<i>Prunus l. rotundifolia</i>	Kirschlorbeer	-	4	4
<i>Reynoutria sachalinensis</i>	Salachinknöterich	4	-	4
<i>Rhododendron flavum</i>	Rhododendron	9	11	18
<i>Ribes rubrum</i>	Johannisbeere	-	1	1
<i>Rubus idaeus</i>	Himbeere	3	-	3
<i>Syringa vulgaris</i>	Flieder	-	36	36
Krautpflanzen				
<i>Clematis vitalba</i>	Waldrebe	1	-	0
<i>Dryopteris filix-mas</i>	Wurmfarne	1	-	1
<i>Urtica dioica</i>	Brennnessel	-	17	17
Ohne Zuordnung zu einer Pflanzenart				
Boden/Wiese		1	118	119

Tab. 2. Mikrohabitat und beobachtetes Verhalten von 38 weiblichen telemetrierten Hirschkäfern. * lokale Wuchsform als Baum bzw. Strauch.

Art	Deutscher Name	Weibchen (n = Funde)	Eiablage	Versteck	Locken/ Paarung
Bäume					
<i>Acer campestre</i> *	Feldahorn	4	-	4	-
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Bergahorn	1	-	-	1
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Rosskastanie	12	-	-	12
<i>Betula pendula</i>	Birke	27	27	-	-
<i>Crataegus monogyna</i> *	Weißdorn	3	-	-	3
<i>Fagus sylvatica</i>	Rotbuche	1	-	1	-
<i>Malus domestica</i>	Apfel	11	-	9	2
<i>Picea abies</i>	Fichte	8	-	-	8
<i>Picea pungens</i>	Blaufichte	3	-	3	-
<i>Prunus avium</i>	Kirsche	133	73	34	26
<i>Prunus domestica</i>	Pflaume	26	20	-	6
<i>Populus nigra italica</i>	Pyramidenpappel	28	-	-	28
<i>Quercus petraea</i> bzw. <i>Q. robur</i>	Eiche	192	117	52	23
<i>Salix alba var. tristis</i>	Trauerweide	28	28	-	-
Sträucher					
<i>Corylus avellana</i>	Haselnuss	3	-	1	2
<i>Euonymus europaea</i>	Pfaffenhütchen	7	-	6	1
<i>Juniperus communis</i>	Wacholder	4	-	4	-
<i>Magnolia soulangia</i>	Magnolie	30	-	1	29
<i>Prunus l. rotundifolia</i>	Kirschlorbeer	4	-	-	4
<i>Rhododendron flavum</i>	Rhododendron	11	-	11	-
<i>Rubus idaeus</i>	Himbeere	1	-	1	-
<i>Syringa vulgaris</i>	Flieder	36	-	36	-
Krautpflanzen					
<i>Urtica dioica</i>	Brennnessel	17	-	17	-
Summe		714	265	186	145

bitaten wie Häusern und Strassen (Abb. 5). Die geschlechtsspezifische Häufigkeitsverteilung unterschied sich signifikant (KOLMOGOROV-SMIRNOV Test, $P < 0,01$). 14,4% ($n = 41$) der insgesamt 285 gemeldeten Käfer wurden an oder in Gebäuden ($n = 30$), auf Straßen ($n = 6$) oder unter Straßenlaternen ($n = 5$) angetroffen. Weibchen ($n = 23$) wurden dabei häufig ($n = 11$) an oder in Garagen bzw. Kellern angetroffen. Männchen ($n = 18$) häufig an Hauswänden. Da fast alle Fundortmeldungen hoch fragmentierte Ortslagen betrafen, lagen rund 2/3 der Meldungen in den Grenzbereichen zwischen zwei Makrohabitaten, also in Ökotonen (Abb. 6). An diesen Grenzbereichen war fast immer ein künstliches Habitat beteiligt. Die geschlechtsspezifische Häufigkeitsverteilung der Ökotonnutzung unterschied sich signifikant (KOLMOGOROV-SMIRNOV Test, $p < 0,01$).

Vertikalverteilung der Aufenthaltsorte

Die Vertikalpositionen der Aufenthaltsorte unterschieden sich signifikant zwi-

schen Männchen und Weibchen (KOLMOGOROV-SMIRNOV Test, $p < 0,0001$). Männchen wurden fast ausschließlich oberirdisch gefunden mit einem deutlichen Schwerpunkt auf erhöhte Strukturen wie Bäume und Sträucher, aber vor allem auf fliegende Tiere, die ebenfalls in dieser Kategorie vertreten sind (Abb. 7). Weibchen wurden am häufigsten auf dem Boden gemeldet, aber auch ein signifikanter Anteil beim Flug.

Vergleich der methodenabhängigen Habitatpräferenzen

Die mit den beiden Erhebungsmethoden bestimmten Verteilungen über die Makrohabitats unterschieden sich sowohl bei den Männchen als auch bei den Weibchen signifikant voneinander (KOLMOGOROV-SMIRNOV Test, $p < 0,0001$). Bei den Männchen und Weibchen beruhte der Unterschied auf der extremen Dominanz der Fundmeldungen in Gärten und Wiesen sowie dem Anteil von Funden in künstlichen Habitaten, die von te-

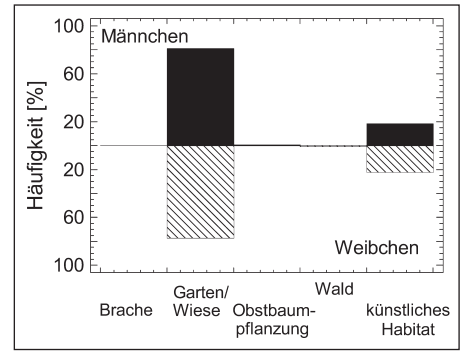


Abb. 5. Geschlechtsspezifische Verteilung der Makrohabitats von 159 männlichen und 126 weiblichen Hirschkäfern, beruhend auf Fundortmeldungen. Künstliche Habitats sind Häuser und Straßen ohne Vegetation.

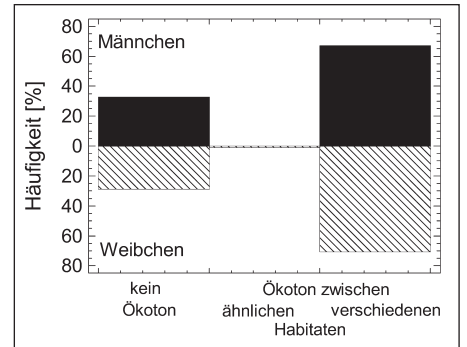


Abb. 6. Geschlechtsspezifische Verteilung der Makrohabitats von 159 männlichen und 126 weiblichen Hirschkäfern, beruhend auf Fundortmeldungen, aufgeschlüsselt nach Innen- (links) und Randbereichen (Ökotonen) der Makrohabitats. Als ähnliche Makrohabitats wurden Brache und Garten/Wiese klassifiziert, als verschiedene künstliche Habitats mit jedem anderen Makrohabitat.

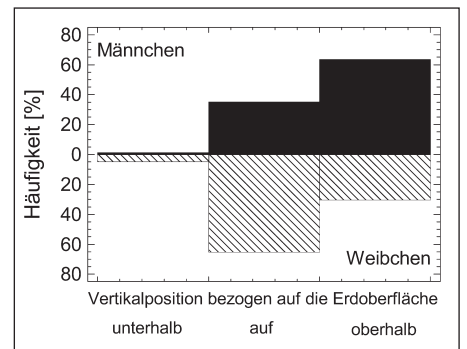


Abb. 7. Vertikale Verteilung der Fundortmeldungen von 159 männlichen und 126 weiblichen Hirschkäfern.

lemetrierten Tieren nie aufgesucht wurden.

Die Verteilungen über Ökotonen unterschieden sich ebenfalls methodenabhängig bei beiden Geschlechtern signifikant voneinander (KOLMOGOROV-SMIRNOV Test, $p < 0,0001$). Da die Fundmeldungen fast ausschließlich aus urbanen Bereichen stammten, waren künstliche Habitats meist in Fundortnähe.

Die Verteilungen der Vertikalpositionen unterschieden sich methodenbedingt sowohl bei den Männchen als auch bei den Weibchen signifikant voneinander (KOLMOGOROV-SMIRNOV Test, $p < 0,0001$). Bei den Männchen beruhte der Unterschied vor allem darauf, dass der Anteil von Tieren oberhalb der Erdoberfläche bei den Fundmeldungen wesentlich geringer war als bei den Telemetrieortungen. Bei den Weibchen unterschätzten die Fundortmeldungen den Anteil der Tiere unterhalb der Erdoberfläche.

Diskussion

Diese Untersuchung weist gravierende Unterschiede zwischen den aus telemetrischen Untersuchungen abgeleiteten Habitatpräferenzen und den auf Fundortmeldungen beruhenden nach. Da es sich um Untersuchungen im selben Gebiet und im gleichen Zeitraum handelte, muss davon ausgegangen werden, dass die Unterschiede ausschließlich methodenbedingt sind. Das einzige gemeinsame, d. h. methoden-unabhängige Resultat war der deutliche geschlechtsspezifische Unterschied in der Präferenz für Makro- und Mikrohabitate. Die starke Methodenabhängigkeit der Ergebnisse hat schwerwiegende Konsequenzen für die Vergleichbarkeit bereits veröffentlichter Habitatpräferenzen des Hirschkäfers und der daraus abgeleiteten Maßnahmen im Arten- und Biotopschutz (TOCHTERMANN 1992, SPRECHER-UEBERSAX & DURRER 2001, SMITH 2003). Ein kritischer Vergleich der wenigen publizierten quantitativen Charakterisierungen der Habitatpräferenzen mit den hier beschriebenen soll dazu beitragen, ein objektives Bild mit möglichst wenig methodenbedingten Verzerrungen zu entwerfen.

Präferierte Makrohabitate

Beide Geschlechter bevorzugten an der Mosel die stark anthropogen geprägten Ortslagen, die häufig in räumlicher Nähe zum Wald lagen. Ähnliches scheint auch für eine Schweizer Population (Raum Basel) zu gelten, die vorwiegend kleine Wäldchen dicht neben Wohngebieten nutzte (SPRECHER-UEBERSAX & DURRER 2001). Die dort telemetrierten Käfer bewegten sich zwischen schmalen fragmentierten Waldgebieten und landwirtschaftlich genutzten Offenlandschaften, wobei Siedlungen selbst jedoch nicht aufgesucht wurden. Die Vermeidung künstlicher Habitate (Bauten) durch te-

lemetrierte Käfer konnte auch für die Moselpopulation nachgewiesen werden. Die generelle Präferenz für Ortslagen scheint nach Fundortmeldungen zu urteilen auch für englische Populationen zu gelten (SMITH 2003). Dreiviertel der Registrierungen fanden in privaten Gärten und weitere 22 % für Stadtzentren, Straßen und Parks statt. Die durch die Fundortanalyse suggerierte Ausschließlichkeit der Nutzung anthropogen geprägter Habitate dürfte allerdings ein methodisches Artefakt sein, wie auch in der vorliegenden Untersuchung an der Mosel ersichtlich. Die Fundorthäufigkeit spiegelt stärker die Raumnutzung der Käfermelder wieder als die reale, durch Telemetrie erfasste Makrohabitatnutzung der Hirschkäfer. So dürfte auch die von TOCHTERMANN (1992) postulierte Abwanderung der Hirschkäfer aus dem Wald in die Tallagen wahrscheinlich mehr die Folge der unterschiedlichen Registrierwahrscheinlichkeit in beiden Habitaten sein. Telemetrische Untersuchungen deuten nach wie vor auf eine Nutzung des Waldes bzw. waldähnlicher Strukturen hin.

Neben der telemetrisch nachgewiesenen Waldnutzung ergab der Methodenvergleich eine weitere Diskrepanz in der Habitatnutzung, nämlich die 14 % Meldungen von Hirschkäfern an Häusern und Straßen. Eine simple Fehlleitung durch Licht oder Wärme (Lichtfang-Effekt) kommt als Erklärung nicht in Frage, da solche Reize auch auf die telemetrierten Tiere einwirkten und dennoch keinen der 56 Käfer dazu bewegte, diese künstlichen Habitate aufzusuchen. Auch wenn die genauen Ursachen für das Aufsuchen dieser Strukturen unklar bleiben, so dürfte der Anteil 14 % die reale Häufigkeit der Anflüge von Hirschkäfern auf künstliche Habitate weit überschätzen. Vermutlich wird durch die permanente Anwesenheit von Menschen an diesen Orten praktisch jeder Besuch registriert, was an keinem anderen Makrohabitat der Fall ist. Umgekehrt zeigt das Fehlen von telemetrierten Tieren an diesen Orten bei mehr als 1000 registrierten Aufenthaltsorten, dass die reale Besuchshäufigkeit eher im Promillebereich zu veranschlagen ist. Wenn letztere Einschätzung zutrifft, dürfte die Population im Mosel einen Imaginalbestand von mehreren hundert Individuen aufweisen.

Veränderte Habitatpräferenzen in der Kulturlandschaft werden für den Nas-

hornkäfer (*Oryctes nasicornis* (LINNAEUS, 1758)) angenommen, der den Wald über Sägewerksabfälle hin zu Komposthaufen als Bruthabitate verlassen hat (SPRECHER-UEBERSAX & DURRER 2001). In Lettland besiedeln 95 % der Nashornkäfer anthropogen eingerichtete Mikrohabitate wie Komposthaufen, Frühbeete, Misthaufen und Spanhaufen, der Rest allerdings noch natürliche Habitate im morschem Holz und Mulm nutzt (TELNOV 2001). Im Gegensatz zu *Oryctes nasicornis*, der über Veränderung oder Erweiterung seiner Habitatansprüche in die Ortslagen gewandert zu sein scheint, besiedelt *Lucanus cervus* auch dort seine ursprünglichen Habitatstrukturen, nämlich Bäume und Sträucher, wobei es möglicherweise zu einer Erweiterung des Baumartenspektrums gekommen ist (diese Untersuchung; SMITH 2003). Ob es sich tatsächlich um eine adaptive Erweiterung des Baumspektrums handelt, ist jedoch keineswegs sicher, denn die früher postulierte ausschließliche Bindung an Eichen ist nicht durch ältere, quantitative Untersuchungen belegbar.

Die geschlechtsspezifisch unterschiedliche Habitatnutzung ist zwar mit beiden Methoden nachweisbar, aber scheint auch habitatspezifische Komponenten zu beinhalten. In der Moselpopulation hielten sich Männchen häufiger in Arealen mit Baumbestand und Weibchen bevorzugt in offeneren Arealen auf. Dies erklärt sich aus der Häufigkeit der Nesthabitate in offenem Gelände (RINK 2007). In der ebenfalls telemetrisch untersuchten Schweizer Population ergab sich hingegen eine andere Präferenz, denn dort waren die Hirschkäferweibchen mehr an den Wald und den Waldrand gebunden, während die Männchen weiter ins offene Gelände schwärmten (SPRECHER-UEBERSAX & DURRER 2001). Nach den Erfahrungen im Moseltal zuschließen bestimmt die Verfügbarkeit von Nesthabitaten die Aufenthaltsorte der Weibchen, also dürften habitatbedingte Gründe für die unterschiedlichen Präferenzen vorliegen.

Eine weiter geschlechtsspezifische Besonderheit der Männchen ist die Präferenz für erhöhte Habitatstrukturen, die mit beiden Methoden nachweisbar war. Die Ursache ist die gegenüber Weibchen erheblich größere Häufigkeit von Flügen, die den Start von Bäumen oder Sträuchern erfordert. Dennoch dürfte die telemetrisch ermittelte Vertikalverteilung der Käfer zuverlässiger als die Fundort-

analysen sein, da weder alle Käfer auf erhöhten Strukturen für Beobachter sichtbar oder fangbar sind, noch im Boden eingegrabene Tiere ohne Sender feststellbar sind. Letzteres führt zu einer Fehleinschätzung des Verhaltens der Weibchen, die zur Oviposition viel Zeit unterirdisch verbringen.

Präferierte Mikrohabitate

Die speziellen Aufenthaltsorte beider Geschlechter waren weit überwiegend Bäume und Sträucher, die im Moseltal zu 40 verschiedenen Arten gehörten, wenn auch am häufigsten Eiche (*Quercus petraea*, *Q. robur*) und Kirsche (*Prunus avium*) aufgesucht wurden. Die Präferenz für die Wuchsform „holzige, hochwachsende Pflanze“ dürfte mit ihrer Bedeutung sowohl für das Flugverhalten (Start- und Landpunkte) als auch für die Eiablage der Weibchen (vermodernde Stämme) zusammenhängen. Dies gilt auch für englische Populationen, bei denen Hirschkäfer an 50 verschiedenen Baum- und Straucharten beobachtet wurden (SMITH 2003). Die opportunistische Nutzung vieler verschiedener Baum- und Straucharten manifestierte sich allerdings vor allem in Zusammenhang mit dem Flugverhalten.

Das Spektrum der Baum- und Straucharten, die für die Eiablage genutzt wurden, ist wesentlich enger. SMITH (2003) nennt 27 Baum- und Straucharten, die er als Eiablageorte identifiziert. Im Moseltal reduziert sich die Zahl auf 5 Arten, ebenso wie in England *Quercus*-, *Prunus*-, *Betula*- und *Salix*-Arten. Damit dürfte die Klassifizierung von *Lucanus cervus* als Habitatspezialist, der ausschließlich Eichenotholz als Brutstätten nutzt, endgültig als Legende zu den Akten zu legen sein. Es ist also weniger eine bestimmte Baumart, sondern der Zersetzungsgrad des Totholzes, der entscheidend für die Nutzbarkeit als Brutstätte ist (RINK

2007). Die größere Anzahl genutzter Baumarten in England kann mehrere Ursachen haben (SMITH 2003): (1) Opportunismus der Hirschkäferweibchen in Bezug auf die Baumart; (2) Größere Untersuchungsfläche mit potentiell mehr geeigneten Baumarten; (3) Die Vielzahl verschiedener Melder ist in einzelnen Fällen mit einer Unsicherheit über die tatsächliche Akzeptanz als Brutstätte verbunden.

Das hier entworfene Bild der Habitatnutzung von *Lucanus cervus* hat Konsequenzen für die Planung von Artenschutzprogrammen im mitteleuropäischen Bereich. Selbst beim Vorhandensein größerer Areale Eichenwälder, dem bisher vermuteten Primärhabitat dieser Art (z. B. HARDE 1998), wie dies im Untersuchungsgebiet der Fall ist, nutzen telemetrierte Hirschkäfer überwiegend offene Landschaften an Waldrändern oder mit Baumgruppen verschiedenster Artenzusammensetzung. Dies bestätigt die Einschätzung für Großbritannien, wo ebenfalls die Fundortmeldungen überwiegend aus Offenlandhabitaten stammen (HYMANN 1992, SMITH 2003). Siedlungsräume mit Baumbeständen, seien sie in Gärten oder in Obstbaumkulturen, scheinen heute die Hauptlebensräume für Hirschkäfer dazustellen, vorausgesetzt, dass sie Totholz (Baumstümpfe) als potentielle Brutstätten bereitstellen.

Literatur

BEAUDOIN-OLLIVIER, L., BONACCORSO, F., ALOYSIUS, M. & KASIKI, M. 2003. Flight movement of *Scapanes australis australis* (Boisduval) (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae) in Papua New Guinea: a radiotelemetry study. *Australian Journal of Entomology* 42: 367–372.

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.

HARDE, K. 1998. *A Field guide in colour to beetles*. Leicester, Blitz Editions.

HYMANN, P.S. 1992. *A review of the scarce & threatened Coleoptera of Great Britain*. Part 1. U.K. Nature Conservation, Peterborough Jonin Nature Conservation Comitee.

KENWARD, R. 1987. *Wildlife radio tagging: equipment, field techniques and data analysis*. London, Academic Press.

RIECKEN, U. & RIES, U. 1992. Untersuchung zur Raumnutzung von Laufkäfern mittels Radio-Telemetrie. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz* 1: 147–149.

RIECKEN, U. & RATHS, U. 1996. Use of radio telemetry for studying dispersal an habitat use of *Carabus coriaceus* L. *Annales Zoologici Fennici* 33: 109–116.

RILEY, J.R. & SMITH, A.D. 2002. Design considerations for an harmonic radar to investigate the flight of insects at low altitude. *Components and Electronics in Agriculture* 35: 151–163.

RINK, M. (2007). *Der Hirschkäfer Lucanus cervus in der Kulturlandschaft: Ausbreitungsverhalten, Habitatnutzung und Reproduktionsbiologie im Flusstal*. Dissertation, Universität Koblenz-Landau, Institut für Integrierte Naturwissenschaften, Abt. Biologie.

RINK, M. & SINSCH, U. 2007. Aktuelle Verbreitung des Hirschkäfers (*Lucanus cervus*) im nördlichen Rheinland-Pfalz mit Schwerpunkt Moseltal. *Decheniana*, im Druck.

ROER, H. 1980. Zur Verbreitung und Bestandsdichte des Hirschkäfers *Lucanus cervus* im Rheinland (BRD). *Acta Musei Reginaehradensis S. A Supplementum*.

SPRECHER-UEBERSAX, E. & H. DURRER 2001. Verhaltensstudien über den Hirschkäfer *Lucanus cervus* L. mit Hilfe der Telemetrie und Video-beobachtung. *Mitteilungen Naturforschende Gesellschaft beider Basel* 5: 161–182.

TELNOV, D. 2001. Gefährdete und seltene Wirbellose Lettlands, Teil 1: *Oryctes nasicornis*. *Latv. Entomol.* 38: 70–75.

TOCHTERMANN, E. 1987. Modell zur Artenerhaltung der Lucanidae. *Allgemeine Forstzeitschrift* 8: 183–184.

TOCHTERMANN, E. 1992. Neue biologische Fakten und Problematik der Hirschkäferförderung. *Allgemeine Forstzeitschrift* 47: 308–311.

● Dipl.-Umweltwiss. MARKUS RINK & PROF. DR. ULRICH SINSCH, Institut für Integrierte Naturwissenschaften, Abt. Biologie, Universitätsstr. 1, D-56070 Koblenz; E-Mail: sinsch@uni-koblenz.de