

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 157 (2006)

Heft: 8

Artikel: Heute wie vor hundert Jahren : Laufkäfer sind die Hauptbeute des Grossen Mausohrs (*Myotis myotis*)

Autor: Steck, Claude E. / Güttinger, René

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1097993>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 11.04.2026

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

Heute wie vor hundert Jahren: Laufkäfer sind die Hauptbeute des Grossen Mausohrs (*Myotis myotis*)

CLAUDE E. STECK und RENÉ GÜTTINGER

Keywords: *Chiroptera*; *Vespertilionidae*; *Myotis myotis*; faecal analysis; diet; *Carabidae*; landscape change; Switzerland. FDK 149.4 : 151 : 907 : (494)

1. Einleitung

Mit weltweit etwa 925 Arten sind Fledertiere (*Chiroptera*) nach den Nagetieren die artenreichste Säugetier-Ordnung. Die 759 Arten der Unterordnung Fledermäuse (*Microchiroptera*) besiedeln Lebensräume von den Tropen bis hin zur kühl-gemässigten Zone (Kulzer 2003 a). In scharfem Kontrast zu deren erfolgreicher stammesgeschichtlichen Entwicklung steht die Tatsache, dass in Mitteleuropa ein grosser Teil der Fledermausarten gefährdet ist (ROTE LISTE 1994; BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ 1999; SPITZENBERGER 2005). Ein Rückgang der Bestandeszahlen wird von verschiedenen Autoren beschrieben (z. B. ROER 1981; STEBBINGS 1988). Bei Fledermausarten wie dem Grossen Mausohr (*Myotis myotis*), dessen Kolonien in Mitteleuropa vorwiegend Dachstöcke beziehen, waren Bestandeseinbussen besonders auffällig. Zahlreiche Mausohr-Quartiere in der Schweiz wie auch in ganz Mitteleuropa sind in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts verwaist (STEBBINGS 1988; GÜTTINGER 1997; GÜTTINGER *et al.* 2001).

Als wichtigste Gründe für die Gefährdung des Grossen Mausohrs und vieler weiterer Fledermausarten gelten Quartierzerstörungen und ein durch den Kulturlandschaftswandel bedingter Rückgang der Nahrungsressourcen (z. B. EISENTRAUT 1937; DAAN 1980; STEBBINGS 1988; KULZER 2003 b).

Die Nahrung des Grossen Mausohrs besteht in Mitteleuropa hauptsächlich aus grossen Bodenarthropoden, von denen Laufkäfer mit etwa 50 bis 80 % den grössten Anteil bilden (BAUEROVA 1978; GRAF 1990; KERVYN 1996; ARLETTAZ 1996; MARTINOLI 1996; GÜTTINGER 1997; UEBERRHEIN 1998; LUSTENBERGER 2000). Die Jagdgebiete des Grossen Mausohrs liegen vor allem in Wäldern (AUDET 1990; RUDOLPH 1989; ARLETTAZ 1996; GÜTTINGER 1997; ZAHN *et al.* 2005). Einschichtige Wälder mit bestandesbildender Oberschicht und fehlender Strauchschicht werden hierbei bevorzugt, da das Grosse Mausohr als «ground gleaner» seine Beute hauptsächlich vom Boden aufnimmt (ARLETTAZ 1996; GÜTTINGER 1997; ARLETTAZ *et al.* 2001; SIEMERS & GÜTTINGER 2006). In manchen Gegenden jagt das Grosse Mausohr je nach Jahreszeit aber auch ausserhalb des Waldes über Wiesen, Weiden und Äckern (ARLETTAZ 1996; GÜTTINGER 1997).

Das in Mitteleuropa zu beobachtende Nahrungsspektrum des Grossen Mausohrs erscheint ungewöhnlich eng, denn insektivore Fledermäuse haben im Allgemeinen eine opportunistische Ernährungsweise (FENTON 1982). In Spanien und Portugal haben Laufkäfer in der Nahrung des Grossen Mausohrs einen geringeren Stellenwert als in Mitteleuropa – hier jagt das Grosse Mausohr zudem hauptsächlich im Offenland (ARLETTAZ *et al.* 1997; GARRIDO 1997; RAMOS PEREIRA *et al.* 2002). Das relativ enge Nahrungsspektrum und die Bevorzugung von Jagdhabitaten im Wald könnten ein im Offenland eingeschränktes Beuteangebot widerspiegeln und damit ein Effekt der grossräumigen, seit dem letzten Jahrhundert stattgefundenen Landschaftsveränderungen sein.

Die europäische Kulturlandschaft hat sich im 20. Jahrhundert drastisch verändert; generell zeichnen sich diese Veränderungen durch eine räumliche und zeitliche Segregation der

Landnutzungs-Intensität aus (vgl. LEONARD & COBHAM 1977; EWALD 1978; GANZERT 1996; ROBINSON & SUTHERLAND 2002). In Anbetracht der früher grösseren Lebensraumvielfalt und der weniger intensiven Bewirtschaftung kann angenommen werden, dass das Offenland in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft Ende des 19. Jahrhunderts generell eine grössere Arthropoden-Vielfalt und möglicherweise auch eine grössere Arthropoden-Dichte beherbergte als heute (vgl. MADER 1982; HEYDEMANN & MEYER 1983; DUELLI *et al.* 1990; MAELFAIT & KEER 1990; GERSTMEIER & LANG 1996; RATSCHKER & ROTH 1997; SCHMITT & ROTH 1997). Auch der mitteleuropäische Wald hat sich im Verlauf des 20. Jahrhunderts stark gewandelt. Er hat an Fläche zugenommen und sich von ehemals vielfältig bewirtschafteten Beständen zu den heutigen, meist dunklen Waldbeständen mit geringer Bodenvegetation entwickelt (BECK 1986; BÜRGI 1998; SCHIESS & SCHIESS-BÜHLER 1997; RACKHAM 1998).

Die Intensivierung der Landwirtschaft und die gleichzeitige Flächenzunahme dunkler Waldbestände mit geringer Bodenvegetation könnten erklären, weshalb das Grosse Mausohr heute in vielen Regionen Mitteleuropas seine Beute vor allem in Wäldern jagt. Möglicherweise jagten Grosse Mausohren früher weit häufiger ausserhalb des Waldes, weil damals das Angebot an geeigneten Jagdhabitaten und Nahrungsressourcen in der offenen Flur grösser war als heute. In der früher vielfältigeren Kulturlandschaft waren Laufkäfer im Verhältnis zu anderen potenziellen Beutegruppen womöglich deutlich weniger «dominant». Daher erklärt sich das heutige enge Nahrungsspektrum vielleicht nur dadurch, dass Laufkäfer heute unter den nachtaktiven, grösseren Bodenarthropoden eine der höchsten Biomassen aufweisen (SCHAUERMANN 1986).

Ein überraschender Fund gab Gelegenheit, diese Vermutungen zu überprüfen. In der reformierten Kirche von Tegerfelden, einer Gemeinde im Nordosten des Kantons Aargau (Schweiz), wurden im Winter 1997/98 unter einem Bretterboden mehrere Liter alten Fledermauskots in Form meist gut erhaltener Kotpellets gefunden. Die Bestimmung der zahlreich vorhandenen Fledermaus-Skelette auf Art und Alter ergaben, dass es sich um Kot einer Wochenstube (Fortpflanzungskolonie) des Grossen Mausohrs handelt. Die C-14-Datierung eines Schädels sowie die dendrochronologische Analyse der den Kot bedeckenden Bodenbretter ergaben eine Alterszuordnung des Mausohrkots in die Zeitspanne zwischen 1875 und 1890. Dadurch, dass der Kot flächendeckend von einem Holzboden überdeckt war, ist er seit einer damals stattgefundenen Renovation vor äusseren Zugriffen und einer Vermischung mit neuem Kot verschont geblieben. Die Verteilung des Kots über den Boden liess darauf schliessen, dass der Kot von einer relativ grossen Wochenstube (mehrere hundert Tiere) aus nur einem einzigen Jahr stammt.

Dieser Mausohr-Kot bot die Möglichkeit, mittels einer Kotanalyse zu untersuchen, ob die heute in Mitteleuropa beobachtete «Spezialisierung» in der Ernährung und Jagdhabitatnutzung des Grossen Mausohrs tatsächlich eine Folge des landschaftlichen Wandels und dem daraus resultierenden

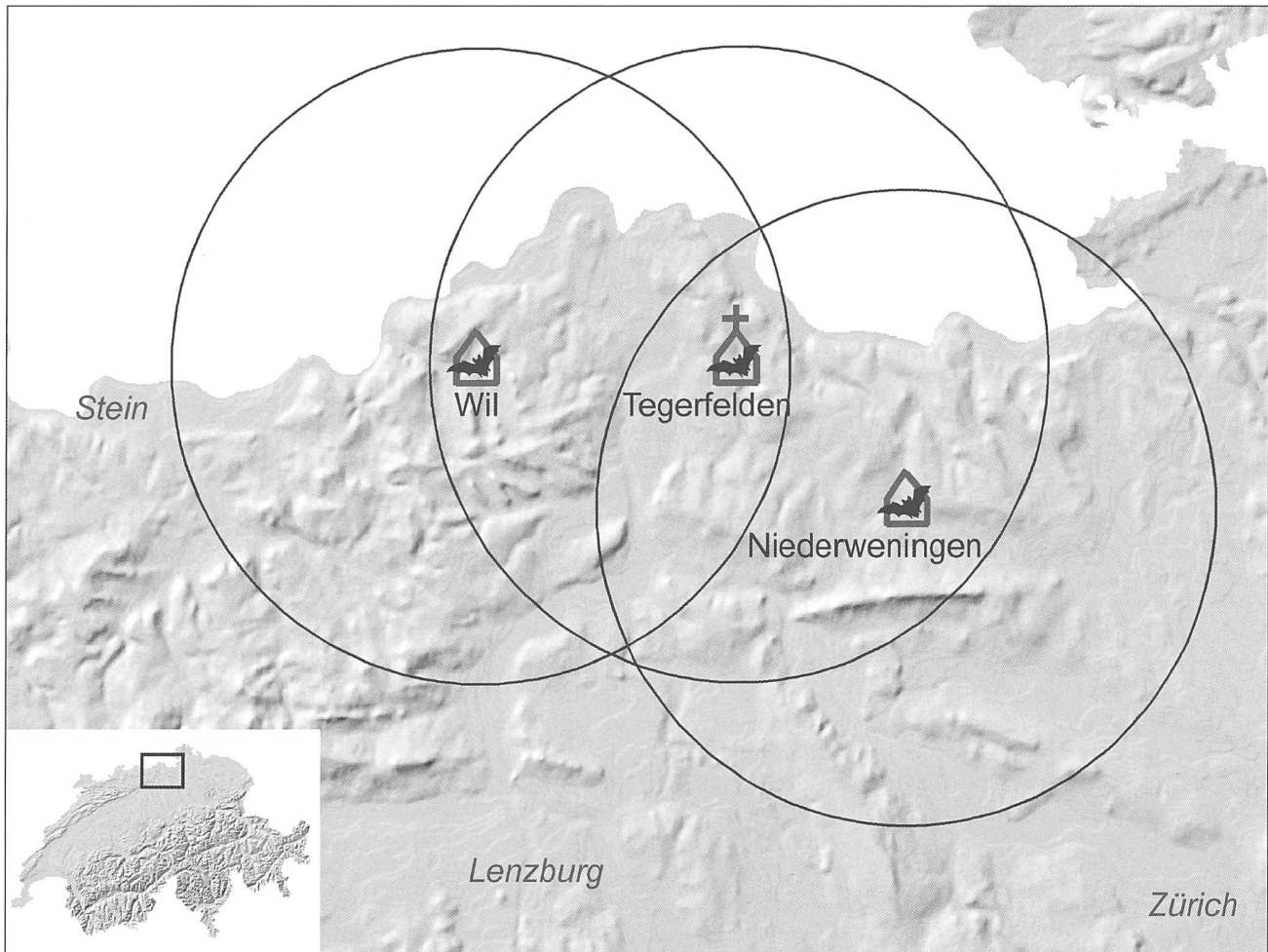


Abbildung 1: Untersuchungsgebiet und Quartiere des Grossen Mausohrs.

Der etwa hundert Jahre alte Mausohrkot wurde in Tegerfelden gefunden. Die beiden zum Vergleich herangezogenen Mausohr-Wochenstuben liegen in Wil und Niederweningen. Die nächtlichen Aktionsradien (siehe Kreise; 15 km Radius) der beiden rezenten Wochenstuben Wil und Niederweningen decken den Aktionsradius der verwaisten Wochenstube in Tegerfelden fast vollständig ab.

Rückgang der Beutetiere im Offenland sein könnte. Zum Vergleich wurde zusätzlich der Kot zweier rezenter Kolonien des Grossen Mausohrs im Umfeld der verwaisten Wochenstube Tegerfelden untersucht.

2. Untersuchungsgebiet, Material und Methoden

2.1. Untersuchungsgebiet und Wochenstubenquartiere

Den Ausgangspunkt für die Untersuchung bildete der historische Kot der heute verwaisten Mausohr-Wochenstube in Tegerfelden (Kanton Aargau), der im Dachstock der reformierten Kirche gefunden wurde. Die Gemeinde Tegerfelden liegt im Nordosten des Kantons Aargau im unteren Surbtal auf 370 m ü.M. (Abbildung 1). Zum Vergleich zogen wir die rezenten Wochenstuben in Niederweningen und Wil heran. Innerhalb des nächtlichen Aktionsradius von 15 km einer mittleren Wochenstube des Grossen Mausohrs (GÜTTINGER 1997) sind dies rund um Tegerfelden die beiden einzigen zurzeit bekannten Wochenstuben des Grossen Mausohrs. Die Wochenstube in Niederweningen (Kanton Zürich) besteht aus etwa 30 Adulttieren. Niederweningen liegt rund 8 km südöstlich von Tegerfelden auf 450 m ü.M. Die zweite rezente Wochenstube mit etwa 100 Adulttieren befindet sich in Wil (Kanton Aar-

gau). Wil ist etwa 10 km westlich von Tegerfelden entfernt auf 370 m ü.M. gelegen (Abbildung 1).

2.2. Erhebung der Kotstichproben

Der aus dem 19. Jahrhundert stammende Mausohrkot war über die gesamte Länge des Kirchendachstocks verteilt. Die vom Kot bedeckte Fläche teilte sich durch Holzbalken in 16 Teilflächen. Der Kot jeder Teilfläche wurde separat gesammelt, wodurch eine in 16 Fraktionen aufgeteilte Kotmenge zur Verfügung stand. Von jeder dieser 16 Fraktionen untersuchten wir 18 Kotpellets (nach jeweils 18 untersuchten Kotpellets liess sich für 17 von 18 Fraktionen eine Sättigung bezüglich der Anzahl Beutetaxa feststellen). Die zu untersuchenden Kotpellets wurden zufällig ausgewählt, indem die Kotpellets blind aus der Fraktion gezogen wurden. Weil einige Kotpellets des hundertjährigen Kots zerbrochen waren, untersuchten wir nur Pellets mit einer Mindestlänge von 6 mm. Dies entspricht etwa der Länge kleiner frischer Mausohrkotpellets. Insgesamt analysierten wir 288 Pellets des hundertjährigen Mausohrkots.

Die Kotproben aus den aktuellen Wochenstuben Niederweningen und Wil wurden im Jahr 1999 in Wochen-Intervallen gesammelt. Die Flächen unter den jeweiligen Hangplätzen der Mausohren wurde wöchentlich frisch mit Zeitungen ausgelegt, um das Sammeln des Kots zu erleichtern und ein Vermischen von Pellets unterschiedlicher Wochen-Perioden zu vermeiden. Aus Niederweningen standen uns Pellets vom 6. April bis zum 6. September 1999 zur Verfügung. In Wil konnten wir

vom 31. März bis zum 15. November 1999 Kot sammeln. Für die Kotanalyse wurden pro Sammeldatum und Wochenstube 10 Kotpellets zur Analyse zufällig (blind) aus der gesamten Wochenprobe gezogen. Von der Wochenstube in Niederweningen analysierten wir insgesamt 230 Kotpellets, von der Wiler Wochenstube 333 Pellets (die letzte der Wiler Wochenproben umfasste nur 3 Pellets).

2.3. Nachweis von Beutetieren

Die einzelnen Kotpellets wurden in Alkohol von etwa 70 % eingeweicht und dann mit Uhrmacherpinzetten vorsichtig zerpfückt. Im Kot fanden sich unverdaute sklerotisierte Fragmente von verzehrten Arthropoden. Anhand der Kotanalyse sind relativ grosse Insekten mit vergleichsweise harten Exoskellen (z. B. Laufkäfer) einfach nachzuweisen, so dass man verlässliche Aussagen über die Nahrung des Grossen Mausohrs erhalten kann (KUNZ & WHITAKER 1983). Es ist allerdings nicht auszuschliessen, dass einzelne kleinere Beutegruppen mit weicherem Aussenskelett in einem solchen Mass verdaut werden, dass sie nicht mehr nachgewiesen werden können. Dennoch ist es sehr unwahrscheinlich, dass wichtige Beutetaxa übersehen wurden, da in der Mausohr-Nahrung auch kleine Taxa wie Ameisen und die vergleichsweise schwach sklerotisierten Weberknechte und Schmetterlings-Raupen nachgewiesen werden konnten (vgl. auch ARLETTAZ *et al.* 1997; UEBERHEIN 1998). Fragmente, die sich als Belege oder zur Nachbestimmung eigneten, betteten wir mit flüssigem Deckglas (Merckoglas) auf Deckgläsern ein. Viele dieser Arthropoden-Fragmente konnten mit einer Stereolupe bei 6,4- bis 40-facher Vergrösserung auf die Familie, mindestens aber bis auf die Ordnung taxiert werden. Insbesondere Überreste von Arthropodenbeinen, Fühlern, Mundwerkzeugen, Flügeldecken (vor allem *Coleoptera* und *Orthoptera*) und Flügeln (vor allem *Diptera* und *Hymenoptera*) eigneten sich zur Taxation. Anhand der Feinstruktur und Färbung von Elytrenfragmenten und/oder mit Hilfe der Fühlerfärbung konnten wir einige Laufkäfer-Fragmente bis auf die Gattung, zum Teil auch bis auf die Art bestimmen.

2.4. Vergleich der Beuteanteile in der Nahrung der drei Wochenstuben

Zur Quantifizierung der Beuteanteile (auf Ordnungs- bzw. Familienniveau) in den einzelnen Kotpellets schätzten wir deren relativen Volumenanteil (10 %-Skala). Das durchschnittliche «volume when present» (V_{wp}) eines Beutetaxons ergab sich aus dem Durchschnitt seiner Volumenanteile in jenen Kotpellets, in denen das betreffende Beutetaxon nachgewiesen werden konnte. Ausserdem berechneten wir die Auftretensfrequenz (F) der einzelnen Beutetaxa. Die Auftretensfrequenz ist die Anzahl der Kotballen, in denen ein bestimmtes Beutetaxon nachgewiesen wurde, bezogen auf die Gesamtzahl der untersuchten Kotpellets. Das Produkt von «volume when present» und Auftretensfrequenz ergibt den durchschnittlichen Gesamtvolumenanteil («volume in total diet», $V_{total} = V_{wp} * F$) – dies entspricht dem Durchschnittsvolumen in der gesamten Kotprobe einer Kolonie.

Wir verglichen die Bedeutung der Laufkäfer (*Carabidae*) im hundertjährigen Kot mit deren Bedeutung in der Nahrung der beiden rezenten Wochenstuben. Hierzu testeten wir mittels Kruskal-Wallis-Rangsummen-Test in R (v.2.2.0) auf Differenzen in den Mittelwerten der Gesamtvolumenanteile von Laufkäfern.

Um die Nutzung von Jagdhabitaten im Offenland zu quantifizieren, ordneten wir die nachgewiesenen Beutetaxa so-

weit möglich den Lebensraumtypen Wald (bestockte Flächen) und Offenland (unbestockte Flächen) zu (vgl. MARRGI 1992; WACHMANN *et al.* 1995; DETZEL 1998). Die Laufkäferarten *Carabus irregularis*, *Carabus violaceus*, *Carabus auronitens*, *Carabus problematicus*, *Cychrus caraboides*, *Cychrus attenuatus* und *Pterostichus metallicus* sowie die Laufkäfergattung *Abax* werteten wir als «Wald-Taxa». Dem Offenland ordneten wir die Laufkäferarten *Carabus cancellatus* und *Carabus auratus* sowie die Gattungen *Pseudophonus*, *Poecilus* und *Calathus* zu. Auch *Acrididae* und *Gryllidae* (*Gryllus campestris* und *Gryllotalpa gryllotalpa*) aus der Gruppe der Heuschrecken wurden dem Offenland zugeteilt. Wir berechneten im Folgenden für jede Wochenstube den Anteil der Kotpellets mit vorhandenem Wald- bzw. Offenland-Taxa an der Summe der Pellets, bei welchen ein Habitatbezug hergestellt werden konnte.

3. Ergebnisse

3.1. Die Beutespektren der drei Mausohr-Wochenstuben

In der Nahrung der drei untersuchten Wochenstuben liessen sich gesamthaft 10 Beutetaxa auf dem Niveau der Ordnung, 16 Familien und 28 Gattungen/Arten feststellen (Tabelle 1). In der Nahrung der verwaisten Wochenstube in Tegerfelden konnten 9 Ordnungen, 15 Familien und 26 Gattungen/Arten nachgewiesen werden. Das Beutespektrum der Mausohren aus Niederweningen setzte sich aus 10 Ordnungen, 8 Familien und 19 Gattungen/Arten zusammen. In der Nahrung der Wochenstube in Wil fanden sich 8 Ordnungen, 12 Familien und 23 Gattungen/Arten (Tabelle 1).

Laufkäfer traten in der Nahrung aller drei Wochenstuben am häufigsten und mit dem grössten durchschnittlichen «volume when present» auf. Alle anderen Taxa konnten seltener und meist mit geringerem durchschnittlichem «volume when present» nachgewiesen werden (Abbildung 2). Weniger häufig, und dann nur mit mässigem «volume when present» traten Taxa wie Spinnen (*Araneae*), Weberknechte (*Opiliones*), Heuschrecken (*Acrididae*, *Tettigoniidae*, *Gryllus campestris*, *Gryllotalpa gryllotalpa*) und nicht weiter determinierte *Saltatoria* zusammengefasst, Hundertfüsser (*Chilopoda*), Laufkäferlarven (*Carabidae-Larvae*), Mistkäfer (*Geotrupes spec.*) oder Schnaken (*Tipulidae*) auf. Selten, aber dann mit hohem durchschnittlichem «volume when present» konnten Mistkäfer (*Melolontha spec.*) nachgewiesen werden. Sämtliche anderen Taxa traten mit einer Auftretensfrequenz von unter 10 % auf und hatten meist einen durchschnittlichen Gesamtvolumenanteil von unter 2 %.

Im Vergleich der drei Wochenstuben hatten Laufkäfer im hundertjährigen Kot der Wochenstube Tegerfelden mit 62 % den grössten durchschnittlichen Gesamtvolumenanteil. Im Kot der beiden rezenten Wochenstuben in Niederweningen (61,6 %) und Wil (57,3 %) war der Laufkäferanteil etwas geringer (Abbildung 3). Die durchschnittlichen Gesamtvolumenanteile von Laufkäfern in der Nahrung der drei untersuchten Wochenstuben unterschieden sich nicht signifikant (Chi-quadrat = 5,38; p = 0,68).

3.2. Rückschlüsse auf die Nutzung der Jagdhabitats-typen Wald und Offenland

In der Nahrung aller drei untersuchten Wochenstuben liessen sich in mehr Kotpellets Arten bzw. Gattungen dem Jagd-

habitattyp Wald zuordnen als dem Offenland. In 141 Kotpellets (49% aller untersuchten Kotpellets) der Wochenstube Tegerfelden konnte ein Wald- und/oder Offenlandbezug hergestellt werden. Davon waren in 74 Pellets (52,5%) Offenland-Laufkäfer und/oder Offenland-Heuschrecken (*Acrididae* und *Gryllidae*) festzustellen und in 75 Pellets (53,2%) Wald-Laufkäfer (Tabelle 2). Dies entspricht einem Offenland-Wald-Verhältnis von etwa 1:1.

Von 111 Pellets der Wochenstube Niederweningen (48,3% aller untersuchten Kotpellets) mit Habitatbezug konnten in 17,1% Offenland-Taxa und in 79,3% Wald-Laufkäfer nachgewiesen werden. Daraus ergibt sich ein Offenland:Wald-Verhältnis von 1:4,7.

Für 230 Pellets der Wochenstube Wil (69,1% aller untersuchten Kotpellets) konnte ein Wald- und/oder Offenlandbezug hergestellt werden. Offenland-Taxa kamen in 27,1% und Wald-Laufkäfer in 91,9% dieser Kotpellets vor. Das Verhältnis Offenland:Wald beläuft sich in der Folge für die Wochenstube Wil auf 1:3,4.

4. Diskussion

4.1. Die Nahrungsspezialisierung des Grossen Mausohrs

Laufkäfer hatten in der Nahrung der rezenten Wochenstuben Niederweningen und Wil die mit Abstand grössten Beute-Anteile. Anderen Beutetaxa kommt allenfalls kurzzeitig eine vergleichbar grosse Bedeutung zu (z. B. Maikäfer). Dies entspricht dem allgemeinen «mitteleuropäischen Muster» und war daher zu erwarten – auch in anderen mitteleuropäischen Untersuchungen konnte eine «Spezialisierung» des Grossen Mausohrs auf Laufkäfer als Hauptbeutegruppe festgestellt werden (BAUEROVA 1978; GEBHARD & HIRSCHI 1985; GRAF 1990; KERVYN 1996; ARLETTAZ 1996; MARTINOLI 1996; GÜTTINGER 1997; UEBERRHEIN 1998; LUSTENBERGER 2000).

Interessanterweise waren Laufkäfer bereits Ende des 19. Jahrhunderts die dominante Beutegruppe in der Nahrung der heute verwaisten Mausohr-Wochenstube in Tegerfelden. Die «Nahrungsspezialisierung» des Grossen Mausohrs in Mitteleuropa kann deshalb nicht mit dem grossräumigen Landschaftswandel in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts erklärt werden.

Tabelle 1: Beutetaxa, die im Kot der drei Wochenstuben (Tegerfelden, Niederweningen und Wil) nachgewiesen wurden.

Ordnung	Familie	Gattung/Art	Tegerf. (~1880)		Niederw. (1999)		Wil (1999)	
			X		X		X	
Araneae			X		X		X	
Opiliones			X		X		X	
Chilopoda			X		X		X	
Dermaptera					X			
Saltatoria			X		X		X	
	Tettigoniidae			X			X	
	Gryllidae			X			X	
		<i>Gryllus campestris</i>			X			X
		<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>			X			X
	Acrididae			X		X		X
Heteroptera			X		X		X	
Coleoptera			X		X		X	
	Byrrhidae			X			X	
	Carabidae	<i>Byrrhus pilula</i>		X		X		X
		<i>Carabus cancellatus</i>		X		X		X
		<i>Carabus auratus</i>		X				X
		<i>Carabus problematicus</i>				X		X
		<i>Carabus nemoralis</i>		X		X		X
		<i>Carabus monilis</i>		X		X		X
		<i>Carabus arvensis</i>		X				X
		<i>Carabus glabratus</i>		X				X
		<i>Carabus convexus</i>		X				X
		<i>Carabus coriaceus</i>		X		X		X
		<i>Carabus granulatus</i>		X		X		X
		<i>Carabus irregularis</i>		X		X		X
		<i>Carabus violaceus</i>		X		X		X
		<i>Carabus auronitens</i>				X		X
		<i>Cychrus attenuatus</i>		X		X		X
		<i>Cychrus caraboides</i>		X		X		X
		<i>Pterostichus metallicus</i>		X		X		X
		<i>Abax spec.</i>		X		X		X
		<i>Pseudophonus spec.</i>		X		X		X
		<i>Harpalus spec.</i>		X				X
		<i>Poecilus spec.</i>		X		X		X
		<i>Nebria spec.</i>		X		X		X
	Carabidae-Larvae							
	Silphidae			X				
		<i>Necrophorus spec.</i>		X				
	Staphylinidae			X		X		X
	Scarabeidae			X		X		X
		<i>Geotrupes spec.</i>			X	X		X
		<i>Aphodius spec.</i>			X	X		X
		<i>Melolontha spec.</i>			X	X		X
	Cerambycidae			X		X		X
	Curculionidae			X		X		X
Hymenoptera			X		X		X	
	Formicidae			X		X		X
	Ichneumonidae			X		X		X
Diptera			X		X		X	
	Tipulidae			X		X		X
	Rhagionidae			X				
	Muscidae			X		X		
	Syrphidae			X				
Lepidoptera			X		X		X	
Anzahl Ordnungen			9		10		8	
Anzahl Familien			15		8		12	
Anzahl Gattungen/Arten			26		19		23	

Laufkäfer zählen in unseren heutigen Wäldern, aber auch im Grünland, Ackerland und in Obstgärten zu jenen Beutetaxa mit den höchsten Aktivitätsdichten und Biomassen (FUNKE *et al.* 1986; SCHAUERMANN 1986; ALDERWEIRELDT *et al.* 1991; SCHREITER & ROTH 1997; DUELLI & OBRIST 1998; RIECKEN 2000). Dies scheint auch schon für die Landschaft des ausgehenden 19. Jahrhunderts gegolten zu haben. Die Ursache für die auffällige Dominanz der Laufkäfer in der Nahrung dürfte genereller Natur sein: Als «ground gleaner» ortet das Grosse Mausohr seine Beutetiere anhand derer Laufgeräusche (DEUTSCHMANN 1991; ARLETTAZ *et al.* 2001). Weil grosse Laufkäfer zu den akustisch auffälligsten Bodenarthropoden zählen, muss beim Grossen Mausohr von einer opportunistischen Beutewahl ausgegangen werden, bei welcher der hohe Laufkäferanteil in der Nahrung die für das Mausohr verfügbare Abundanz der Laufkäfer widerspiegelt (SIEMERS & GÜTTINGER 2006).

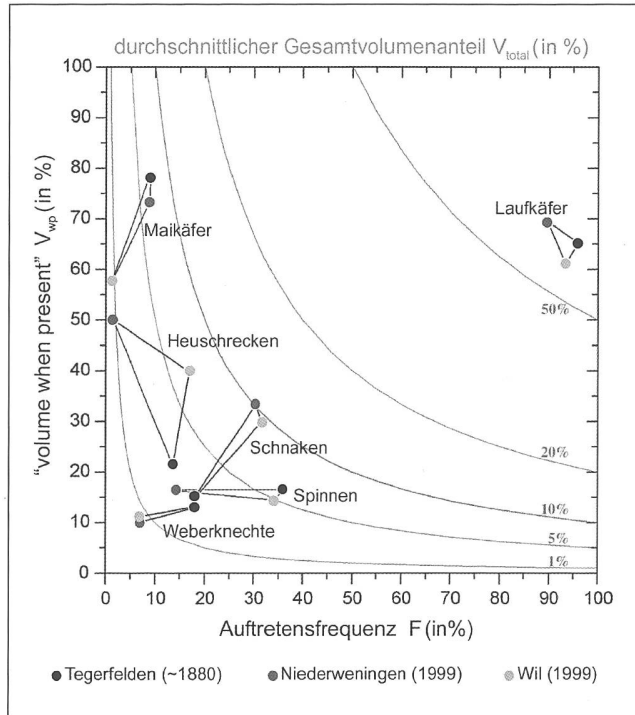


Abbildung 2: Auftretensfrequenz (F), geschätztes «volume when present» (V_{wp}) und durchschnittlicher Gesamt volumenan teil (V_{total}) ausgewählter Beutegruppen in der Nahrung aus den drei untersuchten Wochenstuben.

4.2. Die Nutzung von Jagdhabitaten im Wald und im Offenland

Die Bedeutung von Offenland-Jagdhabitaten des Grossen Mausohrs war Ende des 19. Jahrhunderts vermutlich grösser als heute. In der Nahrung der Wochenstube in Tegerfelden konnte ein höherer Anteil an Offenland-Taxa nachgewiesen werden als in der Nahrung der beiden heutigen Wochenstuben in Niederweningen und Wil. Somit ist sehr wahrscheinlich, dass vor dem grossräumigen Landschaftswandel in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts die Spezialisierung des Grossen Mausohrs auf Wald-Jagdhabitats tatsächlich geringer ausgeprägt war als heute. Das häufigere Jagen im Offenland könnte der Grund für das im Vergleich zu den beiden rezenten Wochenstuben etwas breitere Beutespektrum der Mausohren aus Tegerfelden (um 1880) sein.

Abbildung 3: Durchschnittlicher Gesamt volumenan teil von Laufkäfern in der Nahrung aus den drei untersuchten Wochenstuben (+/- 2 Standardfehler).

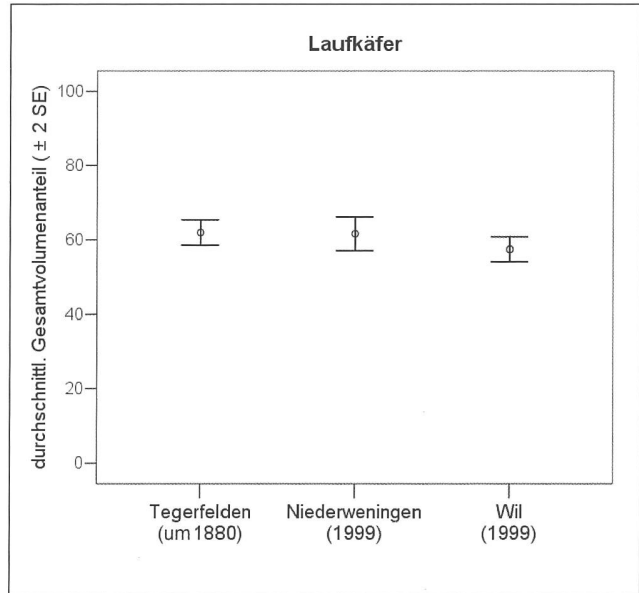


Abbildung 3: Durchschnittlicher Gesamt volumenan teil von Laufkäfern in der Nahrung aus den drei untersuchten Wochenstuben (+/- 2 Standardfehler).

Die Grossen Mausohren können früher aus zwei Gründen häufiger im Offenland gejagt haben als heute: Erstens war im Offenland früher das Angebot an Jagdhabitats mit einem attraktiven Beuteangebot grösser als heute, und/oder zweitens war damals das Angebot an guten Jagdhabitats im Wald geringer. Das Auftretensmuster verschiedener Beutetaxa in der Nahrung der untersuchten Wochenstuben weist darauf hin, dass beide Aspekte für die häufigere Jagd im Offenland Ende des 19. Jahrhunderts von Bedeutung sind.

4.3. Die Qualität der Jagdhabitats im Offenland

Das Offenland wies Ende des 19. Jahrhunderts vermutlich mehr geeignete Jagdhabitats mit attraktivem Beuteangebot auf als heute. Hierauf weisen die wichtigsten Offenland-Beutetaxa der Wochenstube Tegerfelden hin: *Carabus auratus*, *C. cancellatus*, *Gryllus campestris* und *Gryllotalpa gryllotalpa* kommen hauptsächlich in landwirtschaftlich extensiv genutzten Flächen vor (HORION 1941; GRIES et al. 1973; THIELE 1977; MARRGI 1992; DETZEL 1998). Diese Beutetaxa haben in der heutigen Nahrung der Wochenstuben Niederweningen

Abbildung 3: Durchschnittlicher Gesamt volumenan teil von Laufkäfern in der Nahrung aus den drei untersuchten Wochenstuben (+/- 2 Standardfehler).

Abbildung 3: Durchschnittlicher Gesamt volumenan teil von Laufkäfern in der Nahrung aus den drei untersuchten Wochenstuben (+/- 2 Standardfehler).

Beutetaxa	Habitatbezug	Tegerfelden um 1880		Niederweningen 1999		Wil 1999	
		#	%	#	%	#	%
<i>Carabus violaceus</i>	Wald	19	13,5	7	6,3	1	0,4
<i>Carabus auronitens</i>	Wald	–	0	50	45,0	23	10,0
<i>Carabus problematicus</i>	Wald	–	0	6	5,4	25	10,9
<i>Cychnus caraboides</i>	Wald	8	5,7	4	3,6	6	2,6
<i>Cychnus attenuatus</i>	Wald	24	17,0	25	22,5	80	34,8
<i>Pterostichus metallicus</i>	Wald	4	2,8	12	10,8	80	34,8
<i>Abax spec.</i>	Wald	25	17,7	9	8,1	40	17,4
<i>Carabus cancellatus</i>	Offenland	24	17,0	5	4,5	1	0,4
<i>Carabus auratus</i>	Offenland	28	19,9	–	0	2	0,9
<i>Pseudophonus spec.</i>	Offenland	11	7,8	5	4,5	17	7,4
<i>Poecilus spec.</i>	Offenland	1	0,7	7	6,3	10	4,3
<i>Calathus spec.</i>	Offenland	1	0,7	–	0	1	0,4
<i>Acrididae</i>	Offenland	7	5,0	3	3,7	26	11,3
<i>Gryllus campestris</i>	Offenland	8	5,7	–	0	16	7,0
<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>	Offenland	21	14,9	–	0	3	1,3

und Wil eine wesentlich geringere Bedeutung. Die hohe Bewirtschaftungsintensität der heutigen potenziellen Offenland-Jagdhabitats verhindert das Vorkommen von grossen Laufkäfern (BLAKE *et al.* 1994).

Heute werden Offenland-Jagdhabitats vor allem dann aufgesucht, wenn Schnaken und Heuschrecken in grosser Zahl auftreten. So können im Spätsommer relativ grosse Anteile von Heuschrecken und Schnaken in der heutigen Nahrung von Mausohren nachgewiesen werden (GRAF 1990; ARLETTAZ 1996; KERVYN 1996; MARTINOLI 1996; GÜTTINGER 1997; ROTTENWALLNER 1997; LUSTENBERGER 2000; STECK 2001). Das gehäufte Auftreten von Schnaken in der spätsommerlichen Nahrung ist mit grosser Wahrscheinlichkeit darauf zurückzuführen, dass die Grossen Mausohren die im Grünland zum Teil in grossen Massen auftretende Wiesenschnake (*Tipula paludosa*) erbeuten (vgl. GÜTTINGER 1997). Auf die Nutzung solcher Massenauftritte konnte in der Nahrung der Mausohren aus Tegerfelden kein Hinweis gefunden werden. Möglicherweise kam es Ende des 19. Jahrhunderts nicht zu Massenauftritten von Schnaken, da Wiesenschnaken prinzipiell von einer Intensivierung der Grünlandbewirtschaftung profitieren und in extensiv genutzten Flächen in geringeren Dichten vorkommen (z.B. BONESS 1953; LAUENSTEIN 1986).

Dass der Anteil von Feldheuschrecken in der Nahrung der Wochenstube in Tegerfelden früher geringer war als in der heutigen Nahrung der Wochenstube in Wil, könnte darauf zurückzuführen sein, dass früher im Offenland zusätzlich zu den Heuschrecken weitere Beutetaxa (z.B. Laufkäfer) ein attraktives Beuteangebot darstellten. Eine damalige weniger intensive Landbewirtschaftung führte womöglich zu einer relativen Förderung grosser Laufkäfer, während die Heuschrecken-Biomasse weniger stark profitierte. Denn auf Flächen, die weniger intensiv bewirtschaftet werden, kommen generell grössere Laufkäfer-Arten vor (HEYDEMANN & MEYER 1983; TIETZE 1985; ZELTNER 1989; STEINBORN & HEYDEMANN 1990; BLAKE *et al.* 1994; GERSTMEIER & LANG 1996; LUKA 1996).

4.4. Die Qualität der Wald-Jagdhabitats

Das Angebot an für das Grosse Mausohr attraktiven Wald-Jagdhabitats war Ende des 19. Jahrhunderts vermutlich geringer als heute. Interessanterweise konnten die in der heutigen Nahrung des Grossen Mausohrs häufig auftretenden Laufkäfer-Arten *Carabus auronitens* und *C. problematicus* in der Nahrung der Mausohren Tegerfeldens nicht nachgewiesen werden. Es ist denkbar, dass die Populationen dieser beiden und noch weiterer Arten unter den Waldbewirtschaftungsformen des 18. und 19. Jahrhunderts (Nieder- und Mittelwaldbewirtschaftung, zahlreiche Nebennutzungen) gelitten haben. *Carabus auronitens* kam in Westfalen (Deutschland) im 19. Jahrhundert zum Teil nur in «Reliktpopulationen» vor, was auf die Waldwüstungen im 18. Jahrhundert zurückgeführt wird (HOCKMANN *et al.* 1989). Es wird vermutet, dass sich diese Art erst mit der Beendigung der Niederwaldwirtschaft und der allmählichen Zunahme von Hochwäldern wieder erholen konnte. Obwohl in jenem Untersuchungsgebiet aber schon etwa um 1840 hinsichtlich der Flächenverteilung des Waldes in der Landschaft heutige Verhältnisse herrschten, breitete sich *Carabus auronitens* erst 40 bis 80 Jahre später wieder aus (HOCKMANN *et al.* 1989). Es kann also vermutet werden, dass auch im Untersuchungsgebiet Laufkäfer-Populationen noch unter Waldnutzungsformen und -intensitäten litten, wie sie längst nicht mehr gebräuchlich sind. Zu Zeiten, in denen die Artenvielfalt in der Landschaft wohl gesamthaft höher war als heute (vgl. WILDERMUTH 1978; LANDOLT 1991; BATHON 1997), waren unter Umständen die Populationen mancher heute gemeiner und häufiger Arten – wahrscheinlich

insbesondere stark an Hochwälder gebundene Arten – deutlich kleiner. Populationen anderer Waldarten wie *Carabus violaceus* oder die Gattungen *Cychrus* und *Abax* konnten sich scheinbar besser mit den damaligen Verhältnissen im Wald arrangieren oder aber sie erholten sich wesentlich schneller als die oben genannten Arten – diese Arten konnten auch im Kot der Wochenstube Tegerfelden (um 1880) relativ häufig nachgewiesen werden.

Abgesehen vom Beuteangebot war auch das Angebot von prinzipiell zur Jagd geeigneten Flächen in den Wäldern des 19. Jahrhunderts vermutlich tiefer als heute. Der gesamte Flächenanteil des Waldes im Untersuchungsgebiet war Ende des 19. Jahrhunderts etwas geringer (AREALSTATISTIK 1912, 1997 a, b; SIEGENTHALER 1996; STECK 2001). Zudem hatten Ende des 19. Jahrhunderts im Untersuchungsgebiet und dessen Umfeld Nieder- und Mittelwälder einen hohen Anteil an der Waldfläche (vgl. BÜRGI 1998; WULLSCHLEGER 1997). In Nieder- und Mittelwäldern fand das Grosse Mausohr vermutlich deutlich weniger geeignete Jagdhabitats als in Hochwäldern. Denn das Grosse Mausohr jagt als «ground-gleaner» ausschliesslich in Waldbeständen ohne Strauch- und untere Baumschicht, weil es für seinen Suchflug einen freien Flugraum benötigt (RUDOLPH 1989; AUDET 1990; GÜTTINGER 1997; ZAHN *et al.* 2005). Somit eignen sich mittel- und niederwaldartig bewirtschaftete Flächen für das Grosse Mausohr bestenfalls in den ersten Jahren nach dem Schlag zur Jagd, danach wird die Waldstruktur zu dicht. Die Hochwälder des ausgehenden 19. Jahrhunderts zeichneten sich generell durch lichtere Bestände aus als heute (BÜRGI 1998; RACKHAM 1998). Mehr Licht im Wald führt aber prinzipiell zu einer stärker ausgebildeten Kraut- und Strauchvegetation, was wiederum ungünstig für das Grosse Mausohr ist. Nur unter bestimmten Voraussetzungen konnten auch in lichten Beständen und/oder in Nieder- und Mittelwäldern geeignete Jagdhabitats für das Grosse Mausohr entstehen. So entstanden auf durch Austragsnutzung ausgelaugten Böden und auch durch Überalterung der Stöcke zum Teil Blößen, die dem Grossen Mausohr die Jagd in diesen Beständen ermöglicht haben könnten (LANDOLT 1892). Wir schätzen die Bedeutung beziehungsweise den Flächenanteil der so entstandenen potenziellen Jagdhabitats aber als gering ein.

4.5. Schlussfolgerungen und Implikationen für den Naturschutz

Verschiedene Gründe werden für den in Mitteleuropa Mitte des 20. Jahrhunderts beobachteten Bestandesrückgang des Grossen Mausohrs diskutiert. Einer davon ist ein durch die Intensivierung der Landwirtschaft bedingter Nahrungsmangel (ZAHN 1995). Dies scheint auch der Grund für den Rückgang anderer Arten zu sein, welche bevorzugt in kurzgrasigen landwirtschaftlichen Flächen nach grosswüchsigen Arthropoden jagen (z.B. Rotkopfwürger, Wiedehopf, Steinkauz; BEZZEL 1993 a, b).

Wir konnten aufzeigen, dass das Grosse Mausohr vor der grossräumigen Intensivierung der Landwirtschaft Mitte des 20. Jahrhunderts häufiger im Offenland jagte als heute, weil das Beuteangebot im damaligen Offenland vermutlich grösser war. Zugleich fand das Grosse Mausohr in den Wäldern des ausgehenden 19. Jahrhunderts vermutlich weniger Jagdhabitats mit einem genügend verfügbaren Beuteangebot.

Die Intensivierung der Landwirtschaft und die damit einhergehende Verknappung der Nahrung im Offenland könnte daher durchaus für den Rückgang des Grossen Mausohrs verantwortlich sein. Dies gilt aber nur unter der Voraussetzung, dass zur Zeit der Nahrungsverknappung im Offenland noch keine ausreichende Beute-Biomasse in geeigneten Wald-Jagd-

habitaten zur Verfügung stand. Da die Umwandlung von Nieder- und Mittelwäldern in Hochwälder Mitte des 20. Jahrhunderts im Prinzip schon abgeschlossen war (WULLSCHLEGER 1997), ist es unserer Ansicht nach eher unwahrscheinlich, dass das Grosse Mausohr den Schwerpunkt der Jagdhabitats nicht rechtzeitig auf den Wald verlagern konnte. Der Bestandesrückgang des Grossen Mausohrs Mitte des 20. Jahrhunderts wurde vermutlich vor allem durch Faktoren wie Quartierzerstörung, Biozideinsatz und/oder Klimaschwankungen verursacht (GÜTTINGER 1997).

Das Grosse Mausohr wird in den mitteleuropäischen Wäldern voraussichtlich auch in Zukunft genügend zur Jagd geeignete Flächen mit ausreichendem Beuteangebot vorfinden. Hierfür muss gewährleistet sein, dass ausreichend grosse Waldflächen weiterhin als Hochwälder bewirtschaftet werden. Prädestiniert dafür sind Buchenwälder auf produktiven Standorten, welche aufgrund ihrer Hallenwaldstruktur und ihrer vergleichsweise hohen Laufkäferbiomasse für das Grosse Mausohr eine hohe Jagdhabitatqualität aufweisen. Bewirtschaftungskonzepte, wie zum Beispiel der sich am Plenterwald orientierende «Dauerwald» mit ungleichaltrigen, stufigen Bestandesstrukturen (HEINRICH 1997), können die Artenvielfalt im Wald erhöhen, sind jedoch flächendeckend angewandt nicht im Sinne des Grossen Mausohrs.

Neben dem Erhalt eines ausreichenden Jagdhabitats- und Beuteangebots im Wald muss für den Schutz des Grossen Mausohrs auch eine ökologische Aufwertung der landwirtschaftlichen Nutzfläche angestrebt werden. Das aktuelle Agrar-Umweltprogramm der Schweiz geht diesbezüglich in die richtige Richtung und zeigt für andere Arten bereits Erfolge (HERZOG *et al.* 2005; KNOP *et al.* 2006). Eine Steigerung des Angebots an grossen Laufkäfern im Offenland kann einen wesentlichen Beitrag zur Stabilität und möglicherweise zur erneuten Ausbreitung der mitteleuropäischen Mausohrpopulationen leisten.

Zusammenfassung

In der Kirche der Gemeinde Tegerfelden in der Nordschweiz wurde Kot einer zwischenzeitlich erloschenen Kolonie des Grossen Mausohrs (*Myotis myotis*) gefunden, der dort seit etwa 1880 vor äusseren Einflüssen geschützt lag. Dadurch ergab sich die aussergewöhnliche Möglichkeit, Einblicke in die Nahrungsökologie dieser Fledermausart vor über hundert Jahren zu gewinnen. Heute ist bei mitteleuropäischen Mausohrpopulationen eine Spezialisierung auf Laufkäfer als Hauptbeutegruppe und auf Jagdhabitats im Wald zu beobachten. In der vorliegenden Studie wurde untersucht, ob diese Spezialisierung schon Ende des 19. Jahrhunderts vorhanden war, oder ob sie eine Folge des Landschaftswandels Mitte des 20. Jahrhunderts sein könnte (Rückgang der Artenvielfalt, speziell im Offenland).

Résumé

Aujourd'hui comme il y a cent ans: les Coléoptères carabidés sont les proies principales du Grand murin (*Myotis myotis*)

Les excréments d'une colonie aujourd'hui disparue de Grands murins (*Myotis myotis*) ont été trouvées dans une église de la commune de Tegerfelden dans le nord de la Suisse. Datant de 1880 environ et protégées jusqu'à maintenant de toute influence extérieure, ils offraient la possibilité unique d'étudier le régime alimentaire de cette espèce de chauve-souris tel qu'il était il y a plus d'un siècle. Les populations actuelles de murins d'Europe de l'Ouest sont spécialisées dans la chasse de Coléop-

tères carabidés en forêt. La présente étude devait permettre de déterminer si cette spécialisation existait déjà à la fin du 19^e siècle ou si elle était le résultat des transformations que le paysage a subies au milieu du 20^e siècle (diminution de la biodiversité, en particulier en terrain ouvert).

Summary

Today and a hundred years ago: Carabid beetles are the main prey of the greater mouse-eared bat (*Myotis myotis*)

The faeces of an extinct colony of the greater mouse-eared bat, (*Myotis myotis*), were found in the church of Tegerfelden (NW-Switzerland). The faeces could be dated to the end of the 19th century (around 1880). This find provided us with a unique opportunity to study the diet of the greater mouse-eared bat, and to compare the past and current diet of this species. Today, central European greater mouse-eared bats mainly hunt in forests, and carabid beetles (*Carabidae*) are their most important category of prey. In this study, we investigated whether this specialisation is caused by the changes to the landscape that took place during the second half of the 20th century, or if this bat species already exhibited a similar specialisation in the 19th century (loss of biodiversity, especially in open landscapes).

Literatur

- ALDERWEIRELDT, M.; DESENDER, K.; POLLET, M. 1991: Abundance and dynamics of adult and larval *Coleoptera* in different agro-ecosystems. *Advances in Coleopterology*: 223–232.
- AREALSTATISTIK 1912: Schweizerische Arealstatistik. Hrsg. vom Eidgenössischen Statistischen Bureau, Stämpfli, Bern, 95 S.
- AREALSTATISTIK 1997 a: Arealstatistik Schweiz – Die Bodennutzung in den Kantonen Zürich, Zug, Schaffhausen, Thurgau – Gemeindeergebnisse 1979/85 und 1992/97. Bundesamt für Statistik, Bern, 105 S.
- AREALSTATISTIK 1997 b: Arealstatistik Schweiz – Die Bodennutzung in den Kantonen Solothurn, Basel-Stadt, Basel-Landschaft, Aargau – Gemeindeergebnisse 1979/85 und 1992/97. Bundesamt für Statistik, Bern, 93 S.
- ARLETTAZ, R. 1996: Feeding behaviour and foraging strategy of free-living mouse-eared bats, *Myotis myotis* and *Myotis blythii*. *Animal behaviour* 51: 1–11.
- ARLETTAZ, R.; PERRIN, N.; HAUSER, J. 1997: Trophic resource partitioning and competition between the two sibling bat species *Myotis myotis* and *Myotis blythii*. *Journal of Animal Ecology* 66, 6: 897–911.
- ARLETTAZ, R.; JONES, G.; RACEY, P.A. 2001: Effects of acoustic clutter on prey detection by bats. *Nature* 414: 742–745.
- AUDET, D. 1990: Foraging behavior and habitat use by a gleaning bat, *Myotis myotis* (*Chiroptera: Vespertilionidae*). *Journal of Mammalogy* 71, 3: 420–427.
- BATHON, H. 1997: Natürliche Fauna – Wirbellose. Schriftenreihe des BML «Angewandte Wissenschaft», Heft 465: 42–55.
- BAUEROVA, Z. 1978: Contribution to the trophic ecology of *Myotis myotis*. *Folia Zoologica* 27, 4: 395–316.
- BECK, R. 1986: Naturale Ökonomie. Forschungshefte/Bayerisches Nationalmuseum, München II, Deutscher Kunstverlag, 260 S.
- BEZZEL, E. 1993 a: Kompendium der Vögel Mitteleuropas – *Passeres*/Singvögel. Aula-Verlag, Wiesbaden, 766 S.
- BEZZEL, E. 1993 b: Kompendium der Vögel Mitteleuropas – *Nonpasseriformes*/Nichtsingvögel. Aula-Verlag, Wiesbaden, 792 S.
- BLAKE, S.; FOSTER, G.N.; EYRE, M.D.; LUFF, M.L. 1994: Effects of habitat type and grassland management practices on the body size distribution of carabid beetles. *Pedobiologia* 38: 502–512.
- BONESS, M. 1953: Die Fauna der Wiesen unter besonderer Berücksichtigung der Mahd. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere* 42: 225–277.
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ 1999: Fledermäuse und Fledermausschutz in Deutschland. BfN-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag, Bonn-Bad Godesberg, 110 S.

- BÜRGI, M. 1998: Wie veränderte sich der Wald als Lebensraum im 19. und 20. Jahrhundert? – ein Fallbeispiel aus dem Zürcher Unter- und Weinland. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 149, 10: 758–769.
- DAAN, S. 1980: Long term changes in bat populations in the Netherlands – A summary. Lutra 22: 95–105.
- DETZEL, P. 1998: Die Heuschrecken Baden-Württembergs. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 580 S.
- DEUTSCHMANN, K. 1991: Verhalten von *Myotis myotis* (Borkh., 1797) beim Fang fliegender Insekten und bei der Lokalisation von Beute am Boden. Diplomarbeit der Fakultät für Biologie der Universität Tübingen, 85 S.
- DUELLI, P.; OBRIST, M.K. 1998: In search for the best correlates for local organismal biodiversity in cultivated areas. Biodiversity and Conservation 7: 297–309.
- DUELLI, P.; STUDER, M.; MARCHAND, I.; JAKOB, S. 1990: Population movement between natural and cultivated areas. Biological Conservation 54: 193–207.
- EISENTRAUT, M. 1937: Die deutschen Fledermäuse – eine biologische Studie. Monographien der Wildsäugetiere, Band II, Verlag Dr. Paul Schöps, Leipzig, 184 S.
- EWALD, K.C. 1978: Der Landschaftswandel – Zur Veränderung schweizerischer Kulturlandschaften im 20. Jahrhundert. Tätigkeitsberichte der Naturforschenden Gesellschaft Baselland 30: 55–305.
- FENTON, M.B. 1982: Echolocation, insect hearing, and feeding ecology of insectivorous bats. In: Kunz, T.H.: Ecology of bats. Plenum Press, New York, London: 261–285.
- FUNKE, W.; HEINLE, R.; KUPTZ, S.; MAJZLAU, O.; REICH, M. 1986: Arthropodengemeinschaften im Ökosystem «Obstgarten». Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Ökologie, Band XIV: 131–141.
- GANZERT, G. 1996: Die Landwirtschaft zwischen Natur und Markt. In: Konold (Hrsg.): Naturlandschaft Kulturlandschaft. Ecomed, Landsberg: 77–98.
- GARRIDO, J.A. 1997: La alimentación de *Myotis myotis* Borkh. 1797 (*Chiroptera, Vespertilionidae*) en la cuenca del río Guadix (sureste de España). Donana, Acta Vertebrata, 24, 1–2: 27–38.
- GEBHARD, J.; HIRSCHI, K. 1985: Analyse des Kotes aus einer Wochenstube von *Myotis myotis* (Borkh., 1797) bei Zwingen (Kanton Bern, Schweiz). Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern 42: 145–155.
- GERSTMAYER, R.; LANG, C. 1996: Beitrag zu Auswirkungen der Mahd auf Arthropoden. Zeitschrift für Ökologie & Naturschutz 5: 1–14.
- GRAF, M. 1990: Regionaler und saisonaler Vergleich der Nahrungszusammensetzung des Grossen Mausohrs *Myotis myotis* (*Mammalia, Chiroptera*) in der Schweiz. Diplomarbeit Universität Zürich, 25 S.
- GRIES, B.; MOSSAKOWSKI, D.; WEBER, F. 1973: *Coleoptera Westfalica: Familia Carabidae, Genera Cychrus, Carabus und Calosoma*. Abhandlungen aus dem Landesmuseum für Naturkunde zu Münster in Westfalen 35, 4, 80 S.
- GÜTTINGER, R. 1997: Jagdhabitats des Grossen Mausohrs (*Myotis myotis*) in der modernen Kulturlandschaft. Schriftenreihe Umwelt Nr. 288, Natur und Landschaft, Buwal, Bern: 140 S.
- GÜTTINGER, R.; ZAHN, A.; KRAPP, F.; SCHÖBER, W. 2001: *Myotis myotis* (Borkhausen, 1797) – Grosses Mausohr, Grossmausohr. In: Niethammer, J.; Krapp, F. (Hrsg.): Handbuch der Säugetiere Europas, Band 4: Fledertiere, Teil I: *Chiroptera I (Rhinolophida, Vespertilionidae I)*: Aula-Verlag, Wiebelsheim: 123–207.
- HEINRICH, C. 1997: Dauerwald – Das Nabu-Konzept einer naturnahen Waldwirtschaft. In: Bode, W. (Hrsg.): Naturnahe Waldwirtschaft. Deukalion, Holm: 129–158.
- HERZOG, F.; DREIER, S.; HOFER, G.; MARFURT, C.; SCHÜPBACH, B.; SPIESS, M.; WALTER, T. 2005: Effect of ecological compensation areas on floristic and breeding bird diversity in Swiss agricultural landscapes. Agriculture, Ecosystems and Environment 108: 189–204.
- HEYDEMANN, B.; MEYER, H. 1983: Auswirkungen der Intensivkultur auf die Fauna in den Agrarbiotopen. Deutscher Rat für Landschaftspflege – Landespflege und Landwirtschaft 42: 174–191.
- HOCKMANN, P.; SCHLOMBERG, P.; WALLIN, H.; WEBER, F. 1989: Bewegungsmuster und Orientierung des Laufkäfers *Carabus auronitens* in einem westfälischen Eichen-Hainbuchen-Wald. Abhandlungen aus dem westfälischen Museum für Naturkunde 51, 1, 71 S.
- HORION, A. 1941: Faunistik der deutschen Käfer, Band 1: *Adephaga-Caraboidea*, Hans Goecke Verlag, Krefeld, 463 S.
- KERVYN, T. 1996: Le régime alimentaire du grand murin *Myotis myotis* (*Chiroptera: Vespertilionidae*) dans le sud de la Belgique. Cahiers d'Éthologie 16: 23–46.
- KNOP, E.; KLEIJN, D.; HERZOG, F.; SCHMID, B. 2006: Effectiveness of the Swiss agri-environment scheme in promoting biodiversity. Journal of Applied Ecology 43: 120–127.
- KULZER, E. 2003a: Ordnung *Chiroptera* (Fledertiere). In: M. Braun, F. Dieterlen: Die Säugetiere Baden-Württembergs, Band I. Ulmer, Stuttgart: 310–319.
- KULZER, E. 2003b: Grosse Mausohr *Myotis myotis* (Borkhausen, 1797). In: M. Braun, F. Dieterlen: Die Säugetiere Baden-Württembergs, Band I. Ulmer, Stuttgart: 357–377.
- KUNZ, T.H.; WHITAKER, J.O. JR. 1983: An evaluation of fecal analysis for determining food habitats of insectivorous bats. Canadian Journal of Zoology 61: 1317–1321.
- LANDOLT, E. 1892: Die Mittelwaldungen und deren Bewirtschaftung. Schweizerische Zeitschrift für das Forstwesen 43: 33–41.
- LANDOLT, E. 1991: Gefährdung der Farn- und Blütenpflanzen in der Schweiz. Buwal, Bern, 185 S.
- LAUENSTEIN, G. 1986: Zum Problem der *Tipula*-Larven auf wirtschaftlich genutztem Grünland. In: Chemische Bekämpfung und ökologische Regulation der Wiesenschnake (*Tipula paludosa* Meigen; *Diptera, Insecta*) auf Nutzflächen in Nordwest-Deutschland. Natur-special-Report 2, BSH-Verlag Wardenburg 1986: 11–41.
- LEONARD, P.L.; COBHAM, R.O. 1977: The farming landscape of England and Wales: a changing scene. Landscape Planning 4: 205–216.
- LUKA, H. 1996: Laufkäfer: Nützlinge und Bioindikatoren in der Landwirtschaft. Agrarforschung 3, 1: 33–36.
- LUSTENBERGER, J.P. 2000: Das Kleine Mausohr (*Myotis blythii*, Thoms 1857) in der heutigen Kulturlandschaft: Einblicke in die Nah-rungsökologie dieser gefährdeten Fledermausart im Alpenrh-eintal. Diplomarbeit Universität Zürich, 70 S.
- MADER, H.J.; SCHELL, C.; KORNACKER, P. 1990: Linear barriers to arthropod movement in the landscape. Biological Conservation 54: 209–222.
- MAELFAIT, J.P.; DE KEER, R. 1990: The border zone of an intensively grazed pasture as a corridor for spiders (*Araneae*). Biological Conservation 54: 223–238.
- MARGGI, W.A. 1992: Faunistik der Sandlaufkäfer und Laufkäfer der Schweiz (*Cicindelidae & Carabidae*). Centre Suisse de Cartographie de la faune (CSCF), Neuchâtel, 477 S.
- MARTINOLI, D. 1996: Observations éco-éthologiques, étude du régime alimentaire et terrains de chasse d'une colonie de *Myotis myotis* (Borkhausen, 1797) à Courtételle (JU). Travail de certificat, Université de Neuchâtel, 81 S.
- RACKHAM, O. 1998: Savanna in Europe. In: Kirby K.J.; Watkins, C. (Hrsg.): The ecological history of European forests. Cab International, Oxon (UK): 1–24.
- RAMOS PEREIRA, M.J.; REBELO, H.; RAINO, A.; PALMEIRIM, J. 2002: Prey selection of *Myotis myotis* (*Vespertilionidae*) in an Mediterranean region. Acta Chiropterologica 4: 183–193.
- RATSCHKER, U.M.; ROTH, M. 1997: Die Spinnenfauna von Agrarökosystemen – Auswirkungen verschiedener Nutzungsformen und -intensitäten auf strukturfauistische Parameter. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine Angewandte Entomologie 11: 125–130.
- RIECKEN, U. 2000: Raumeinbindung und Habitatnutzung epigäischer Arthropoden unter den Bedingungen der Kulturlandschaft. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 61, 196 S.
- ROBINSON, R.A.; SUTHERLAND, W.J. 2002: Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain. Journal of Applied Ecology 39: 157–176.
- ROER, H. 1981: Zur Bestandesentwicklung einiger Fledermäuse in Mitteleuropa. *Myotis* 18–19: 60–67.
- ROTE LISTE 1994: Rote Liste der gefährdeten Fledermausarten der Schweiz. Schweizerische Koordinationsstelle für Fledermausschutz Ost und West. Buwal (Hrsg.), Vollzug Umwelt. Bern: 55–59.
- RUDOLPH, B.-U. 1989: Habitatwahl und Verbreitung des Mausohrs (*Myotis myotis*) in Nordbayern. Diplomarbeit Universität Erlangen-Nürnberg, 138 S.
- SCHAUERMANN, J. 1986: Siedlungsdichten und Biomassen. In: Ellenberg, H.; Mayer, R.; Schauerermann, J. (Hrsg.): Ökosystemforschung

- Ergebnisse des Sollingprojektes 1966–1986. Ulmer, Stuttgart: 225–266.
- SCHIESS, H.; SCHIESS-BÜHLER, C. 1997: Dominanzminderung als ökologisches Prinzip: eine Neubewertung der ursprünglichen Waldnutzungen für den Arten- und Biotopschutz am Beispiel der Tagfalterfauna eines Auenwaldes in der Nordschweiz. Mitteilungen der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft 72, 1, 127 S.
- SCHMITT, G.; ROTH, M. 1997: Die Hymenopterenfamilien von Agrarökosystemen – Am Beispiel unterschiedlich strukturierter Landschaftskomplexe des Biosphärenreservates Schorfheide-Chorin. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine Angewandte Entomologie 11: 131–135.
- SCHREITER, T.; ROTH, M. 1997: Einfluss verschiedener Formen der Landnutzung auf die Struktur von Coleopterenzönosen. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine Angewandte Entomologie 11: 137–141.
- SIEGENTHALER, H. 1996: Historische Statistik der Schweiz. Chronos-Verlag, Zürich, 1221 S.
- SIEMERS, B.M.; GÜTTINGER, R. 2006: Prey conspicuousness can explain apparent prey selectivity. *Current Biology* 16, 5: 157–159.
- SPITZENBERGER, F. 2005: Rote Liste der Säugetiere Österreichs. In Zülka, K.P.: Rote Liste der gefährdeten Tiere Österreichs. Grüne Reihe des Lebensministeriums 14, 1: 45–62.
- STEBBINGS, R.E. 1988: Conservation of european bats. Christopher Helm Ltd., London, 246 S.
- STECK, C.E. 2001. Die Nahrungsökologie des Grossen Mausohrs (*Myotis myotis*) heute und vor hundert Jahren – eine historisch-ökologische Fallstudie. Diplomarbeit, Universität Zürich, 63 S.
- STEINBORN, H.A.; HEYDEMANN, B. 1990: Indikatoren und Kriterien zur Beurteilung der ökologischen Qualität von Agrarflächen am Beispiel der *Carabidae* (Laufkäfer). Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 32: 165–174.
- THIELE, H.-U. 1977: Carabid beetles in their environments. *Zoophysiology and Ecology* 10, 369 S.
- TIETZE, F. 1985: Veränderungen in der Arten- und Dominanzstruktur in Laufkäfertaxozönosen (*Coleoptera-Carabidae*) bewirtschafteter Graslandökosysteme durch Intensivierungsfaktoren. *Zoologisches Jahrbuch für Systematik* 112: 383–404.
- UEBERREIN, N. 1998: Nahrungsanalyse des Grossen Mausohrs (*Myotis myotis*, Borkhausen 1797) im regionalen und saisonalen Vergleich. Staatsexamensarbeit Heidelberg, 73 S.
- WACHMANN, E.; PLATEN, R.; BRANDT, D. 1995: Laufkäfer. Naturbuch Verlag, Augsburg, 295 S.
- WILDERMUTH, H. 1978: Natur als Aufgabe – Leitfaden für die Naturschutzpraxis in der Gemeinde. SBN, Basel, 298 S.
- WULLSCHLEGER, E. 1997: Waldpolitik und Forstwirtschaft im Kanton Aargau. Finanzdepartement des Kt. Aargau, Abt. Wald, Aarau, 680 S.
- ZAHN, A. 1995: Populationsbiologische Untersuchungen am Grossen Mausohr (*Myotis myotis*). Dissertation Universität München, 130 S.
- ZAHN, A.; HASELBACH, H.; GÜTTINGER, R. 2005: Foraging activity of central European *Myotis myotis* in a landscape dominated by spruce monocultures. *Mammalian Biology* 70, 5: 265–270.
- ZELTNER, U. 1989: Einfluss unterschiedlicher Pflegeintensitäten von Grünland auf die Arthropoden-Fauna im urbanen Bereich. Faunistisch-ökologische Mitteilungen, Suppl. 8: 1–68.

Dank

Für die vielfältige Unterstützung dieser Arbeit möchten wir Andres Beck, Christian Drescher, John Lustenberger, Monica Marti-Moeckli, Isabelle Minder, Bea Miranda, Bernhard Nievergelt, Richard Rehm, Arno Schanowski, Marion Schmid und Thomas Zumbrunnen herzlich danken. Bruno Schelbert vom Amt für Landschaft und Natur, Baudepartement des Kantons Aargau, danken wir für die finanzielle Unterstützung zur Altersbestimmung der Fledermaus-Schädel aus der Kirche in Tegerfelden.

Autoren

CLAUDE STECK, Dipl. Zool., Professur für Natur- und Landschaftsschutz, ETH Zürich, CHN, Universitätsstrasse 16, 8092 Zürich und Eidg. Forschungsanstalt WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf. E-Mail: claudesteck@wsl.ch.
RENÉ GÜTTINGER, Biologe und Naturfotograf, Gerbeweg 7, Postfach 334, 9630 Wattwil. E-Mail: rene.guettinger@bluwin.ch.