©Schutzgebietsverwaltung Wildnisgebiet Dürrenstein; download www.zobodat.at

Fledermausgemeinschaften und Rufaktivität im Wildnisgebiet Dürrenstein und in umliegenden Wirtschaftswäldern

Teresa Knoll, Konrad Fiedler & Guido Reiter

Zusammenfassung

Wälder spielen eine wichtige Rolle als Lebensraum für viele Fledermausarten. Fledermäuse sind aber auch ein wichtiger Teil von Waldökosystemen. Vor allem alte Waldbestände weisen oftmals aufgrund eines erhöhten Nahrungs- und Quartierangebotes, sowie einem höheren Angebot an ökologischen Nischen eine gegenüber Wirtschaftswäldern erhöhte Fledermausaktivität auf.
Die vorliegende Studie wurde im und zehn Kilometer um das Wildnisgebiet Dürrenstein durchgeführt – dem einzigen „Strengen Naturreservat" bzw. „Wildnisgebiet" (Kategorie Ia bzw. Ib, IUCN) in Österreich. Das Ziel der Arbeit war es, die Fledermausaktivität in Wäldern inner- und außerhalb dieses wertvollen Naturschutzgebietes zu vergleichen.
Dazu wurden automatische Rufaufzeichnungsgeräte (batcorder, ecoObs, Nürnberg, Deutschland) an 19 Standorten im Wildnisgebiet Dürrenstein und an 19 Punkten gleicher Höhenlage in einem Wirtschaftswald für eine Nacht (und vereinzelt in zwei Nächten) aufgestellt. Insgesamt wurden 1.370 Rufsequenzen von Fledermäusen aufgezeichnet, welche in jedem Waldtyp mindestens neun verschiedenen Fledermausarten zugeordnet werden konnten.
Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Fledermausaktivität zwischen dem Wildnisgebiet und den Wirtschaftswäldern für einige Fledermausarten [Mopsfledermaus, „Bartfledermäuse", Mkm (=Wasserfledermaus, „Bartfledermäuse" oder Bechsteinfledermaus) und Zwergfledermaus] signifikant unterschied. Die Anzahl der Fledermausarten war im Wildnisgebeit und in den Wirtschaftswäldern gleich hoch, allerdings war die Artenzusammensetzung unterschiedlich. Die Rufaktivität der Fledermäuse war positiv mit der Komplexität der Waldstruktur (Varianz BHD, Anteil Totholz, Anteil an Laubbäumen, etc.) korreliert.
Die Ergebnisse bestätigen, dass stehendes Totholz sowie Starkhölzer wichtige Strukturen für Fledermäuse bieten. Daher sollte die Förderung dieser Strukturen bei der Bewirtschaftung von Wäldern stärker berücksichtigt werden.

Abstract

Forests are important habitats for bats and bats play important roles in forest ecosystems. Especially in old-growth forests bat activity is often higher than in less structured ecosystems, due to a higher resource supply (food and roosts) and a higher number of available niches.
The present study was carried out in and up to 10 km around the Wilderness Area Dürrenstein, the only "strict nature reserve" (IUCN category Ia) or „wilderness area" (IUCN category Ib) in Austria. The goal was to compare bat activity and the composition of bat communities between old-growth and managed forests.
An automated acoustic sampling of bat calls with batcorders (ecoObs, Nuremberg, Germany) was carried out. Nineteen sampling points were located in the oldgrowth forest and compared to 19 points, matching in their elevation above sea level, in surrounding managed forests. This way, a total of 1,370 bat passes were recorded which could be assigned to at least nine different bat species in old-growth as well as in managed forests.
We observed differences in bat activities between the two forest management types for a few commonly recorded species or species groups *[Barbastella barbastellus, Myotis brandtii/M. mystacinus,* Mkm *(=Myotis daubentonii, Myotis brandtii/M. mystacinus or M. bechsteinii)* and *Pipistrellus pipistrellus].* No significant difference in overall call activity and the species number could be detected. However, bat species composition varied between the two management types. Furthermore, bat activity was positively related to the structural complexity of the forests around the recording sites.
Our results confirm the importance of standing dead wood and large trees in forests. Thus, these structural characteristics should be primary goals if bats are conservation targets in forests. Moreover, not only bats would benefit from these management measures.

1. Einleitung

Wälder stellen wichtige Lebensräume für viele heimische Fledermausarten dar (Dietz 2012) und Fledermäuse spielen eine wichtige Rolle im Ökosystem Wald (Carter et al. 2007). Wälder dienen als Jagdhabitate (Barclay et al. 1996; Dietz 2012; Meschede et al. 2000; Patriquin et al. 2003; Vaughan et al. 1997) und bieten Quartiere zum Übertagen (Barclay & Brigham 1996; Meschede & Heller 2000). Einige Fledermausarten (Bechsteinfledermaus, Nymphenfledermaus) hängen dabei in besonders hohem Maße von Wäldern und im Besonderen von naturnahen Wäldern ab (Meschede & Heller 2000).

In der gegenständlichen Arbeit soll die Bedeutung von alten, naturnahen Wäldern für Fledermausgemeinschaften untersucht werden. Vor allem aus

©Schutzgebietsverwaltung Wildnisgebiet Dürrenstein; download www.zobodat.at

Nordamerika liegen zahlreiche Studien vor, welche die Bedeutung alter Wälder für Fledermäuse hervorheben (Crampton et al. 1996; Humes et al. 1999; Krusic et al. 1996; Miller et al. 2003; Parker et al. 1996; Thomas 1988). Auch höhere Artendiversität in alten Wäldern konnte mehrfach festgestellt werden (Huff et al. 1993; Parker et al. 1996; Thomas 1988; Zielinski et al. 1999).
Ziel dieser Arbeit war es, die Nutzung des Wildnisgebietes durch Fledermäuse im Vergleich zu den umgebenden Wirtschaftswäldern zu untersuchen.

Abb. 1: Batcorder zur automatischen Aufzeichnung von Fledermausrufen an einem Standort im Rothwald. (©Teresa Knoll)

2. Methodik

2.1 Untersuchungsgebiet

Die Studie wurde im Wildnisgebiet Dürrenstein und in Wirtschaftswäldern in einem 10 km-Radius um das Wildnisgebiet durchgeführt. Der Urwald Rothwald ist einer der letzten Buchen-Fichten-Tannen-Urwälder Europas (Coja et al. 2006; Leditznig et al. 2009; Mühlböck 2006) und eignet sich daher hervorragend für diese Fragestellung. Mittels GIS (Geografisches Informationssystem) wurden aus Zufallspunkten 19 Standorte im Wildnisgebiet (17 davon im Rothwald) und 19 Punkte in einem Wirtschaftswald auf gleicher Seehöhe ausgewählt (siehe Karte 1).

2.2 Nachweise mittels Aufzeichnungen von Fledermausrufen im Jagdgebiet

Für die Fledermausnachweise wurde jeweils für eine Nacht an den beiden Punkten gleicher Höhenlage je ein Gerät zur automatischen Aufzeichnung von Fledermausrufen (batcorder, ecoObs, Nürnberg, Deutschland) aufgestellt (Abb. 1). Dieses Design

***Tab. 1:** Habitatparameter an den Standorten der Fledermaus-Erhebungen; Bäume sind definiert als holzige Gewächse mit mind. 5 m Höhe; BHD = Brusthöhendurchmesser.*

Parameter	Radius	Methodik der Erfassung
Baumgröße (BHD und Höhe)	10 m	Messung/Schätzung
Deckung der Laubbäume	15 m	Schätzung in Prozent
Schichtung des Waldes	15 m	Erfassung der Schichten
liegendes und stehendes Totholz	30 m	Einteilung in Klassen (1 = keines bis 4 = sehr viel)
Starkholz (Bäume mit mind. 50 cm BHD)	30 m	Einteilung in Klassen (1 = keines bis 4 = sehr viel)
Waldtyp bzw. Waldtyp der Umgebung	30 m/100 m	Waldtyp 1: <25 % Deckung von Laubbaumarten in der Baumschicht; Nadelwald Waldtyp 2: 26-75 % Deckung von Laubbaumarten in der Baumschicht; Mischwald Waldtyp 3: >76 % Deckung von Laubbaumarten in der Baumschicht; Laubwald Waldtyp 4: Kahlschlag oder Lawinenhang
Struktur des Waldbestandes	100 m	Einteilung in Klassen (1 = niedrig bis 4 = sehr hoch)
Deckungen der Kraut-, Strauch- und Baumschicht	beim batcorder	Schätzung in Prozent
Exposition	beim batcorder	Kompass
Inklination	beim batcorder	Neigungsmesser
Distanz zu nächstem Weg, Waldrand, Gewässer bzw. Siedlung	variabel	in m; extrahiert aus AMap Fly 5.0; © EDAS Deutschland

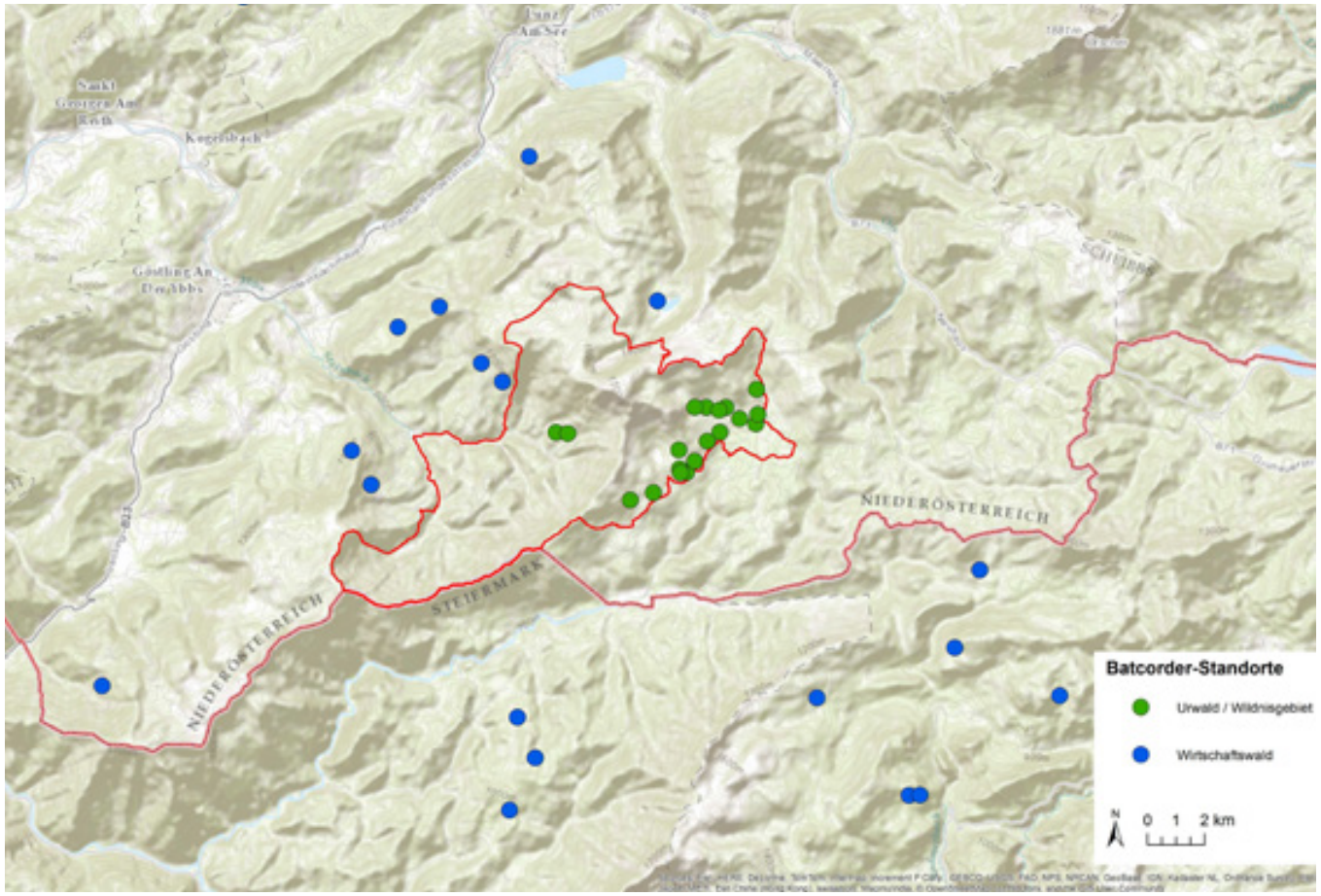
©Schutzgebietsverwaltung Wildnisgebiet Dürrenstein; download www.zobodat.at

sollte sicherstellen, dass die äußeren Bedingungen (Temperatur, Wind, Regen) bei der Datenaufnahme in den beiden Bewirtschaftungstypen gleich waren. Die Geräte schalteten sich eine Stunde vor Sonnenuntergang ein und nahmen alle Fledermausrufe bis eine Stunde nach Sonnenaufgang auf. An jedem Standort wurden zudem mehrere Parameter erhoben, um die Waldstruktur und Topographie zu charakterisieren (Tab. 1).

2.3 Rufaufnahmen und deren Analyse

Zur Erfassung der Rufaktivität wurden batcorder der Versionen 1, 2 und 3 verwendet. Um die Kompatibilität der Geräte zu gewährleisten, wurden nur kalibrierte Geräte mit folgenden Standardeinstellungen verwendet: quality = 20, post trigger = 400 ms, threshold level = -27 dB, critical frequency = 16 Hz.

Für die Rufanalysen wurden die Softwarepakete bcAdmin 3.2.3 (ecoObs, Nürnberg, Deutschland) und batIdent 1.5 (ecoObs, Nürnberg, Deutschland) verwendet. Alle Identifikationsergebnisse der Software wurden manuell auf Plausibilität überprüft (Barlow et al. 1997; Hammer et al. 2009; Pfalzer 2002; Skiba 2003; Zingg 1990) und, falls notwendig, einer umfassenderen Artengruppe oder einer Art neu zugeordnet. Folgende Kriterien wurden dabei angewendet: Die Bechsteinfledermaus wurde zur Artengruppe Mkm (Myotis klein/mittel) gerechnet, wenn die Software eine Zuordnungswahrscheinlichkeit von <65 % ausgab. Die Teichfledermaus wurde nicht angenommen, da diese Art bis jetzt nur im äußersten Osten Österreichs nachgewiesen wurde (Reiter et al. 2010) und auch die bevorzugten Habitate im Untersuchungsgebiet fehlen (Dietz et al. 2009).



Karte 1: *Karte des Untersuchungsgebietes mit 19 Standorten im Wildnisgebiet Dürrenstein (17 davon im Rothwald) und 19 Standorten in Wirtschaftswäldern in einem 10 km-Radius um das Wildnisgebiet*

(GIS: Ingrid Kohl)

2.4 Statistische Analysen

Neben deskriptiven Methoden wurden Mann-Whitney-U-Tests, Spearman- und Pearson-Korrelationen sowie Hauptkomponentenanalysen (PCA) und Chi²-Tests angewendet. Die Analysen erfolgten mittels SPSS 22 (IBM 2013).

©Schutzgebietsverwaltung Wildnisgebiet Dürrenstein; download www.zobodat.at

3. Ergebnisse

3.1 Strukturelle Differenzen zwischen dem Wildnisgebiet und Wirtschaftswäldern

Im Wildnisgebiet weisen die Untersuchungsstandorte einen höheren Anteil an Totholz und Starkhölzern auf. Außerdem ist der Anteil an Laubbäumen höher. Die Aufnahmeorte in bewirtschafteten Wäldern weisen hingegen eine geringere Deckung der Krautschicht auf und kürzere Distanzen zu Waldwegen und Siedlungen (Tab. 2). Die für die Fledermaus-Aufnahmen gewählten Standorte spiegeln demnach die Erwartungen im Hinblick auf den unterschiedlichen Grad der Hemerobie zwischen den beiden Untersuchungsgebieten wider.

3.2 Fledermausaktivität im Wildnisgebiet und in den Wirtschaftswäldern

In 23 Aufnahmenächten wurden insgesamt 1.370 Fledermaussequenzen aufgezeichnet (44,2 Rufe pro Nacht, STD = 98,2). Diese konnten neun Fledermausarten bzw. zwei weiteren Artenpaaren zugeordnet werden (Tabelle 3), welche alleine mit den Informationen der Rufaufzeichnungen nicht auf Artniveau getrennt werden können. Die tatsächliche Anzahl an vorkommenden Fledermausarten kann somit auch höher sein.

Fünf der aufgezeichneten Arten sind in der Roten Liste der Säugetiere Österreichs als gefährdet, eine Art als potentiell gefährdet und zwei Fledermausarten sind als nicht gefährdet eingestuft (Spitzenberger 2005). In der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie sind alle Arten im Anhang IV gelistet, Bechsteinfledermaus, Mopsfledermaus (Abb. 2) und Kleine Hufeisennase sind zudem im Anhang II zu finden (Anonym 1992). Auch einige der aufgezeichneten Artengruppen enthalten weitere Fledermausarten, welche in der Roten Liste der gefährdeten Säugetiere Österreichs in Gefährdungskategorien gelistet sind (Spitzenberger 2005).

Insgesamt konnten 83,8% (n=820) der Sequenzen im Wildnisgebiet und 87,5% (n=343) der Sequenzen in den Wirtschaftswäldern einer Art zugeordnet werden. Demnach konnten im Wildnisgebiet 11,5% (n=112) und in den Wirtschaftswäldern 8,7% (n=34) lediglich auf Gruppenniveau bestimmt werden. Im Wildnisgebiet entfielen 4,6% (n=45) der Rufe und in den Wirtschaftswäldern 3,6% (n=14) auf die Gattung *Myotis*. Je eine Sequenz (WGD = 0,1% und WW = 0,3%) konnte nicht näher bestimmt werden.

Die Mindestartenzahl und die Anzahl der aufgezeichneten Fledermausrufsequenzen korrelieren miteinander (Spearman-Korrelation: $r_s = 0{,}88$; $p = 0{,}001$): eine höhere Anzahl an Rufsequenzen resultiert in einer höheren beobachteten Artenzahl.

Die Fledermausarten/-gruppen mit der höchsten Rufaktivität im Wildnisgebiet Dürrenstein waren: Zwergfledermaus (n = 744; 76,1%), Mkm (n = 111; 11,4%) und „Bartfledermäuse“ (n = 46; 4,7%). In den Wirtschaftswäldern waren es dieselben Arten/Artengruppen, allerdings mit folgender Verteilung: Zwergfledermaus (n = 291; 74,2%), Mkm (n = 31; 7,9%) und „Bartfledermäuse“ (n = 22; 5,6%). Zusammen machen die Rufsequenzen der oben genannten Art/Artengruppe 87,7% der aufgezeichneten Sequenzen aus.

Tab. 2: *Vergleich der Mittelwerte (Standardabweichung = STD in Klammer) der signifikant unterschiedlichen Habitatparameter zwischen Untersuchungsstandorten im Wildnisgebiet Dürrenstein (WGD) und Wirtschaftswäldern (WW).*

Habitatparameter	Mittelwert		Mann-Whitney U-Test
	WGD	WW	
Anteil an Laubbäumen (%)	54,4 (27,1)	29,8 (37,4)	p = 0,022
Deckung der Krautschicht (%)	14,9 (21,3)	31,8 (23,4)	p = 0,030
liegendes Totholz (Klassen)	2,3 (1,3)	0,6 (0,6)	p < 0,001
stehendes Totholz (Klassen)	2,0 (1,4)	0,7 (0,7)	p = 0,003
Anteil an Totholz gesamt (Klassen)	2,1 (1,3)	0,7 (0,7)	p = 0,001
Textur (Klassen)	2,9 (0,8)	2,0 (0,8)	p = 0,009
Distanz zum nächsten Waldweg (m)	379,8 (296,0)	32,7 (73,9)	p < 0,001
Distanz zur nächsten Siedlung (m)	3.908,7 (948,1)	1.915,4 (1.015,0)	p < 0,001
Anteil an Starkholz (Klassen)	2,7 (0,9)	0,8 (1,0)	p < 0,001
Umgebung des Waldstandortes (4 Typen)	3,7 (0,7)	2,8 (0,9)	p = 0,008

©Schutzgebietsverwaltung Wildnisgebiet Dürrenstein; download www.zobodat.at

Fransenfledermäuse, wie auch die Artengruppe Pmid *(Pipistrellus nathusii* oder *P. kuhlii*) und Ptief (*Hypsugo savii, Pipistrellus kuhlii* oder *P. nathusii*) wurden nur (wenn auch selten: insgesamt 0,7% der dort registrierten Sequenzen) im Urwald registriert, während der Abendsegler, sowie die Artengruppen Nycmi *(Nyctalus leisleri, Eptesicus serotinus* oder *Vespertilio murinus*) und *Nyctaloid (Nyctalus* sp., *Eptesicus* sp. oder *Vespertilio* sp.) lediglich in den Wirtschaftswäldern aufgezeichnet wurden (insgesamt 1,3 % der dort registrierten Rufe). Die genannten Arten oder -gruppen wurden jedoch nur selten registriert.

Die mittlere Anzahl an Rufsequenzen pro Nacht und Standort betrug 51,5 (STD = 120,9) im Wildnisgebiet und 20,6 (STD = 39,7) im Wirtschaftswald (Abb. 3). Aufgrund der hohen Varianz ist diese Differenz jedoch statistisch nicht signifikant (Mann-Whitney-U-Test: p = 0,29). In vier Nächten im Wildnisgebiet und in sechs Nächten im Wirtschaftswald wurden keine Sequenzen aufgezeichnet; diese wurden alle in die statistischen Tests miteinbezogen.

Abb. 2: *Die Mopsfledermaus (Barbastella barbastellus) gehört zu den international und national gefährdeten Fledermausarten.* *(© Guido Reiter)*

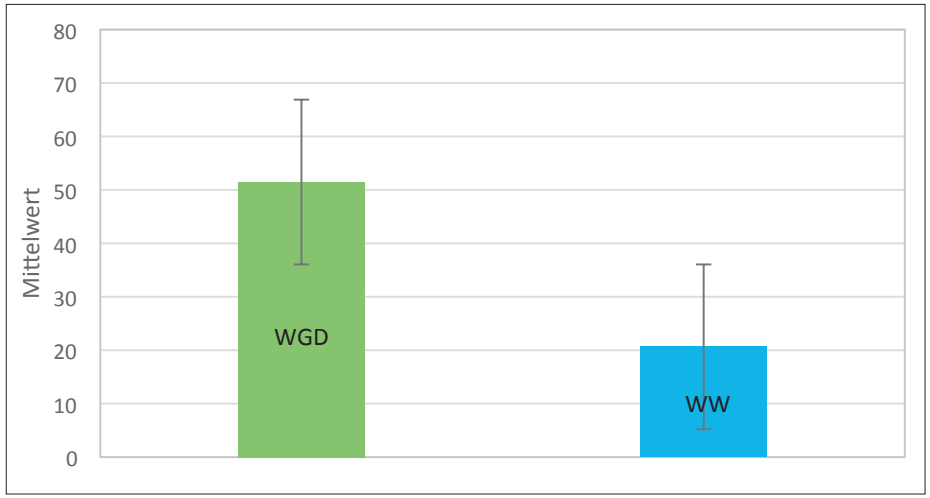


Abb. 3: *Mittlere Anzahl der aufgezeichneten Rufsequenzen pro Nacht und Bewirtschaftungstyp. Fehlerbalken = Standardfehler (SE).*

Innerhalb der beobachteten Fledermausgattungen ähneln sich die Arten hinsichtlich des Nahrungserwerbs sehr. Daher können hier, wenn man die Arten ihren höheren Taxa zuordnet, Gilden gebildet werden (vgl. Reiter et al. 2014).

Dabei zeigt sich, dass *Myotis*-Arten eine leicht erhöhte Aktivität im Urwald aufweisen, während die Nyctaloiden öfter in den Wirtschaftswäldern nachgewiesen wurden. *Pipistrellus* spp. ist generell häufig zu finden, im Wildnisgebiet gab es allerdings ebenfalls eine relativ höhere Anzahl aufgenommener Sequenzen (Abb. 4).

3.3 Vergleich der Waldtypen

Beim Vergleich der unterschiedlichen Waldtypen zeigte sich, dass an Standorten im Nadelwald – vor allem im Wildnisgebiet, aber auch in den Wirtschaftswäldern – eine überraschend hohe Fledermausaktivität beobachtet wurde. An Standorten im Mischwald und an Lawinenhängen war vor allem im Wildnisgebiet eine hohe Rufaktivität zu registrieren, an Laubwaldstandorten hingegen wiesen die Fledermäuse eine geringe Rufaktivität auf (Abb.5, Tab. 4).

©Schutzgebietsverwaltung Wildnisgebiet Dürrenstein; download www.zobodat.at

Tab. 3: *Anzahl der aufgezeichneten Fledermausrufsequenzen (Mittelwert in Klammern) im Wildnisgebiet und in den Wirtschaftswäldern; FFH = Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (Anonym 1992): II = gelistet in Anhang II, IV = gelistet in Anhang IV; RL = Rote Liste der Säugetiere Österreichs (Spitzenberger 2005): VU = gefährdet, NT = potentiell gefährdet, LC = nicht gefährdet, NE = nicht beurteilt.*

Art bzw. Artengruppe	FFH	RL	WGD	WW
Rhinolophus hipposideros (Kleine Hufeisennase)	II & IV	VU	1 (1,0)	2 (1,0)
Myotis bechsteinii (Bechsteinfledermaus)	II & IV	VU	4 (2,0)	2 (1,0)
Myotis daubentonii (Wasserfledermaus)	IV	LC	13 (1,4)	1 (1,0)
Myotis nattereri (Fransenfledermaus)	IV	VU	2 (2,0)	0
Mbart (*Myotis brandtii* oder *M. mystacinus*) („Bartfledermäuse“)	IV	VU/NT	46 (4,6)	22 (2,8)
Nyctalus noctula (Abendsegler)	IV	NE	0	1 (1,0)
Pipistrellus pipistrellus (Zwergfledermaus)	IV	NT	744 (67,6)	291 (48,5)
Eptesicus nilsonii (Nordfledermaus)	IV	LC	0	2 (2,0)
Eptesicus serotinus (Breitflügelfledermaus)	IV	VU	2 (1,0)	2 (2,0)
Barbastella barbastellus (Mopsfledermaus)	II & IV	VU	2 (2,0)	20 (10,0)
Pmid (*Pipistrellus nathusii* oder *P. kuhlii*) (Rauhhaut- oder Weißrandfledermaus)	IV	NE/VU	4 (4,0)	0
Mkm (*M. daubentonii*, Mbart oder *M. bechsteinii*)			111 (8,5)	31 (3,4)
Nycmi (*Nyctalus leisleri, Eptesicus serotinus* oder *Vespertilio murinus*)			0	1 (1,0)
Ptief (*Hypsugo savii, Pipistrellus kuhlii* oder *P. nathusii*)			1 (1,0)	0
Myotis sp.			47 (3,6)	14 (1,8)
Nyctaloid (*Nyctalus* sp., *Eptesicus* sp. *oder Vespertilio* sp.)			0	2 (1,0)
Chiroptera indet.			1 (1,0)	1 (1,0)
Summe			**978**	**392**
Mindestartenzahl			**9**	**9**

Mittels eines Chi²-Tests konnte gezeigt werden, dass Mopsfledermaus und Zwergfledermaus sowie die Gattung *Myotis* Wälder mit einem hohen Laubbaumanteil bevorzugten (Tab. 5). Die Artengruppe „Mkm“ wurde häufiger als erwartet in Wäldern mit hohem Laubbaumanteil festgestellt, jedoch auch vermehrt in Nadelwäldern und Schlagflächen. *Myotis* sp. mied Nadelwälder, bevorzugte allerdings Wälder mit mindestens 25 % Laubbaumanteil. Die aufgezeichneten Rufsequenzen von allen oben genannten Arten oder Artgruppen waren auf Lawinenhängen und Schlagflächen relativ häufiger, als angesichts der geringen Repräsentanz dieser Standorttypen in dieser Studie zu erwarten war.

3.4 Rufaktivität und Waldstruktur

Mittels einer Hauptkomponentenanalyse wurden die 14 Habitatparameter auf fünf Faktoren reduziert, welche zusammen 78,4 % der Gesamtvarianz erklärten (Tab. 6). Faktor 1 beschreibt dabei einen Gradienten der von naturnahen Wäldern an den Aufnahmepunkten und korreliert positiv mit der Entfernung von Siedlungen und Waldrändern, einer hohen Varianz des BHD, der Baumhö-

©Schutzgebietsverwaltung Wildnisgebiet Dürrenstein; download www.zobodat.at

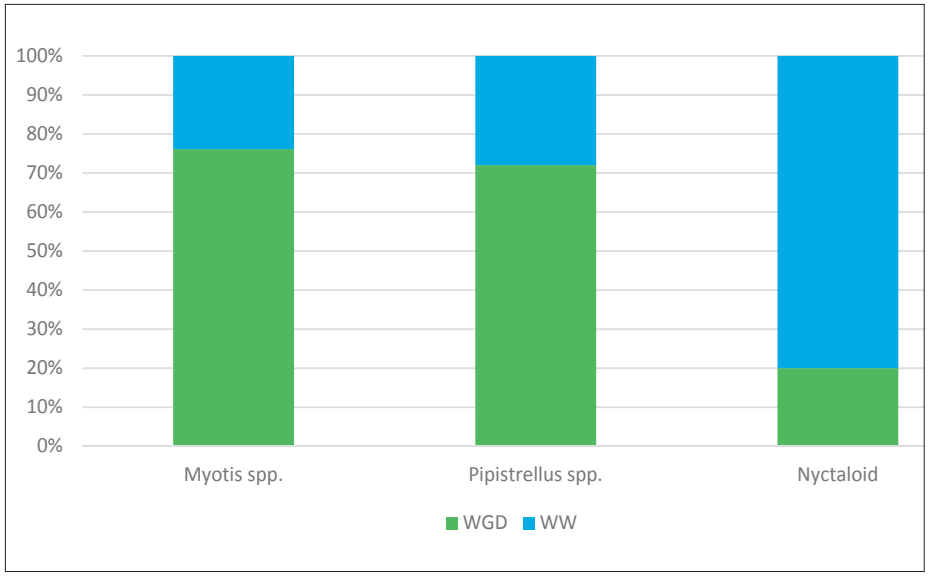


Abb. 4: Vergleich der relativen Rufaktivität der drei Fledermausgilden in den zwei Bewirtschaftungstypen.

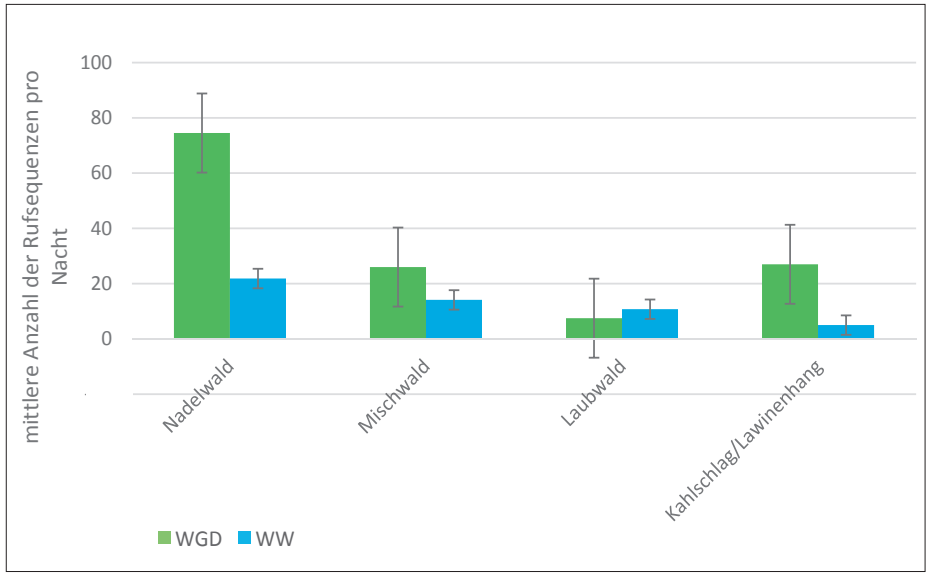


Abb. 5: Mittlere Anzahl aufgenommener Rufsequenzen in den unterschiedlichen Waldtypen (Balken = SE).

he, der Verfügbarkeit von stehendem Totholz, sowie einer ausgeprägten Textur des Bestandes. Der zweite Faktor weist auf hohe Deckung der Strauchschicht in von Laubbäumen dominierten Beständen hin. Faktor 3 korreliert mit Waldstandorten, die eine ausgeprägte Krautschicht und geringe Deckung der Kronenschicht aufweisen. Der vierte Faktor bildet vor allem die Distanz zum nächsten Waldrand und Faktor 5 die Distanz zum nächsten Wasserkörper ab.

Tab. 4: Summe der Rufsequenzen pro Nacht sowie Anzahl der Aufnahmestandorte (n) in den unterschiedenen Waldtypen je Waldbewirtschaftungstyp.

Waldtyp	WGD		WW	
	n	Summe d. Rufe	n	Summe d. Rufe
Nadelwald	3	413	10	280
Mischwald	11	489	4	58
Laubwald	4	49	3	37
Lawinenhang/Kahlschlag	1	27	2	17

Die Anzahl aufgezeichneter Fledermausrufsequenzen war schwach mit dem Faktor 1 der Hauptkomponentenanalyse korreliert (Abb. 6; Pearson-Korrelation: $r = 0{,}306$, $p = 0{,}062$; weitere Korrelationen: Faktor 2: $r = -0{,}141$, $p = 0{,}400$; Faktor 3: $r = 0{,}179$, $p = 0{,}282$; Faktor 4: $r = -0{,}057$, $p = 0{,}732$; Faktor 5: $r = 0{,}035$, $p = 0{,}833$). Verglichen mit den Faktorladungen (Tab. 6) spricht dies dafür, dass Fledermäuse tendenziell Waldstandorte mit hoher BHD-Varianz, hohem Struktur- und Totholzanteil, die zudem weit entfernt von Siedlungen und Waldrändern liegen, für ihre Jagdaktivität bevorzugten, auch wenn dieser Zusammenhang nur einen schwachen Trend darstellt.

©Schutzgebietsverwaltung Wildnisgebiet Dürrenstein; download www.zobodat.at

Tab. 5: *Anzahl der Fledermausrufsequenzen der fünf häufigsten Arten bzw. Artgruppen in den vier Waldtypen im Vergleich zu den erwarteten Häufigkeiten unter der Annahme, dass sich die Rufe proportional zur Gesamtzahl der nachgewiesenen Sequenzen verhalten. Angegeben sind weiters die Resultate der Chi²-Tests zum Vergleich der beobachteten und erwarteten Häufigkeiten; beo. = beobachtet, erw. = erwartet*

	Nadelwald		Mischwald		Laubwald		Schlagflächen/ Lawinenhänge		Chi²	p
	beo.	erw.	beo.	erw.	beo.	erw.	beo.	erw.		
Barbastella barbastellus	4	11,1	18	8,8	0	1,6	0	0	16,3	0,001
Mbart	25	34,4	17	27,2	13	4,9	13	0	102,0	< 0,0001
Mkm	45	3	52	56,7	35	10,2	10	0	84,6	< 0,0001
Pipistrellus pipistrellus	575	4	428	413,2	29	74,0	3	0	51,5	< 0,0001
Myotis sp.	0	20	19	13,6	12	2,4	3	0	63,1	< 0,0001

Tab. 6: *Liste der fünf ersten Hauptfaktoren der Standort-Deskriptoren aus einer PCA und deren Ladungen bezüglich der Rohdaten. Zur besseren Interpretierbarkeit wurde eine Varimax-Rotation vorgenommen. Faktorladungen >0,700 sind in Fettdruck hervorgehoben.*

Variable	Faktor				
	1	2	3	4	5
Eigenwert	4,372	2,071	2,020	1,313	1,199
% der Varianz	31,228	14,795	14,429	9,379	8,564
Varianz des BHD	**0,885**	0,102	0,017	0,165	0,009
Starkholz	**0,881**	-0,055	-0,250	0,175	-0,074
aufrechtes Totholz	**0,776**	-0,232	-0,222	0,100	-0,100
Varianz der Baumhöhe	**0,772**	-0,074	0,248	0,168	0,013
Distanz zur Siedlung	**0,769**	0,167	-0,155	-0,085	-0,349
Textur	**0,747**	0,194	0,185	-0,034	0,074
Strauchschicht	0,074	**0,851**	0,165	-0,019	0,223
Exposition	-0,102	-0,685	0,457	0,260	0,176
Anteil an Laubbäumen	0,153	0,648	-0,187	0,560	-0,093
Krautschicht	-0,045	-0,161	**0,823**	-0,155	0,011
Schichtung	0,030	0,504	0,618	0,147	-0,299
Deckung der Baumschicht	-0,040	-0,149	-0,571	0,457	-0,519
Distanz zum Waldrand/-weg	0,243	-0,036	-0,054	**0,879**	0,053
Distanz zum Wasserkörper	-0,123	0,019	-0,063	0,051	**0,944**

4. Diskussion

4.1 Fledermausaktivität und Artenzahl

Im Mittel war die Fledermausaktivität im Wildnisgebiet Dürrenstein etwas höher (44,2 ± 98,2 STD Rufe pro Nacht) als in einer vergleichbaren Studie aus dem Biosphärenpark Wienerwald (33,0 ± 58,0 STD Rufe pro Nacht), wenngleich die Artenzahl in der gegenständlichen Erhebung niedriger war (vgl. Reiter et al. 2014). Einerseits kann hier die Höhenlage einen Einfluss auf die Ergebnisse haben (Grindal et al. 1999b; Kaňuch et al. 2006). Andererseits ist zu berücksichtigen, dass in der Untersuchung im Biosphärenpark Wienerwald die Erhebungen nur im Waldesinneren erfolgten. In der vorliegenden Arbeit erfolgten hingegen Erhebungen auch an Waldrändern bzw. in Lawinenhängen und auf kleinräumigen Kahlschlägen. Diese offenen Standorte in Waldgebieten werden vermehrt zur Jagd genutzt (Rachwald et al. 2001; Zahn et al. 2008; Zielinski & Gellman 1999).

Baar et al. (2001) konnten bei ersten Untersuchungen zur Etablierung des Wildnisgebietes nur zwei Fledermausarten (Zwergfledermaus (Abb. 7) und Braunes Langohr) im Rothwald feststellen. Allerdings erfolg-

©Schutzgebietsverwaltung Wildnisgebiet Dürrenstein; download www.zobodat.at

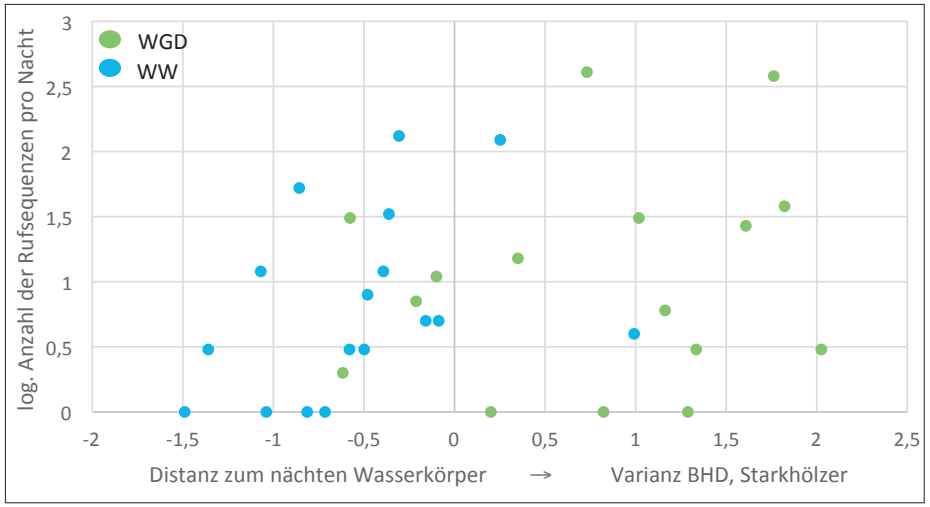


Abb. 6: Anzahl der Rufsequenzen (logarithmiert) relativ zum Faktor 1 der Hauptkomponenten-Analyse aus der Waldstruktur-Erhebung an den Aufnahmestandorten.

Abb. 7: Von der Zwergfledermaus (Pipistrellus pipistrellus) konnten die meisten Rufsequenzen aufgezeichnet werden. (© Simone Pysarczuk)

ten die Erhebungen mit einem methodisch limitierten Zugang. Mit der nun vorliegenden Studie konnte die Artenzahl für das Wildnisgebiet substanziell gesteigert werden (mind. 9 Arten im gesamten Wildnisgebiet und mind. 7 Arten im Rothwald).
In deutschen Laubwäldern können sieben Fledermausarten erwartet werden, in höheren Lagen bis 1.250 m Seehöhe immerhin noch sechs Arten (Meschede & Heller 2000). Somit liegt die Zahl der festgestellten Fledermausarten im Untersuchungsgebiet sogar leicht über den Erwartungen für ein Gebiet in montaner Lage am Fuße der Alpen.

4.2 Vergleich des Wildnisgebietes mit den Wirtschaftswäldern

In den naturnahen Wäldern war, verglichen mit den Wirtschaftswäldern, keine signifikant erhöhte Fledermausaktivität feststellbar. Baar & Pölz (2001) konnten in ihren Erhebungen ebenfalls keinen Unterschied zwischen den beiden Bewirtschaftungstypen feststellen. Hier sei jedoch wieder auf den qualitativ und quantitativ unterschiedlichen Bearbeitungsaufwand hingewiesen.
Hingegen konnten Reiter et al. (2014) eine erhöhte Rufaktivität in den Kernzonen des Biosphärenparks Wienerwald im Vergleich mit Wirtschaftswäldern feststellen. Auch in vielen anderen Studien wurde berichtet, dass in alten und daher strukturreicheren Wäldern mit einer erhöhten Fledermausaktivität zu rechnen ist (Conley 2011; Crampton & Barclay 1996; Hayes et al. 2007; Thomas 1988; Zielinski & Gellman 1999). Jung et al. (2012) zeigten, dass vor allem Habitateigenschaften wie die Höhe der Bäume sowie die Variabilität des Kronenbereichs für diesen Effekt verantwortlich sind, was im Einklang mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie steht.
Dass im Falle des Wildnisgebietes Dürrenstein keine deutlicheren Unterschiede zum Wirtschaftswald beobachtet wurden, kann daran liegen, dass die Wirtschaftswälder nicht nach deren Nutzungsintensität ausgewählt wurden, sondern per Zufall. Daher können sich unter den Wirtschaftswäldern auch relativ wenig intensiv genutzte Waldbestände befinden.
Weitere Gründe können auch 1) eine geringe Habitatspezialisierung einiger Fledermausarten, 2) die Mischung von Nahrungshabitaten und der Quartiernutzung, 3) in einer zu geringen Anzahl an Aufnahmenächten bei einer hohen Varianz der je Nacht registrierten Rufsequenzen sowie 4) die hohe Mobilität der Fledermäuse sein. Selbst Arten, welche nur vergleichsweise kurze Distanzen zwischen Schlafplatz und Jagdrevier überwinden (z. B. Kleine Hufeisennase), fliegen in einer Nacht dennoch oft mehrere Kilometer (Dietz et al. 2009). Die nachgewiesene Artenzahl war dieselbe, sowohl im Wildnisgebiet als auch im Wirtschaftswald.

©Schutzgebietsverwaltung Wildnisgebiet Dürrenstein; download www.zobodat.at

Graduelle Unterschiede in der Artenzusammensetzung konnten allerdings aufgezeigt werden.

4.3 Fledermausaktivität in unterschiedlichen Waldtypen

In der vorliegenden Studie wurden Nadelwälder überraschenderweise intensiv von Fledermäusen als Nahrungsrevier genutzt, sowohl im Wildnisgebiet als auch im Wirtschaftswald. In den naturnahen Wäldern und auch Nadelwäldern können zumindest zeitweise große Mengen an Insekten (z.B. viele Nachtfalterarten) (Hammond et al. 1998; Ober et al. 2010) auftreten, wodurch diese Wälder durchaus zu attraktiven Jagdhabitaten für Fledermäuse werden (Erickson et al. 1996; Meschede 2002; Ressl 2004; Summerville et al. 2003).

Nadelwälder bieten jedoch andererseits weniger Schlafmöglichkeiten für Fledermäuse. Einer der Gründe dafür ist, dass einige Spechte für den Nestbau Laubbäume bevorzugen und somit weniger Spechthöhlen in Nadelwäldern zur Verfügung stehen (Carlson 2000; Meschede 2002; Remm et al. 2011).

Weiters belegen einige Studien (Celuch et al. 2008; Grindal et al. 1999a; Rachwald et al. 2001; Zahn et al. 2008), dass vor allem Ökotonbereiche (Übergangsbereich zwischen zwei Ökosystemen, z. B. Waldränder) Lebensräume mit hoher Fledermausaktivität sind. Diese kommen in Wirtschaftswäldern beispielsweise durch das Netz an Forststraßen vermutlich vermehrt vor, was auch den geringen Unterschied in der Fledermausaktivität zwischen dem Wildnisgebiet und den Wirtschaftswäldern miterklären könnte.

4.4 Einfluss der Waldstruktur auf die Fledermausaktivität

Der positive Einfluss einer komplexen Waldstruktur auf Fledermäuse konnte in der vorliegenden Studie zumindest tendenziell bestätigt werden. Waldbestände im Wildnisgebiet und in den Wirtschaftswäldern unterschieden sich deutlich in Eigenschaften wie Varianz des BHD, Baumhöhe, Textur und Anteil an aufrechtem Totholz. Der hohe Strukturreichtum beeinflusst die gesamte Biodiversität (Blasi et al. 2010) und damit einhergehend auch die Diversität der Fledermäuse (Jung et al. 2012). Daher bedingt eine vielfältige Waldstruktur hohe Insektendichten ebenso wie mehr Möglichkeiten für Fledermausschlafplätze (Meschede 2002). Wälder, welche regelmäßig intensiv von Fledermäusen genutzt werden, weisen viel Totholz und komplexe Strukturen auf (Reiter et al. 2014; Zahn et al. 2008).

Ein hoher Anteil an Starkhölzern ist ebenfalls ein wichtiges Habitatrequisit für Fledermäuse im Wald. Sie spielen eine wichtige Rolle als Grundlage für Baumhöhlen (Hayes & Loeb 2007). Die Anzahl an Starkholz ist im Wildnisgebiet Dürrenstein signifikant höher als in angrenzenden Wirtschaftswäldern. Das Belassen von dicken Bäumen ist daher aus Sicht des Naturschutzes mindestens ebenso wichtig wie das Nichtentfernen von Totholz (Meschede 2002; Weggler et al. 1999).

Die Waldstruktur ist damit der wesentlichste Faktor für eine Förderung von Fledermäusen im Wald. Vor allem Totholz und Starkhölzer spielen eine große Rolle. Wenn diese beiden Ressourcen vermehrt vorkommen, sind eine höhere Fledermausaktivität und eine erhöhte Artenzahl zu erwarten.

4.5 Fazit

Die Wälder im Wildnisgebiet Dürrenstein stellen wichtige Lebensräume für Fledermäuse dar. Es wurden mindestens drei Arten von europaweiter Bedeutung (Anhang II der FFH-Richtlinie) (Anonym 1992) und fünf gefährdete Arten nach der Roten Liste der Säugetiere Österreichs (Spitzenberger 2005) nachgewiesen. Auch die Wirtschaftswälder im Untersuchungsgebiet wurden in einem vergleichbaren Maß von Fledermäusen genutzt. Strukturelle Eigenschaften der Lebensräume scheinen daher einen größeren Einfluss auf die Fledermausaktivität und die Artenzahl zu haben als die Bewirtschaftungsform per se.

Aus den Ergebnissen lassen sich folgende Empfehlungen für eine Förderung der Fledermäuse in den Wäldern ableiten: 1) mehr stehendes Totholz im Wald belassen, 2) einzelne dicke Bäume nicht fällen und als Habitatbäume stehen lassen und 3) die Textur im Wald erhöhen. Diese Maßnahmen haben nicht nur positive Effekte auf die Fledermäuse, sondern auf die gesamte Biodiversität des Waldes.

©Schutzgebietsverwaltung Wildnisgebiet Dürrenstein; download www.zobodat.at

Danksagung

Abschließend möchten wir uns bei folgenden Personen und Institutionen bedanken, welche bei der Erstellung der Masterarbeit und diesem Artikel mit Rat und Tat bzw. finanzieller Unterstützung geholfen haben: Universität Wien (Fakultät für Lebenswissenschaften) & dem Team des Wildnisgebiets Dürrenstein.

Teresa Knoll, MSc MSc
Merkinger Weg 6
A-3121 Karlstetten
teresa.knoll@gmx.net

Univ. Prof. Dr. Konrad Fiedler
Universität Wien
Department für Botanik und Biodiversitätsforschung
Division of Tropical Ecology and Animal Biodiversity
Rennweg 14
A-1030 Wien
konrad.fiedler@univie.ac.at

Dr. Guido Reiter
Koordinationsstelle für Fledermausschutz und
-forschung in Österreich (KFFÖ)
Fritz-Störk-Straße 13
A-4060 Leonding
guido.reiter@fledermausschutz.at

Literatur

Anonym (1992): Council directive 92/43/EEC of 21st May 1990 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora, European Union.

Baar A. & W. Pölz (2001): Fledermauskundliche Kartierung des Wildnisgebietes Dürrenstein und seiner Umgebung. LIFE-Projekt Wildnisgebiet Dürrenstein: Forschungsbericht, Ergebnisse der Begleitforschung 1997-2001. St. Pölten, pp 50-61.

Barclay R. M. R. & R. M. Brigham (1996): Bats and Forests Symposium, British Columbia Ministry of Forests Research Branch: 89.

Barlow K. E. & G. Jones (1997): Differences in songflight calls and social calls between two phonic types of the vespertilionid bat *Pipistrellus pipistrellus*. Journal of Zoology 241: 315-324.

Blasi C., M. Marchetti, U. Chiavetta, M. Aleffi, P. Audisio, M. M. Azzella, G. Brunialti, G. Capotorti, E. Del Vico, E. Lattanzi, A. M. Persiani, S. Ravera, A. Tili & A. M. Persiani (2010): Multi-taxon and forest structure sampling for identification of indicators and monitoring of old-growth forest. Plant Biosystems 144 (1): 160-170.

Carlson A. (2000): The effect of habitat loss on a deciduous forest specialist species: the White-backed Woodpecker *(Dendrocopos leucotos)*. Forest Ecology and Management 131: 215.

Carter T. C. & J. M. Menzel (2007): Behavior and day-roosting ecology of North American foliage-roosting bats. In: Lacki, M. J., Hayes, J. P. und Kurta, A. Bats in forests: conservation and management. pp 61-82.

Celuch M. & R. Kropil (2008): Bats in a Carpathian beech-oak forest (Central Europe): habitat use, foraging assemblages and activity patterns. Folia Zoologica 57 (4): 358-372.

Coja T. & A. Bruckner (2006): The maturity index applied to soil gamasine mites from five natural forests in Austria. Applied Soil Ecology 34: 1-9.

Conley L. R. (2011). Bat Species Diversity in Old-Growth vs. Second Growth Forests in Lilley Cornett Woods, Letcher County, Kentucky. Master of Science, Eastern Kentucky University.

Crampton L. H. & R. M. R. Barclay (1996): Habitat Selection by Bats in Fragmented and Unfragmented Aspen Mixedwood Stands of Different Ages. In: Barclay, R. M. R. und Brigham, R. M. Bats and Forests Symposium, October 19-21, 1995 Victoria, British Columbia, Canada. pp 238-259.

Dietz C., D. Nill & O. von Helversen (2009): Bats of Britain, Europe and Northwest Africa, A & C Black Publishers Ltd.

Dietz M. (2012): Waldfledermäuse im Jahr des Waldes - Anforderungen an die Forstwirtschaft aus Sicht der Fledermäuse. Naturschutz und Biologische Vielfalt 128: 127-146.

Erickson J. L. & S. D. West (1996): Managed Forests in the Western Cascades: The Effects of Seral Stage on Bat Habitat Use Patterns. In: Barclay, R. M. R. und Brigham, R. M. Bats and Forests Symposium, October 19-21, 1995 Victoria, British Columbia, Canada. pp 215-227.

Grindal S. D. & R. M. Brigham (1999a): Impacts of forest harvesting on habitat use by foraging insectivorous bats at different spatial scales. Ecoscience 6 (1): 25-34.

Grindal S. D., J. L. Morissette & R. M. Brigham (1999b): Concentration of bat activity in riparian habitats over an elevational gradient. Canadian Journal of Zoology 77 (6): 972-977.

Hammer M. & A. Zahn (2009): Kriterien für die Wertung von Artnachweisen basierend auf Lautaufnahmen. Version 1 - Oktober 2009: 16.

Hammond P. C. & J. C. Miller (1998): Comparison of the biodiversity of Lepidoptera within three forested ecosystems. Annals of the Entomological Society of America 91 (3): 323-328.

Hayes J. P. & S. C. Loeb (2007): The influences of forest management on bats in North America. In: Lacki, M. J., Hayes, J. P. und Kurta, A. Bats in forests: conservation and management. pp 207-235.

Huff M. H., J. F. Lehmuhl & J. A. Young (1993): Linking bat activity with landscape-level attributes using GIS. Northwest Science 67: 131.

©Schutzgebietsverwaltung Wildnisgebiet Dürrenstein; download www.zobodat.at

Humes M. L., J. P. Hayes & M. W. Collopy (1999): Bat activity in thinned, unthinned, and old-growth forests in western Oregon. Journal of Wildlife Management 63 (2): 553-561.

Jung K., S. Kaiser, S. Böhm, J. Nieschulze & E. K. V. Kalko (2012): Moving in three dimensions: effects of structural complexity on occurrence and activity of insectivorous bats in managed forest stands. Journal of Applied Ecology 49 (2): 523-531.

Kaňuch P. & A. Krištín (2006): Altitudinal distribution of bats in the Polana Mts area (Central Slovakia). Biologica 61 (5): 605-610.

Krusic R. A., M. Yamasaki, C. D. Neefus & P. J. Pekins (1996): Bat habitat use in White Mountain National Forest. Journal of Wildlife Management 60 (3): 625-631.

Leditznig C. & R. Pekny (2009): Die Säugetiere des Wildnisgebietes Dürrenstein. Scheibbs, Wildnisgebiet Dürrenstein.

Meschede A. (2002): Ökologie, Wanderungen und Genetik von Fledermäusen in Wäldern - Untersuchungen als Grundlage für den Fledermausschutz. Bonn-Bad Godesberg, Bundesamt für Naturschutz.

Meschede A. & K.-G. Heller (2000): Ökologie und Schutz von Fledermäusen in Wäldern unter besonderer Berücksichtigung wandernder Arten. Münster, BfN-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverl.

Miller D. A., E. B. Arnett & M. J. Lacki (2003): Habitat Management for Forest-Roosting Bats of North America: A Critical Review of Habitat Studies. Wildlife Society Bulletin 31 (1): 30-44.

Mühlböck P. (2006): Methodological framework for 'Influecene of small mammals on regeneration in three different climatic wood-types in Austria'. Acta Zoologica Lituanica 16 (2): 143-147.

Ober H. K. & J. P. Hayes (2010): Determinants of nocturnal Lepidopteran diversity and community structure in a conifer-dominated forest. Biodiversity and Conservation 19 (3): 761-774.

Parker D. I., J. A. Cook & S. W. Lewis (1996): Effects of Timber Harvest on Bat Activity in Southeastern Alaska's Temperate Rainforests. In: Barclay, R. M. R. und Brigham, R. M. Bats and Forests Symposium, October 19-21, 1995 Victoria, British Columbia, Canada. pp 81-90.

Patriquin K. J. & R. M. R. Barclay (2003): Foraging by bats in cleared, thinned and unharvested boreal forest. Journal of Applied Ecology 40 (4): 646-657.

Pfalzer G. (2002). Inter- und intraspezifische Variabilität der Soziallaute heimischer Fledermausarten (Chiroptera: Vespertilionidae). Dissertation, Universität Kaiserslautern.

Rachwald A., P. Boratynski & W. K. Nowakowski (2001): Species composition and activity of bats flying over rivers in the Bialowieza Primeval Forest. Acta Theriologica 46 (3): 235-242.

Reiter G., M. Plank & U. Hüttmeir (2014): Fledermäuse in den Kernzonen und Wirtschaftwäldern des Biosphärenparks Wienerwald. Wissenschaftliche Mitteilungen des Niederösterreichischen Landesmuseum 25: 503-522.

Reiter G., J. Pöhacker, S. Wegleitner & U. Hüttmeir (2010): Recent records of *Myotis dasycneme* in Austria. Vespertilio 13-14: 127-132.

Remm J. & A. Lõhmus (2011): Tree cavities in forests – The broad distribution pattern of a keystone structure for biodiversity. Forest Ecology and Management 262: 579-585.

Ressl F. (2004): Die Borken- und Kernkäfer des Bezirkes Scheibbs (Niederösterreich) und ihre Bedeutung im „Wildnisgebiet Dürrenstein" (Coleoptera: Scolytidae, Platypodidae). Wissenschaftliche Mitteilungen des Niederösterreichischen Landesmuseum 16: 125-160.

Skiba R. (2003): Europäische Fledermäuse: Kennzeichen, Echoortung und Detektoranwendung. Hohenwarsleben, Westarp Wiss.

Spitzenberger F. (2005): Rote Liste der Säugetiere Österreichs (Mammalia). Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs. pp 45-62.

Summerville K. S. & T. O. Crist (2003): Determinants of lepidopteran community composition and species diversity in eastern deciduous forests: roles of season, eco-region and patch size. Oikos 100 (1): 134-148.

Thomas D. W. (1988): The distribution of bats in different ages of Douglas-fir forests. Journal of Wildlife Management 52 (4): 619-626.

Vaughan N., G. Jones & S. Harris (1997): Habitat use by bats (Chiroptera) assessed by means of a broad-band acoustic method. Journal of Applied Ecology: 716.

Weggler M. & B. Aschwanden (1999): Angebot und Besetzung natürlicher Nisthöhlen in einem Buchenmischwald. Der Ornithologische Beobachter 96: 83-94.

Zahn A., M. Gelhaus & V. Zahner (2008): Die Fledermausaktivität in unterschiedlichen Waldtypen, an Gewässern und im Offenland - Eine Untersuchung auf der Herreninsel im Chiemsee (Bayern). Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 179 (10-11): 173-179.

Zielinski W. J. & S. T. Gellman (1999): Bat Use of Remnant Old-Growth Redwood Stands. Conservation Biology 13 (1): 160-167.

Zingg P. E. (1990): Akustische Artidentifikation von Fledermäusen (Mammalia: Chiroptera) in der Schweiz. Revue Suisse de Zoologie 97: 263-294.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Silva Fera

Jahr/Year: 2016

Band/Volume: 5_2016

Autor(en)/Author(s): Knoll Teresa, Fiedler Konrad, Reiter Guido

Artikel/Article: Fledermausgemeinschaften und Rufaktivität im Wildnisgebiet Dürrenstein und in umliegenden Wirtschaftswäldern 23-34