

# **Die Habitatwahl des Bienenfressers (*Merops apiaster*) in der Brut- und Nachbrutzeit: Äcker mit unerwartet hohem Wert als Nahrungslebensraum**

von **Hans-Valentin BASTIAN, Anita BASTIAN** und **Dieter Thomas TIETZE**

## **Inhaltsübersicht**

Zusammenfassung

Summary

- 1 Einleitung
- 2 Material und Methoden
- 3 Ergebnisse
  - 3.1 Habitatnutzung
  - 3.2 Habitatwahl
- 4 Diskussion
- 5 Dank
- 6 Literatur

## **Zusammenfassung**

Über die Habitatwahl von Bienenfressern (*Merops apiaster*), insbesondere nördlich der Alpen, ist wenig bekannt. Ziel war festzustellen, welche Landschaftstypen die Vögel nutzen und ob es Unterschiede in der Habitatwahl zwischen Brutzeit und Zeit nach dem Ausfliegen der Jungvögel gibt. Untersucht haben wir die Habitatwahl von Bienenfressern mithilfe terrestrischer Telemetrie, wobei wir annehmen, dass die Peildaten auf Nahrungslebensräume hinweisen (Ausnahme die vielen Peilungen über Abbauflächen, die natürlich mit dem Standort der Brutkolonie zusammenhängen). Die besenderten Bienenfresser nutzten in der Brutzeit nur Habitate in der unmittelbaren Umgebung der Brutkolonie. In der Nachbrutzeit nahm die Vielfalt der genutzten Lebensräume zu, jetzt haben die Tiere vor allem auch kleinräumige Landschaften bevorzugt genutzt. Überraschend war die klare Bevorzugung von Agrarland in beiden Studienperioden, was unsystematische Feldbeobachtungen bestätigen. Die unerwartete Präferenz von Agrarlebensräumen steht in einem deutlichen Widerspruch zu dem derzeit diskutierten massiven Insektensterben. Wir postulieren, dass das Insektensterben nicht überall gleichmäßig stark in Erscheinung tritt, und stellen die Hypothese auf, dass sich Bienenfresser dort ansiedeln, wo das Nahrungsspektrum, also große Fluginsekten, noch hoch ist und dass damit die Ansiedlung von Bienenfressern durchaus als Zeiger gelten kann für eine (Agrar-)Landschaft, in der der Einbruch der Insektenbiomasse noch wenig stark ausgeprägt ist.

## Summary

### **Habitat selection of European Bee-eaters (*Merops apiaster*) in breeding and post-breeding periods: Fields have a surprisingly high value as food habitat**

Little is known about habitat selection of European Bee-eaters (*Merops apiaster*), especially North of the Alps. We aimed to learn which landscape types are used and if there are differences between breeding period and the time after juveniles have fledged. Habitat selection of European Bee-eaters was investigated by means of terrestrial telemetry, assuming that measured positions hint to food habitats (apart from the many positions above mining sites due to the colony being situated in a pit). The tracked European Bee-eaters used only habitats close to the breeding colony during the breeding period. In the post-breeding period, the diversity of used habitats increased, giving preference to small-scale landscapes. Surprisingly, agricultural areas were clearly preferred, confirmed by unsystematic field observations. The unexpected preference of agricultural habitats clearly disagrees with the currently debated collapse of insect populations. We postulate that insect populations do not decrease everywhere at the same rate and hypothesize that European Bee-eaters settle wherever the food diversity, mainly large flying insects, is high enough and that the settlement of European Bee-eaters serves as an indicator for a(n agricultural) landscape with not yet a steep decline in insect biomass.

## 1 Einleitung

Jeder Organismus interagiert permanent mit seiner Umwelt, um die arttypischen Bedürfnisse mit biotischen und abiotischen Bedingungen in Einklang zu bringen. Veränderungen der Umweltsituation resultieren in Veränderungen in Populationen und Artengemeinschaften, qualitativ und/oder quantitativ. Der anhaltende globale Klimawandel zeigt Auswirkungen auf regionales Wetter, wie Anstiege in Temperatur und Niederschlagsmenge in Deutschland (z. B. ZEBISCH et al. 2005), und wirkt sich dadurch auch auf die Lebensbedingungen von Organismen aus. Neben einer langen Liste von negativ betroffenen Vogelarten profitieren einige auch vom generell wärmeren Wetter (z. B. CRICK 2004, LEMOINE et al. 2007, KERUS et al. 2012). Allem Anschein nach ist einer der Profiteure des Klimawandels der Bienenfresser (*Merops apiaster*), der sein Brutareal und die Populationsgrößen in Deutschland seit etwa 25 Jahren kontinuierlich vergrößert hat (BASTIAN & BASTIAN 2016a, ESSEL et al. 2016) und dadurch zu einer etablierten Vogelart in Deutschland geworden ist (BASTIAN et al. 2013). Um Gründe für die Erweiterung des Brutareals einer Vogelart zu verstehen, ist es wichtig zu wissen, welche Habitats diese Art in ihrem neu besiedelten Bereich wählt, weil die Verfügbarkeit von artspezifischem Habitat ein Schlüsselfaktor ist, der die Verbreitung einer Art begrenzt.

Die Habitatnutzung des Bienenfressers wurde jenseits der Beschreibung von Brutstandorten selten systematisch untersucht. Neben einigen generellen älteren Zusammenfassungen zur Habitatnutzung des Bienenfressers (z. B. GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER 1980), Beschreibungen der Bodencharakteristika von Neststandorten (HENEBERG & ŠIMEČEK 2004, HENEBERG 2013, KERÉNYI & IVÓK 2013, SMALLEY et al. 2013) und kurzen qualitativen Beschreibungen von Habitatstrukturen in der unmittelbaren Umgebung der Brutkolonien (z. B. KREBS & AVERY 1985, HELBIG 1987, ANHUT 1991/92, ERDEI 2006, 2008, RAMACHERS 2010, ULLMANN 2015, ULLMANN, BASTIAN & BASTIAN 2017) existiert keine Studie mit systematisch erhobenen Daten zur Habitatnutzung durch Bienenfresser, zumindest für Populationen nördlich der Alpen. Habitate werden danach ausgesucht, ob sie zumindest eines der Existenzbedürfnisse fördern und Platz bieten für Fortpflanzung, Rückzug, Körperpflege oder Nahrung.

In unserer Untersuchung konzentrierten wir uns auf die späte Brutzeit und die ersten Wochen nach dem Ausflug der Jungen, wenn Bienenfresser gezwungen sind, über den Großteil des Tages hinweg Nahrung zu suchen. Auf diese Weise wollten wir diejenigen Nahrungshabitate identifizieren, die ausreichend Nahrung für Altvögel und Nachwuchs bieten. Die Auswertung des Einflusses von Wetterbedingungen für Nahrungsverfügbarkeit, Bruterfolg und Populationswachstum von Bienenfressern war schon Gegenstand mehrerer jüngerer Studien (z. B. FRY 2001, BASTIAN & BASTIAN 2014, 2017, ARBEITER et al. 2016), ebenso die Untersuchung der Nahrungswahl während des Brütens (z. B. ARBEITER et al. 2014, ULLMANN 2015, ULLMANN, BASTIAN & BASTIAN 2017). Jedoch widerspricht die Tatsache, dass das reiche Angebot großer Fluginsekten Ursache für das Anwachsen der Bienenfresser-Population in Deutschland ist, den derzeitigen Hinweisen auf dramatische Einbrüche der Insektenbiomasse (SORG et al. 2013, HALLMANN et al. 2017). Um auch nur ansatzweise diese paradoxe Situation erhellen zu können, war es das Ziel dieser Studie, die Habitatwahl von Bienenfresser während Brut- und Nachbrutzeit besser zu verstehen.

## 2 Material und Methoden

Die Studie haben wir in einer Bienenfresser-Kolonie mit 26 Brutpaaren südwestlich von Eisenberg, Rheinland-Pfalz, durchgeführt. Die Brutkolonie liegt in einer etwa 1000 m<sup>2</sup> großen Lehmwand, die Teil einer kommerziell genutzten Grube ist. Angrenzend befinden sich in drei Himmelsrichtungen Mischwald mit Weihern sowie sonst Gebäude und Ackerland.

Zwischen 2. und 10. Juli 2016 haben wir fünf Bienenfresser gefangen und mit PD-2-Sendern (Holohil Systems Ltd., Carp, Ontario, Kanada) ausgestattet (je 3,0 g schwer, 23 x 12 x 5 mm groß, erwartete Lebensdauer: 3–5 Monate). Ein Vogel verlor das Gerät nach zehn Tagen, weshalb wir einen sechsten Vogel am 23. Juli gefangen und mit dem wiedergefundenen Sender versehen haben. Das Geschlecht der sechs markierten Vögel war gleich verteilt, zwei Vögel waren ein Jahr alt, die anderen vier waren älter. Alle wa-

Tab. 1: Basisdaten der sechs besenderten Bienenfresser (F = Weibchen, M = Männchen).

Vogel	Ringnummer	Körpermasse [g]	Alter	Tag der Besenderung	Beginn des Trackings	letzter Tag des Trackings	Untersuchungsdauer [d]	N Positionsdaten		Home-Range-Größe (MCP95) [km <sup>2</sup> ]		Gründe für Untersuchungsende
								Brutzeit	Nachbrutzeit	Brutzeit	Nachbrutzeit	
F1	SB0401	50,5	≥ 2 J.	2. 7. 10. 7.	3. 7. 11. 7.	12. 7. 25. 8.	10 46	161 296	– 231	0,79 17,54	– 175,18	Verlust des Transmitters unbekannt, Tier hat vermutlich Erfassungsbereich verlassen
F2	SB0403	54,0	≥ 2 J.									
F3	EC23650	56,0	≥ 2 J.	10. 7.	11. 7.	25. 8.	46	321	276	5,48	84,78	unbekannt, Tier hat vermutlich Erfassungsbereich verlassen
M1	SB0402	51,5	≥ 2 J.	2. 7.	4. 7.	17. 8.	45	343	119	2,69	15,23	Sender wurde gefunden; wahrscheinlich verloren
M2	SB0407	54,0	1 J.	10. 7.	11. 7.	10. 8.	31	226	41	2,63	10,63	Totfund, von Greifvogel geschlagen
M3	SB0409	52,5	1 J.	23. 7.	24. 7.	27. 8.	35	86	273	1,95	45,12	unbekannt, Tier hat vermutlich Erfassungsbereich verlassen

ren in gutem Zustand mit Körpermassen von 50,5–56,0 g (Tab. 1). Zur Ortung der Sender benutzten wir zwei 3-Unit-Yagi-Antennen an tragbaren Empfängern (AR8200 Mark 3, AOR Ltd., Tokyo, Japan). Die maximale Entfernung zum wahrgenommenen Signal lag bei etwa 4 km. Die Sender haben wir auf dem Rücken der Vögel mit einem Neoprengeschirr (0,5 g schwer) befestigt. Die Masse von Sender plus Geschirr machte also 6,3–6,9 % der Körpermasse der Vögel aus. Durch die Sonnenbestrahlung wurde das Material des Geschirrs spröde und die Vögel verloren ihren Sender zwei bis vier Monate nach der Anbringung. Somit war der Untersuchungszeitraum meist begrenzt, umfasste aber die Anwesenheit der Bienenfresser im Brutgebiet, also bis meist Ende September in SW-Deutschland (BASTIAN & BASTIAN 2016b). Entsprechend dem Ablauf des Brutgeschäfts vor Ort, haben wir den Untersuchungszeitraum in Brutzeit mit Füttern der Nestlinge (Woche 28–31) und anschließende Nachbrutzeit (Woche 32–35) unterteilt. Geländearbeit und tägliche Dateneingabe fanden vom 4. Juli bis 27. August 2016 täglich zwischen 06:00 und 21:40 statt. Die Position eines jeden Vogels haben wir bis zu fünf Mal pro Stunde bestimmt, Temperatur, Bewölkung und Niederschlag einmal pro Stunde gemessen. Wir bestimmten die Position der Vögel im Gelände durch Triangulation in der Brutzeit bzw. durch Homing-in in der Nachbrutzeit. Bei der Triangulation haben wir von zwei fixen Standorten nach einem festen Zeitplan gearbeitet und mittels Kreuzpeilung den Standort eines Vogels ermittelt, bei der Homing-in-Methode einen einmal detektierten Vogel so lange zu Fuß oder mit dem Auto verfolgt, bis wir die exakte Position im Gelände bestimmen konnten.

Zur Auswertung haben wir allen ermittelten Vogelpositionen Einträge in der frei verfügbaren Landnutzungsdatenbank CORINE (Coordination of Information on the Environment; <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data#c12=corine+land+cover+version+13>) zugeordnet.

CORINE weist jeder Teilfläche des Landes eine von 44 Landnutzungsklassen zu. In dieser Datenbank sind flächige Einheiten von mindestens 25 ha und langgestreckte Einheiten von mindestens 100 m repräsentiert (BOSSARD, FERANEC & OTAHEL 2000, KEIL, KIEFL & STRUNZ 2005, KOSZTRA & ARNOLD 2014). Jeden von uns bestimmten Positionspunkt haben wir in das Koordinatensystem von CORINE übertragen und die hinterlegte Landnutzungsklasse extrahiert. Wir aggregierten die CORINE-Daten zu folgenden sieben Habitattypen: Ackerland, Wald, Industrie-/Abbaufäche, Wiese/Weide, Siedlung, kleinräumige Landschaft und Wein-/Obstbau.

Statistische Analysen haben wir in R 3.3.2 mit den Paketen ‘nnet’, ‘adehabitat’ und ‘adehabitatHR’ durchgeführt (CALENGE 2006, 2015, CALENGE, DRAY & FORTMANN-ROE 2015, R CORE TEAM 2016, RIPLAY & VENABLES 2016). Da unsere Daten nicht normalverteilt waren (weder für Nachweise je Kalenderwoche noch für einzelne Vögel), benutzten wir nicht-parametrische Statistik (Kruskal-Wallis-Tests) für Unterschiede zwischen Individuen und zwischen den wöchentlichen Daten einzelner Tiere. Um Habitatpräferenzen zu analysieren, verwendeten wir den Jacobs-Index (JACOBS 1974), statistische Unterschiede von Präferenz oder Vermeidung betrachteten wir mit Bonferroni-korrigierten  $\chi^2$ -Tests nach Pearson.

### 3 Ergebnisse

Zwischen 4. Juli und 27. August haben wir insgesamt 2373 Positionsdaten gesammelt. Diese verteilten sich ungleichmäßig über Zeit und Individuen (Abb. 1, Tab. 1). Aufgrund des Wechsels der Ortungsmethode von Brut- zu Nachbrutzeit sank die durchschnittliche Anzahl von Ortungen pro Woche von 410–431 auf 215–272 (Abb. 1). Die geringe Anzahl an Ortungsdaten in der ersten Woche rührt daher, dass nur zwei statt später drei bis fünf Vögel markiert waren. Die kurze Untersuchungszeit von Vogel F1 (Tab. 1) kommt durch den Verlust des Senders zehn Tag nach Anbringung zustande. Vogel M3 haben wir mit demselben Sender am 23. Juli ausgestattet, zwei Wochen nach Markierung der anderen fünf Vögel.

Die Varianz der Ortungsdaten der Vögel basiert auf individuellen Unterschieden in ihrem Bewegungsverhalten, ihrem Brutverhalten und ihren bevorzugten Plätzen. Die Aktivität der Bienenfresser war generell höher am Vor- als am Nachmittag mit drei Aktivitätsgipfeln gegen 10:00, 12:00 und 18:00 (Abb. 2).

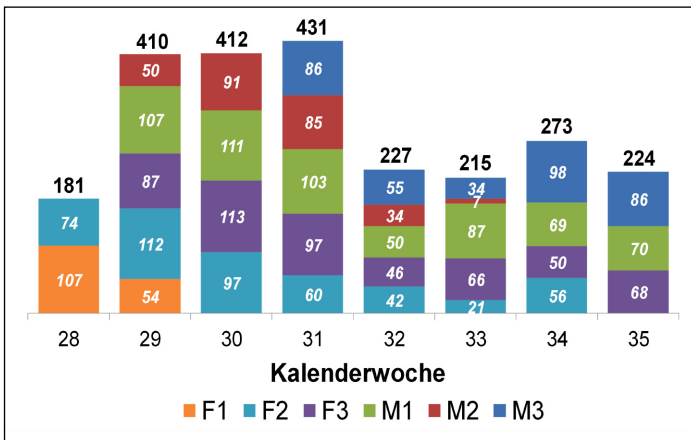


Abb. 1: Anzahl ausgewerteter Trackingdaten pro Individuum und Woche. Der deutliche Rückgang der Trackingdaten von Woche 31 zu Woche 32 ging einher mit dem Wechsel der Erfassungsmethode von der Triangulation des Standorts hin zur Homing-in-Methode.

#### 3.1 Habitatnutzung

Die vom Bienenfresser genutzten Habitate wechselten über den Untersuchungszeitraum mit einem deutlichen Umbruch ab dem Flüggewerden der Jungvögel (Abb. 3). Wegen des eingeschränkten Aktivitätsraums in den Wochen 28 bis 31 (Tab. 1) mit mitt-

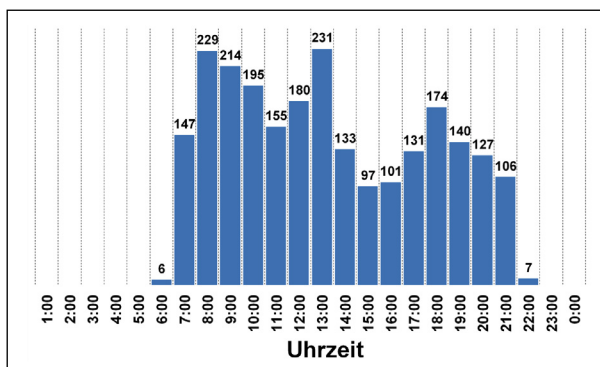


Abb. 2: Anzahl Peilungsdaten im Tagesverlauf. Daten sind für den gesamten Untersuchungszeitraum zusammengefasst. Spitzen am Morgen, zur Mittagszeit und am späten Nachmittag korrespondieren mit verstärkten Fütterungsaktivitäten der Bienenfresser.

leren Flugentfernungen vom jeweiligen Nest von 134 bis 263 m (Mediane der Individuen) während der Brutzeit war die Habitatwahl in 99 % der Fälle auf nur drei Habitattypen (Ackerland, Industrie-/Abbauf Flächen und Wald) beschränkt. In Woche 32 waren die meisten, aber nicht alle Jungvögel ausgeflogen. Verbleibende Brutaktivitäten und beschränkte Aktivitätsreichweiten gerade flügger Vögel führten zum durchmischten Muster der Habitatwahl in Woche 32. Wir fanden Vögel in Habitaten, die sie typischerweise in der Brutzeit genutzt haben (z. B. Wald), aber auch in jenen Habitaten, die erst in der Nachbrutzeit relevant wurden (z. B. kleinräumige Landschaft). Die Zunahme von Home-Range-Größe und medianer Flugentfernung von gewöhnlich mehr als 3 km in der Nachbrutzeit ging mit größerer Diversität genutzter Habitate einher, obwohl die absolute Anzahl von Habitattypen fast gleich blieb. Daher war in der Brutzeit die Habitatdiversität geringer ( $N = 6$ , Shannon-Wiener-Index  $H_S = 1,042$ , Evenness = 58,1 %) als in der Nachbrutzeit ( $N = 7$ ,  $H_S = 1,300$ , Evenness = 66,8 %). In der Nachbrutzeit nutzten Bienenfresser oft Habitate, in denen sie vorher nicht nachzuweisen waren (kleinräumige Landschaft, Wein-/Obstbau, Tab. 2). Andererseits haben sie in der Nachbrutzeit Habitattypen zunehmend gemieden, die sie in der Brutzeit regelmäßig aufgesucht hatten (z. B. Wald, Tab. 2). Nur das Ackerland, das mehr als die Hälfte aller Daten ausmachte, haben sie in beiden Zeiträumen zu ähnlichen Anteilen genutzt (Tab. 2). Während des Brütens entfielen 11 % aller Ortungen auf „Wald“, während dieser Habitattyp in der zweiten Phase signifikant weniger attraktiv war (4 %) und sie in den Wochen 33 bis 35 den Wald fast komplett gemieden haben (Tab. 2). Auch „Industrie-/Abbauf Flächen“, die zumeist zur Grube mit der Brutkolonie gehören, haben sie bevorzugt in der ersten Phase genutzt. Nach Woche 32 kehrten die Bienenfresser selten zum Koloniestandort zurück oder suchten andere Gruben auf. Andererseits wurden in der Nachbrutzeit Habitattypen wie „kleinräumige Landschaft“ und „Wein-/Obstbau“ relevant. Siedlungen haben die Vögel in beiden Phasen kaum besucht (Abb. 3, Tab. 2).

Tab. 2: Im Untersuchungszeitraum genutzte Habitate. Die Habitattypen basieren jeweils auf einer oder mehreren kombinierten CORINE-Landnutzungsklassen.

Habitattypen	Brutzeit					Nachbrutzeit					gesamte Brutzeit	gesamte Nachbrutzeit	gesamt
	28	29	30	31	32	33	34	35					
Ackerland	38,1 %	53,9 %	47,1 %	41,8 %	32,2 %	55,8 %	65,6 %	46,9 %		46,3 %	50,8 %	48,1 %	
Wald	3,9 %	7,3 %	12,4 %	16,9 %	14,1 %		0,4 %			11,2 %	3,5 %	8,2 %	
Industrie-/Abbauflächen	58,0 %	38,3 %	37,9 %	39,0 %	40,1 %	4,2 %		8,5 %		40,9 %	12,7 %	29,7 %	
Wiese/Weide			0,2 %	0,2 %		0,9 %				0,1 %	0,2 %	0,2 %	
kleinräumige Landschaft			0,2 %		12,8 %	37,7 %	26,0 %	29,9 %		0,1 %	26,4 %	10,5 %	
Wein-/Obstbau						0,5 %	5,5 %	12,9 %			4,8 %	1,9 %	
Siedlung		0,5 %	2,2 %	2,1 %	0,9 %	0,9 %	2,6 %	1,8 %		1,4 %	1,6 %	1,5 %	



### 3.2 Habitatwahl

Wenn wir die vom Bienenfresser genutzten Habitattypen mit der Verteilung von Habitattypen im gesamten Gebiet, in dem wir jemals Bienenfresser lokalisiert hatten, vergleichen, sehen wir signifikante Unterschiede mit klaren Präferenzen für Industrie-/Abbaugelände und Ackerland während Brut- und Nachbrutzeit und außerdem auch für kleinräumige Landschaft in der Nachbrutzeit (Abb. 4).

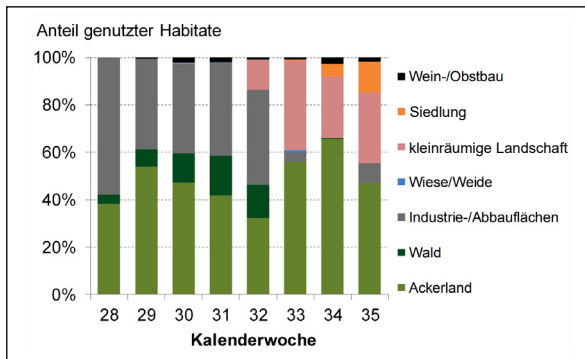


Abb. 3: Von Bienenfressern genutzte Habitate im Zeitverlauf. Deutlich wird die Änderung des genutzten Habitatmix zwischen der 31. und 33. Kalenderwoche. Die 32. Kalenderwoche stellt eine Übergangswache zwischen der Brut- und Nachbrutzeit dar, in der die Vögel typische Habitate der Brutzeit und der Nachbrutzeit genutzt haben.

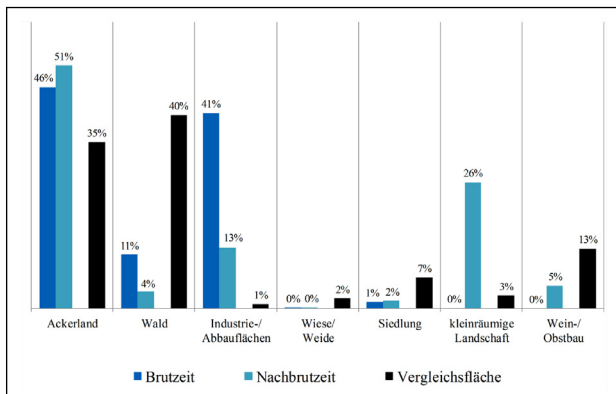


Abb. 4: Anteile der tatsächlich genutzten Lebensräume in der Brut- und Nachbrutzeit im Vergleich zu TK25-Flächen (Vergleichsfläche), auf denen wir Bienenfresser während der Untersuchung nachgewiesen haben.

Der in der Brutzeit dritthäufigst genutzte Habitattyp war Wald (Abb. 2), aber der Anteil der Ortungen in diesem Habitattyp war signifikant niedriger als der Waldanteil im Untersuchungsgebiet generell. Die Meidung dieses Habitattyps ist in der Brutzeit signifikant (Jacobs-Index =  $-0,69$ ,  $p < 0,001$ ), in der Nachbrutzeit meiden die Vögel Wald nahezu vollständig. Andererseits ist das Ackerland nicht nur der häufigst aufgesuchte Habitattyp, sondern auch der am häufigsten vorkommenden Habitattyp. Und trotzdem favorisierten Bienenfresser diesen Habitattyp signifikant (Brutzeit: Jacobs-Index =  $+0,24$ ,  $p < 0,001$ , Nachbrutzeit: Jacobs-Index =  $+0,32$ ,  $p < 0,001$ ). Industrie-/Abbaugelände haben die Vögel nicht nur während der Brutzeit bevorzugt, was aufgrund des Koloniestandorts in einer Grube klar ist, sondern der Jacobs-Index ist sogar für die Nachbrutzeit leicht höher. Das rührt daher, dass die meisten Ortungen in Abbaugeländen in der Nachbrutzeit aus Woche 32 stammen, als noch nicht alle Jungen ausgeflogen waren und Aktivitäten besonderer Altvögel durch den noch geringen Aktionsradius gerade ausgeschlüpfter Jungtiere stärker auf die Grube konzentriert blieben. Ausschließlich in der Nachbrutzeit besuchten die Bienenfresser kleinräumige Landschaften, ein Habitattyp, der nur 3 % des Untersuchungsgebiets ausmacht, aber 26 % der Ortungen in der Nachbrutzeit (Abb. 4). Diese Habitatpräferenz ist hoch signifikant (Jacobs-Index =  $+0,86$ ,  $p < 0,001$ ). In der Brutzeit konnten wir keine Ortungen in diesem Habitattyp machen, weil dieser Habitattyp im brutzeitlichen Home-Range der Bienenfresser fehlt. Den Habitattyp „Wein-/Obstbau“ haben die Tiere nur in der Nachbrutzeit regelmäßig genutzt, aber weniger oft, als es seinem tatsächlichen Flächenanteil entspräche (Jacobs-Index =  $-0,77$ ,  $p < 0,001$ , Abb. 3). Dieser Habitattyp kommt im brutzeitlichen Home-Range der Bienenfresser nicht vor. Insgesamt haben die Vögel in der Nachbrutzeit also nur wenige Habitattypen stark bevorzugt: Ackerland, Industrie-/Abbaugelände und kleinräumige Landschaft (Tab. 3, Abb. 5).

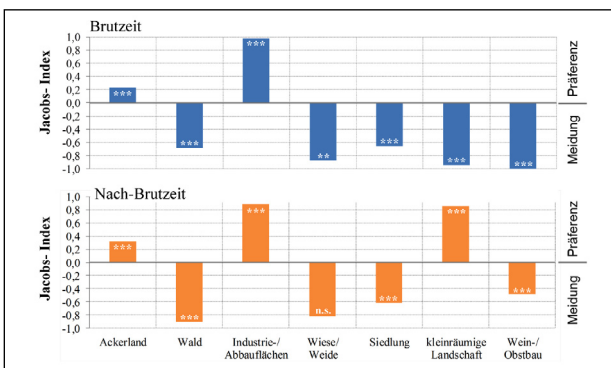


Abb. 5: Ergebnisse der Präferenztests genutzter Habitats in der Brut- und Nachbrutzeit mittels Jacobs-Indexes (JACOBS 1974). Das ausgewiesene Signifikanzniveau basiert auf Bonferroni-korrigierten Pearson  $\chi^2$ -Tests. \*\*\* =  $p < 0,001$ ; \*\* =  $p < 0,01$ ; n. s. = nicht signifikant.

Tab. 3: Habitatpräferenzen der Bienenfresser während der Brut- und Nachbrutzeit. Präferenzen wurden mittels des Jacobs-Index (JACOBS 1974) berechnet. Dieser Index nimmt Werte an zwischen +1,0 (starke Präferenz) bis -1,0 (starke Meidung); die angegebenen Signifikanzen (sig.) sind \*\*\* =  $p < 0,001$ , \*\* =  $p < 0,01$ , n. s. =  $p > 0,05$

Brutzeit	beobachtet	erwartet (gesamte TK-Flächen)	Jacobs-Index	sig.
Ackerland	46%	35%	0.24	***
Wald	11%	40%	-0.69	***
Industrie-/ Abbauflächen	41%	1%	0.97	***
Wiese/Weide	0%	2%	-0.88	**
Siedlung	1%	7%	-0.66	***
kleinräumige Landschaft	0%	3%	-0.95	***
Wein-/Obstbau	0%	13%	-1.00	***

Nachbrutzeit	beobachtet	erwartet (gesamte TK-Flächen)	Jacobs-Index	sig.
Ackerland	51%	35%	0.32	***
Wald	4%	40%	-0.90	***
Industrie-/ Abbauflächen	13%	1%	0.88	***
Wiese/Weide	0%	2%	-0.82	n.s.
Siedlung	2%	7%	-0.62	***
kleinräumige Landschaft	26%	3%	-0.86	***
Wein-/Obstbau	5%	13%	-0.48	***

#### 4 Diskussion

Bisher bezogen sich Beschreibungen der Habitatnutzung des Bienenfressers hauptsächlich auf Beschreibungen der Lage der Brutkolonie (Zusammenfassung in GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER 1980, FRY 1984, 2001, FRY, FRY & HARRIS 1999), Bodencharakteristika der Brutwände (HENEBERG & ŠIMEČEK 2004, HENEBERG 2013, KERÉNYI & IVÓK 2013, SMALLEY et al. 2013) oder der Nahrungshabitate in unmittelbarer Nähe der Brutwand (z. B. KREBS & AVERY 1985, HELBIG 1987, ANHUT 1991/1992, ERDEI 2008, RAMACHERS 2010, ULLMANN 2015, ULLMANN, BASTIAN & BASTIAN 2017). Die Habitatnutzung während der Nachbrutzeit ist sehr selten beschrieben (KEIL 1995, PITTOCOPITIS 2007). Eine umfassende und systematische Beschreibung genutzter Habitate inklusive des Vergleichs mit der verfügbaren Habitatstruktur fehlte bislang. Da sich die Habitatwahl während Brut- und Nachbrutzeit unterscheidet, ist es auch aus Sicht des

Artenschutzes wichtig zu verstehen, wie sich Habitatpräferenzen mit dem Ausfliegen der Jungvögel verändern.

Nahrungssuchende Vögel wählen Habitate mit häufiger oder saisonal verfügbarer Nahrung, was mit ihrem Home-Range zusammenhängt (ROLANDO 2002). Somit sollte sich die Wahl von Nahrungshabitaten in der Häufigkeit von Ortungen in unserer Telemetriestudie widerspiegeln, und es sollte eine Konzentration von Positionsdaten auf wenige Habitattypen mit der Nutzung dieser Habitattypen als Nahrungsplätze korrelieren. Unterschiede in der Häufigkeit von genutzten Habitattypen im Vergleich zu der verfügbaren Habitatkombination zeigen Habitattypen mit gutem Nahrungsangebot an, welche die Bienenfresser aktiv wählen und nicht zufällig überfliegen.

Für den Bienenfresser postuliert man eine nestgebundene Nahrungssuchstrategie („central-place forager“), welche die Nahrungsversorgung der Nestlinge maximiert, indem die Adulten große Insekten und attraktive Habitate wählen (HEGNER 1982, KREBS & AVERY 1985, ULLMANN 2015). Suboptimale Habitate nutzen sie nur, wenn die Flugkosten (Flugentfernungen) zu optimalen Fouragiergebieten zu hoch werden im Vergleich zum erhöhten Fouragieraufwand in nahrungsärmeren Habitaten, die dafür näher beim Koloniestandort sind. LESSELS & STEPHENS (1983) halten die Verteilung der Beutegröße für den entscheidenden Parameter für die Berechnung der kritischen Reisezeit, unterhalb derer Bienenfresser nicht selektiv große Beutestücke jagen. Als diese kritische Reisezeit haben KREBS & AVERY (1985) für den Bienenfresser in der Camargue (S-Frankreich) 39,5-64,0 s errechnet. Wir müssen annehmen, dass bei einer Flugeschwindigkeit von 10,2 m/s (SAPIR et al. 2010) das Fouragierverhalten des Bienenfressers bei Flugdistanzen bis zu 400-600 m von der Brutkolonie entfernt nicht der Theorie optimalen Fouragierens folgt. Bei medianen Flugentfernungen von 150-250 m in der Brutzeit (Bastian et al. in Vorb.) müssen wir annehmen, dass Nahrungsflüge während der Brutzeit oft opportunistisch hinsichtlich Beutegröße sind. Auch ULLMANN (2015) fand keine Hinweise auf optimales Fouragierverhalten in dieser Kolonie. Vor dem Hintergrund dieser Erwägungen müssen wir die regelmäßigen Flüge über Wald und mehr als 10 % Ortungen im Bereich dieses Habitattyps mit generell geringem Nahrungspotenzial für Bienenfresser während der Brutzeit diskutieren. Während der Arbeit im Gelände konnten wir gelegentlich das geortete Individuum unmittelbar beobachten, so dass wir die Ortung und die Nutzung des Habitats Wald verifizieren konnten. In diesen Fällen ruhten manchmal besenderte Vögel auf Bäumen am Waldrand nahe der Brutkolonie, aber wir konnten auch Vögel mit Nahrung vom Wald her kommend oder über dem Mischwald kreisend und jagend beobachten. Wir vermuten, dass sie Insekten, wie Holzwespen (Siricidae), über dem Wald oder zwischen den Baumkronen jagten, da wir viele davon unter oder in den Brutröhren gefunden haben. Die genutzten Waldhabitate waren ca. 350 m von der Brutkolonie entfernt und deshalb innerhalb der kritischen Flugzeit und -entfernung, in der ein opportunistisches Fouragierverhalten zu erwarten ist. Flugentfernungen von Bienenfressern von über 350 m traten in etwa 25 % aller Fälle auf. Wald haben sie also nicht aktiv gewählt. Ein Jacobs-Index von -0,90 in der Brutzeit zeigt sogar eine generelle Meidung dieses Habitattyps an. Wir stellen die

Hypothese auf, dass die Nutzung von Waldhabitaten während der Brutzeit nur von der Nähe des Waldes zur Brutkolonie herrührt, aber nicht auf die hohe Verfügbarkeit energiereicher Nahrung im Wald schließen lässt. Dies erklärt auch die regelmäßige, aber nicht selektive Nutzung dieses Habitattyps ausschließlich während der Brutzeit. Die einzige bekannte andere Beobachtung von Bienenfressern, die Waldhabitats nutzten, bezieht sich auf eine Beobachtung im August, als sie, 300 m von der Brutwand entfernt, über einem Nadelmischwald flogen (RAMACHERS 2010), also wiederum innerhalb einer Distanz, die auf nicht-selektives opportunistisches Fouragierverhalten schließen lässt.

Während der Nachbrutzeit orientierten sich alle besiedelten Vögel in nordöstliche Richtung längs eines kleinen Bachtals, wo sie beiderseits des Tales Flächen mit Ackerland, Brachland, Gebüsch und Weinbau nutzten. Der krasse Wechsel in der Habitatnutzung ab Beginn der Nachbrutzeit geht mit einer Abnahme bis auf nahe Null von Ortungen in Waldhabitaten einher und der Wahl von Habitaten, die sie vorher nicht genutzt hatten, z. B. kleinräumige Landschaft und Wein-/Obstbau. Wir konnten somit Ergebnisse früherer Untersuchungen (z. B. GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER 1980, FRY 1984) bestätigen, dass kleinräumige Landschaft ein Habitattyp von großer Bedeutung für Bienenfresser ist. Mehr als 25 % der Ortungen gehörten zu diesem Habitattyp, obwohl er gerade mal 3 % des verfügbaren Habitats ausmacht. Die Präferenz für kleinräumige Landschaften als Nahrungshabitats für Bienenfresser ist eindeutig hoch signifikant.

Aber auch die schwache und dennoch signifikante Präferenz für Ackerland ist bemerkenswert. Ackerland haben die Tiere zu etwa 50 % in beiden Phasen genutzt, öfter als es aufgrund der Verfügbarkeit dieses Habitats zu erwarten gewesen wäre. Freilandbeobachtungen bestätigen, dass sie diese Habitats tatsächlich zum Nahrungserwerb genutzt und nicht nur überflogen haben. Wir müssen daraus schließen, dass in unserem Untersuchungsgebiet das Insektenangebot im Agrarland so groß ist, dass Bienenfresser aktiv diesen Habitattyp als Nahrungshabitats auswählen. Im Agrarland sind die höchsten Dichten von Insekten entlang von Hecken und an Bäumen zu erwarten (GRÜEBLER, MORAND & NAEF-DAENZER 2008), wo sich natürliche Windabbrüche bilden, in denen sich Fluginsekten im Lee der Vegetation sammeln (LEWIS 1967, 1970, PASEK 1988). Agrarland, das sie zum Fouragieren nutzen oder das zumindest sehr nah an Brutkolonien liegt, ist aus Studien im Mittelmeerraum bekannt (HERRERA & RAMIREZ 1974, KREBS & AVERY 1985) und auch von Brutplätzen nördlich der Alpen (z. B. UHLICH & HOLYSKI 1992, WALTER, NOTTMAYER-LINDEN & RÖMER 1992, KRISTÍN 1994, KEIL 1995, ERDEI 2006, 2008, PITTOCOPITIS 2007, RAMACHERS 2010, KERÉNYI & IVÓK 2013, ULLMANN, BASTIAN & BASTIAN 2017), was der Erwartung widerspricht, dass Ackerland generell unattraktive Nahrungshabitats seien, auf denen keinerlei Insekten leben.

Dieser Befund ist höchst relevant im Lichte der aktuellen Diskussion über dramatische Abnahmen der Insektenbiomasse in Deutschland (SORG et al. 2013, HALLMANN et al. 2017). HALLMANN et al. (2017) zeigten eine Abnahme der Biomasse fliegender Insekten von 82 % in den letzten 27 Jahren mit Auswirkungen in Agrarlandhabitats. Diese dramatischen Ergebnisse kontrastieren mit unseren Befunden, die eine intensive Nutzung und aktive Auswahl von Ackerland durch den Bienenfresser beschreiben, der

während Brut- und Nachbrutzeit dort fouragierte und dabei erfolgreich zu sein schien. Zwar haben wir keine Daten zum Bruterfolg der von uns telemetrisch untersuchten wenigen Vögel, doch die Anzahl der Brutpaare in dieser Kolonie hat seit 2011 stetig zugenommen und ist auch 2017 gegenüber dem Untersuchungsjahr um 15 % gewachsen, sehr ähnlich zu den Populationstrends in anderen Kolonien in der Nähe von Eisenberg (+14 %, BASTIAN und BASTIAN unveröff.). Es ist unwahrscheinlich, dass das Wachstum des Brutbestandes überwiegend durch Einwanderung von Individuen benachbarter Kolonien zustande kommt. Wir müssen stattdessen davon ausgehen, dass Bienenfresser in dieser Kolonie erfolgreich Jungvögel großziehen. Viele Wiederfänge von in Vorjahren beringten adulten Bienenfressern (ca. 25 %; BASTIAN & BASTIAN unveröff.) stützen die Annahme einer erfolgreich reproduzierenden Brutkolonie. Den Habitattyp „Agrarland“ haben die Tiere in unserer Studie am häufigsten zur Nahrungssuche aufgesucht, obwohl die intensive Bewirtschaftung von Agrarland die Hauptursache für den Insektenchwund ist. Wir vermuten daher, dass der Verlust der Insektenbiomasse auf unserer Untersuchungsfläche deutlich geringer ist als auf anderen Flächen (inkl. der Naturschutzgebiete; HALLMANN et al. 2017). Bienenfresser können auch im Umfeld von Agrarland erfolgreich brüten, wenn neben den reinen Ackerflächen auch Hecken, Brachland und ähnliche kleinräumige Strukturen vorkommen. Es wäre wünschenswert unsere Hypothese zu überprüfen, dass größere Bienenfresser-Kolonien sich nur in Regionen erfolgreich etablieren können, wo der Insektenrückgang weniger dramatisch ausgeprägt ist. Dies würde dann auch erklären, wieso in Regionen mit einem nachgewiesenen sehr stark ausgeprägten Verlust der Insektenbiomasse (z. B. Nordrhein-Westfalen) die Entwicklung des Bienenfresser-Bestandes seit Jahrzehnten auf sehr niedrigem Niveau verharret (BASTIAN & BASTIAN unveröff.).

## 5 Dank

Sabrina ESSEL hat die zugrundeliegenden Daten im Rahmen ihrer Masterarbeit an der Goethe-Universität Frankfurt am Main erhoben, betreut durch Prof. Dr. Sven KLIMPEL. Sabrina engagierte sich über die Maßen im Gelände, am Computer, bei Tagungen und Diskussionen. Die Geländearbeit, besonders die Triangulation, wäre aber ohne die zuverlässige und unermüdliche Zuarbeit von Johannes BRAUN, Ricarda DEHMER, Bianca HAHN, Manfred ILZHÖFER, Jörg POSYWIO, Bernd REMELIUS, Valentina RICHTER, Felicia SCHMIDT und Tobias STAATS nicht möglich gewesen. Wir erhielten außerdem technische Unterstützung bei Fragen zur Telemetrie von Dr. Wolfgang FIEDLER (Max-Planck-Institut für Ornithologie, Radolfzell), der auch Ausstattung für die Telemetrie zur Verfügung stellte. Dr. Steffen HAHN (Vogelwarte Sempach, Schweiz) leitete uns bei der Anbringung der Sender an. Die Studie wurde von der Deutschen Ornithologen-Gesellschaft finanziell unterstützt. Die Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd des Landes Rheinland-Pfalz hatte die Untersuchung genehmigt. Wir danken allen Vorgenannten sehr herzlich.

## 6 Literatur

- ANHUT, K.-H. (1991/92): Bienenfresser (*Merops apiaster*) brütet im Mittleren Fulda-tal. – Naturkundliche Jahresberichte Mittleres Fuldatal **11/12**: 110-111. Bebra.
- ARBEITER, S., SCHNEPEL, H., UHLENTRAUT, K., BLOEGE, Y., SCHULZE, M. & S. HAHN (2014): Seasonal shift in the diet composition of European Bee-Eaters *Merops api-aster* at the northern edge of distribution. – *Ardeola* **61**: 161-170. Madrid.
- ARBEITER, S., SCHULZE, M., TAMM, P. & HAHN, S. (2016): Strong cascading effect of weather conditions on prey availability and annual breeding performance in Euro-pean bee-eaters *Merops apiaster*. – *Journal of Ornithology* **157**: 155-163. Heidelberg.
- BASTIAN, A. & H.-V. BASTIAN (2016a): Bienenfresser nach wie vor im Aufwind. – *Der Falke* **6**: 28-33. Wiebelsheim.
- BASTIAN, A., BASTIAN, H.-V., FIEDLER, W., RUPP, J., TODTE, I. & J. WEISS (2013): Der Bienenfresser (*Merops apiaster*) in Deutschland – eine Erfolgsgeschichte. – *Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz* **12**: 861-894. Landau.
- BASTIAN, H.-V. & A. BASTIAN (2014): Maiwitterung bestimmt Erstankunft des Bienen-fressers (*Merops apiaster*) in einer rheinland-pfälzischen Brutkolonie. – *Vogelwarte* **52**: 169-174. Wilhelmshaven.
- (2016b): Bienenfresser *Merops apiaster* LINNAEUS, 1758. – In: DIETZEN, C. et al.: Die Vogelwelt von Rheinland-Pfalz. Bd. 3 Greifvögel bis Spechtvögel (Accipitrifor-mes – Piciformes). *Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz, Beih.* **48**: 752-768. Landau.
- (2017): Ist die Bestandsdynamik des Bienenfressers *Merops apiaster* vom Wetter ab-hängig? – *Vogelwarte* **55**: 354-355. Wilhelmshaven.
- BOSSARD, M., FERANEC, J. & J. OTAHEL (2000): CORINE land cover technical guide – Addendum 2000. – EEA Technical report No 40. Kopenhagen.
- CALENGE, C. (2006): The package “adehabitat“ for the R software; a tool for the ana-lysis of space and habitat use by animals. – *Ecological Modelling* **197**: 516-519. Amsterdam.
- (2015): Home range estimation in R: the adehabitatHR Package. – <<https://cran.r-project.org/web/packages/adehabitatHR/vignettes/adehabitatHR.pdf>>. Letzter Zu-griff 14. März 2017.
- CALENGE, C., DRAY, S. & S. FORTMANN-ROE (2015): adehabitat: analysis of habitat se-lection by animals. – <[https://cran.r-project.org/web/packages/adehabitat/adehabi-tat.pdf](https://cran.r-project.org/web/packages/adehabitat/adehabitat.pdf)>. Letzter Zugriff 14. März 2017.
- CRICK, H. (2004): The impact of climate change on birds. – *Ibis* **146**: 48-56. Oxford.
- ERDEI, K. (2006): Brutnachweise des Bienenfressers (*Merops apiaster*) im südlichen Mühlviertel 2005. – *Vogelkundliche Nachrichten Oberösterreich* **14**: 73-78. Linz.
- (2008): Zum Bienenfresser (*Merops apiaster*) im südlichen Mühlviertel, Oberöster-reich. – *Vogelkundliche Nachrichten Oberösterreich* **16**: 121-128. Linz.
- ESSEL, S., BASTIAN, A., BASTIAN, H.-V., WEISS, J. & D. T. TIETZE (2016): Ausbreitung des Bienenfressers (*Merops apiaster*) in Rheinland-Pfalz von 1992 bis 2015. – *Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz* **13**: 331-350. Landau.

- FRY, C. H. (1984): The bee-eaters. – 1-304, Calton.
- (2001): Family Meropidae (bee-eaters). – In: DEL HOYO, J., ELLIOT, A. & J. SARGATAL (eds.): Handbook of the birds of the world. Vol. 6. Mousebirds to hornbills: 286-325. Barcelona.
- FRY, C. H., FRY, K. & A. HARRIS (1999): Kingfishers, bee-eaters & rollers. – 1-324, London.
- GLUTZ VON BLOTZHEIM, U. N. & K. M. BAUER (1980): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd. 9. Columbiformes – Piciformes. – 1148 S., Wiesbaden.
- GRÜEBLER, M., MORAND, M. & B. NAEF-DAENZER (2008): A predictive model of the density of airborne insects in agricultural environments. – Agriculture, Ecosystems & Environment **123**: 75-80. Amsterdam.
- HALLMANN, C. A., SORG, M., JONGEJANS, E., SIEPEL, H., HOFLAND, N., SCHWAN, H., STENMANS, W., MÜLLER, A., SUMSER, H., HÖRREN, T., GOULSON, D. & H. DE KROON (2017): More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. – PLoS ONE **12**: e0185809.
- HEGNER, R. E. (1982): Central place foraging in the white-fronted bee-eater. – Animal Behaviour **30**: 953-963. Amsterdam.
- HELBIG, A. J. (1987): Bee-eater breeding in FRG in 1985. – Dutch Birding **9**: 69-71. Amsterdam.
- HENEBERG, P. (2013): Decision making in burrowing birds: sediment properties in conflict with biological variables. – Quaternary International **296**: 227-230. Amsterdam.
- HENEBERG, P. & K. ŠIMEČEK (2004): Nesting of European bee-eaters (*Merops apiaster*) in Central Europe depends on the soil characteristics of nest sites. – Biologia **59**: 205-211. Heidelberg.
- HERRERA, C. M. & A. RAMIREZ (1974): Food of bee-eaters in southern Spain. – British Birds **67**: 158-164. St Leonards on Sea.
- JACOBS, J. (1974): Quantitative measurement of food selection. A modification of the forage ratio and Ivlev's electivity index. – Oecologia **14**: 413-417. Heidelberg.
- KEIL, D. (1995): Der Bienenfresser – Brutvogel im Landkreis Hettstedt. – Apus **9**: 1-5. Halle.
- KEIL, M., KIEFL, R. & G. STRUNZ (2005): CORINE land cover 2000 – Germany, Final Report. Wessling.
- KERÉNYI, Z. & E. IVÓK (2013): Nestsite characteristics of the European Bee-eater (*Merops apiaster* L.) in the Gödöllő Hills. – Ornis Hungarica **21**: 23-32. Debrecen.
- KERUS, V., AUNINŠ, A., STRAZDS, M. & J. PRIEDNIEKS (2012): Changes in breeding bird distribution in Latvia and their correspondence to modelled changes in distribution in Europe due to climate change. – Environmental and Experimental Biology **10**: 41-47. Riga.
- KOSZTRA, B. & S. ARNOLD (2014): Proposal for enhancement of CLC nomenclature guidelines. ETC/SIA deliverable EEA subvention 2013 WA1 Task 261\_1\_1: Applying EAGLE concept to CLC guidelines enhancement. – EEA internal report. Copenhagen.



- KREBS, J. R. & M. I. AVERY (1985): Central place foraging in the European Bee-eater, *Merops apiaster*. – Journal Animal Ecology **54**: 459-472. London.
- KRIŠTIN, A. (1994): Breeding biology and diet of the bee-eater (*Merops apiaster*) in Slovakia. – Biologia **49**: 273-279. Heidelberg
- LEMOINE, N., BAUER, H.-G., PEINTINGER, M. & K. BÖHNING-GAESE (2007): Effects of climate and land-use change on species abundance in a Central European bird community. – Conservation Biology **21**: 495-503. Washington, D.C.
- LESSELS, C. M. & D. W. STEPHENS (1983): Central place foraging: single-prey loaders again. – Animal Behaviour **31**: 238-243. Amsterdam.
- LEWIS, T. (1967): The horizontal and vertical distribution of flying insects near artificial windbreaks. – Annals Applied Biology **60**: 23-31. Hoboken.
- (1970): Patterns of distribution of insects near a windbreak of tall trees. – Annals Applied Biology **65**: 213-220. Hoboken.
- PASEK, J. E. (1988): Influence of wind and windbreaks on local dispersal of insects. – Agriculture, Ecosystems & Environment **22-23**: 539-554. Amsterdam.
- PITTOCOPITIS, R. (2007): Dreijährige Studien an einer in Rheinland-Pfalz 2004 neu entstandenen Brutpopulation von *Merops apiaster*. – Ornithologische Mitteilungen **59**: 260-276. Halle/Saale.
- R CORE TEAM (2016): R: A language and environment for statistical computing. – R Foundation for Statistical Computing. Wien. <http://www.r-project.org/>. Letzter Zugriff 14. März 2017.
- RAMACHERS, P. (2010): Erfolgreiche Erstbrut des Bienenfressers (*Merops apiaster*) im Landkreis Kaiserslautern. – Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz **11**: 1311-1318. Landau.
- RIPLEY, B. & W. VENABLES (2016): Package ‘nnet’. – <<https://cran.r-project.org/web/packages/nnet/nnet.pdf>>. Letzter Zugriff 14. März 2017.
- ROLANDO, A. (2002): On the ecology of home range in birds. – Revue d'écologie (Terre Vie) **57**: 53-73. Paris.
- SAPIR, N., WIKELSKI, M., MCCUE, M. D., PINSHOW, B. & R. NATHAN (2010): Flight modes in migrating European Bee-Eaters: heart rate may indicate low metabolic rate during soaring and gliding. – PLoS ONE **5**: e13956.
- SMALLEY, I., O'HARA-DHAND, K., MCLAREN, S., SVIRCEV, Z. & H. NUGENT (2013): Loess and bee-eaters I: ground properties affecting the nesting of European bee-eaters (*Merops apiaster* L. 1758) in loess deposits. – Quaternary International **296**: 220-226. Amsterdam.
- SORG, M., SCHWAN, H., STENMANS, W. & A. MÜLLER (2013): Ermittlung der Biomassen flugaktiver Insekten im Naturschutzgebiet Orbroicher Bruch mit Malaise Fallen in den Jahren 1989 und 2013. – Mitteilungen Entomologischen Vereins Krefeld **1**: 1-5. Krefeld.
- UHLICH, D. & O. HOLYNSKI (1992): Erfolgreiche Brut des Bienenfresser *Merops apiaster* im Landkreis Würzburg. – Ornithologischer Anzeiger **31**: 70-71. München.

- ULLMANN, A. (2015): „Optimal foraging“ beim Bienenfresser *Merops apiaster*: Zusammenhänge zwischen Nahrungsangebot, Beutewahl und Häufigkeit der Jagdflüge. – Masterthesis, Universität Bayreuth, pp. 1-54.
- ULLMANN, A., BASTIAN, A. & H.-V. BASTIAN (2017): Nahrungsangebot und Nestlingsnahrung des Bienenfressers *Merops apiaster* in drei Kolonien in Rheinland-Pfalz. – Vogelwarte **55**: 177-185. Wilhelmshaven.
- WALTER, B., NOTTMEYER-LINDEN, K. & U. RÖMER (1992): Beobachtungen an einer Brut des Bienenfressers (*Merops apiaster* L.) bei Bad Laer/Niedersachsen. – Charadrius **28**: 33-43. Krefeld.
- ZEBISCH, M., GROTHMANN, T., SCHRÖTER, D., HASSE, C., FRITSCH, U. & W. CRAMER (2005): Klimawandel in Deutschland. Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. – Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Forschungsbericht 201 41 253 UBA-FB 000844. Dessau.

Manuskript eingereicht am 24. Juli 2018.

Anschriften der Verfasser:

Dr. Hans-Valentin BASTIAN, Geschwister-Scholl-Straße 15, D-67304 Kerzenheim

E-Mail: [bastian-kerzenheim@t-online.de](mailto:bastian-kerzenheim@t-online.de)

Anita BASTIAN, Geschwister-Scholl-Straße 15, D-67304 Kerzenheim

E-Mail: [bastian-kerzenheim@t-online.de](mailto:bastian-kerzenheim@t-online.de)

Dr. Dieter Thomas TIETZE, Naturhistorisches Museum Basel, Augustinergasse 2, CH-4051 Basel

E-Mail: [thomas.tietze@bs.ch](mailto:thomas.tietze@bs.ch)