

Nahrungsangebot und Nestlingsnahrung des Bienenfressers *Merops apiaster* in drei Kolonien in Rheinland-Pfalz

Anja Ullmann, Anita Bastian & Hans-Valentin Bastian

Ullmann A, Bastian A & Bastian HV 2017: Food availability and nestling diet of European Bee-eaters *Merops apiaster* in three colonies in Rheinland-Pfalz. *Vogelwarte* 55: 177-185.

The European Bee-eater *Merops apiaster* expands its breeding range north of the Alps since about 25 years and actually several established populations exist in Germany. For a permanent colonization, they need suitable breeding habitats and proper food supplies. The European Bee-eater is an insectivorous, distinct hunter of large flying insects and in its Mediterranean habitats it largely prefers Hymenoptera. If the same food preference is also valid for Germany or if Bee-eaters here prefer different flight insects was investigated in three colonies in Rhineland-Palatinate. For this we analyzed prey offer and use. There was a significant difference between the composition of the food supply in the foraging areas and the eaten insects found in pellets of nestlings. In all three colonies about 90 % of prey items belonged to Hymenoptera, although the portion of available Hymenoptera was 70 % in one colony and between 10 % and 20 % the two other colonies. These results are in line with results from studies in Saxony-Anhalt, Thuringia and North Rhine-Westphalia as well as with several studies from East- and South Europe. All of these studies confirm the preference of Hymenoptera and the avoidance of Diptera. By comparing our results with those from literature, we could also demonstrate that the apparent level of preference depends also on methods: The Hymenoptera share was higher in pellets and by analyzing stomach contents than in photo documented nestling food.

✉ AU: Dietenbachstr. 42, D-79114 Freiburg, E-Mail: ullmann.anja@gmx.de, AB, HVB: Geschwister-Scholl-Str. 15, D-67304 Kerzenheim, E-Mail: bastian-kerzenheim@t-online.de

Einleitung

Seit etwa 1990 nehmen Brutbestand und Brutareal des Bienenfressers *Merops apiaster* in Deutschland zu. 2015 brüteten in zwölf Bundesländern zusammen mehr als 1.600 Paare, wobei 87 % des Bestandes auf Sachsen-Anhalt, Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz konzentriert waren (Bastian & Bastian 2016a).

In Rheinland-Pfalz brütet die Art seit Mitte der 1990er Jahre regelmäßig und ab 2002 jährlich. Seit etwa dem Jahr 2000 steigt die Anzahl der Brutpaare exponentiell an und das Brutareal weitet sich aus (Bastian & Bastian 2016b; Essel et al. 2016). Damit ist die Art zumindest lokal etabliert. In wie weit ihre ökologischen Ansprüche und vor allem auch die Nahrungswahl in den neu etablierten Populationen denen in südlichen Ursprungspopulationen ähneln, ist vielfach noch unklar oder erst punktuell untersucht (Arbeiter et al. 2016).

Es wird vermutet, dass die positive Bestandsentwicklung des Bienenfressers nördlich der Alpen seit den 1990er Jahren mit dem Klimawandel und mit der Zunahme trocken-warmer Sommer in Zusammenhang steht (Kinzelbach et al. 1997; Crick 2004; Boye & Klingenstein 2006). Trocken-warmer Sommer fördern ein hohes Insektenaufkommen, was sich wiederum positiv auf den Bruterfolg von Bienenfressern auswirkt (Arbeiter et al. 2016). Der Zusammenhang von günstiger Witterung und Bruterfolg wird also durch das bessere Nah-

rungsangebot erklärt, das im Brutverlauf unterschiedliche Bedarfe abdecken muss (Arbeiter et al. 2014).

Der Fokus bisheriger Untersuchungen am Bienenfresser in Rheinland-Pfalz lag in der Beschreibung der Ausbreitungsdynamik, Nistplatzwahl und von Witterungseinflüssen auf die Phänologie (Bastian et al. 2011, 2013; Bastian & Bastian 2014; Brust et al. 2015; Essel et al. 2016; Pittocopitis 2007, 2008, 2010). Ein fundiertes Verständnis zur Biologie, Bestandsdynamik und zu ökologischen Anforderungen des Bienenfressers ist aber Grundlage auch für Maßnahmen zur langfristigen Sicherung des Vorkommens.

Die Hauptnahrung des Europäischen Bienenfressers besteht in weiten Bereichen Süd- und Osteuropas und in Südafrika zum weit überwiegenden Teil aus Hymenopteren (Fintha 1968; Herrera & Ramirez 1974; Ursprung 1979; Glutz von Blotzheim & Bauer 1980; Fry 1984; Krebs & Avery 1984; Gyovai 1993; Inglisa et al. 1993; Krištín 1994; Kopij et al. 2000; Krištín & Kaňuch 2005; Fuisz et al. 2013). Andere Spintarten bevorzugen teilweise andere Beute: So jagt *Merops bulocki* auch kleine Fische (Salewski & Rödel 2000) und *Merops persicus* spezialisiert sich bei einem plötzlichen Massenaufreten von Schmetterlingen kurzzeitig auf diese Beute (Larsen 1992). Außerhalb des mediterran-pannonisch-turkmenischen Verbreitungsschwerpunkts gibt es dagegen nur wenige Untersuchungen zur Nahrungswahl des Euro-

päischen Bienenfressers (Helbig 1982; Klaus et al. 2013; Arbeiter et al. 2014).

Vögel können auf Änderungen der Nahrungsverfügbarkeit oder des Nahrungsbedarfes sehr unterschiedlich reagieren. Zum Beispiel passen sie Jagdstrategien den Witterungsverhältnissen an (z. B. Europäische Bienenfresser; Ursprung 1979; Todte et al. 1999; Bastian et al. 2011), ändern ihre Nahrungswahl (z. B. Grauschnäpper *Muscicapa striata*; Davies 1977), ihren Verdauungstrakt (z. B. Bartmeise *Panurus biarmicus*; Spitzer 1972), ihre Schnabelform (Austernfischer *Haematopus ostralegus*; Swennen et al. 1983) oder ihren Stoffwechsel zur besseren Verwertung aufgenommener Nahrung (Stare *Sturnus vulgaris*; Bautista et al. 1998) oder um den Körper auf die besonderen energetischen Anforderungen während des Zugs vorzubereiten (z. B. Grasmücken *Sylvia* sp.; Bairlein 1990; 2002).

Eine zeitgleich durchgeführte Untersuchung am Bienenfresser (Arbeiter et al. 2014) belegte, dass auch nördlich der Alpen Hymenopteren als Nestlingsnahrung bevorzugt werden. Die vorliegende Untersuchung soll klären, ob Bienenfresser auch in einem weiteren Verbreitungsschwerpunkt am westlichen Rand seines Vorkommens dieselbe Präferenz zeigen, ob also auch hier eine selektive Beutewahl vorliegt oder ob opportunistisch andere, häufigere Beutetiere erbeutet werden.

Material und Methoden

Untersuchungsgebiete

Untersucht wurden Bienenfresser in drei Kolonien in der nördlichen Pfalz (Abb. 1), alle befanden sich in aktiv bewirtschafteten Sand- und Klebsandgruben. Zwei Kolonien lagen in Eisenberg (Pfalz), einer Stadt zwischen Kaiserslautern und

Mannheim, die dritte Kolonie im Landkreis Bad Dürkheim bei Gerolsheim, ca. 15 km von Eisenberg entfernt. Eine der zwei Kolonien in Eisenberg, im weiteren Verlauf als „EKW-Kolonie“ bezeichnet, grenzte an ein Getreidefeld, im weiteren Umfeld befinden sich ein Waldstück, eine Müllkippe, Siedlungen sowie das Landschaftsschutzgebiet „Erdekaut“. Die zweite Kolonie in Eisenberg, etwa 3,5 km Luftlinie von der ersten entfernt und im Folgenden „STA-Kolonie“ genannt, befand sich in einer ländlich geprägten Umgebung mit Gemüse- und Getreidefeldern, Siedlungen, einem Steinbruch und Brachen. Die dritte Kolonie bei Gerolsheim, im Folgenden als „GER-Kolonie“ bezeichnet, war umgeben von einer Mülldeponie und intensiv genutztem Ackerland.

Transektaufnahmen zur Erfassung des Nahrungsangebotes

Die Datenaufnahmen zur Erfassung des potenziellen Beutespektrums („Nahrungsangebot“) fanden vom 30. Juni bis 04. August 2014 statt. In der Woche zuvor (23. bis 29. Juni) wurde durch Sichtbeobachtungen ermittelt, welche der Bruthöhlen von Bienenfressern besetzt waren und wo die Jagdgebiete dieser Bienenfresser lagen.

Bienenfresser aller drei Kolonien jagten in unmittelbarer Umgebung der Brutwände. Der Jagdradius betrug etwa 500 m. Flächen wurden als bevorzugte Jagdgebiete definiert, wenn sie von Bienenfressern oft und regelmäßig zur Insektenjagd angefliegen wurden und diese dort von Warten aus Jagdflüge starteten. Auf diesen Flächen wurden die Transekte zur Erfassung des Nahrungsangebotes festgelegt. In der GER- und STA-Kolonie wurden zwei je 50 m × 1 m lange Transekte abgesteckt. In der STA-Kolonie befanden sie sich zwischen einem Zuckerrüben- und Weizenfeld sowie auf einem mit einer Ruderalflur bewachsenen Hügel. In der GER-Kolonie lag der erste Transekt am Rand einer feuchteren Stelle in der Sandgrube, die u. a. mit Rohrkolben *Typha* sp. bewachsen war. Der zweite Transekt lag an einem der Ränder der Sandgrube, die von blühenden Disteln *Cirsium* sp. dominiert wurden. In der

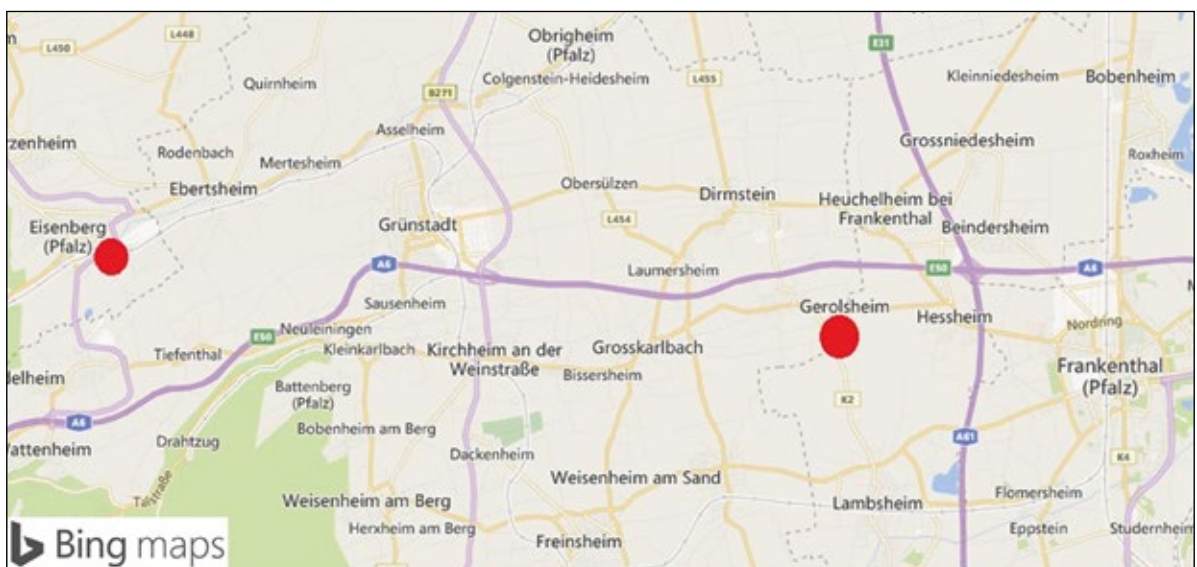


Abb. 1: Standorte der drei untersuchten Bienenfresserkolonien in Eisenberg (2x) und Gerolsheim. – Locations of the three colonies of this study in Eisenberg (2x) and Gerolsheim.



Abb. 2: Adultes Weibchen bei der Abgabe eines Speiballens. – *Adult female releasing a pellet.*

Foto: U. Nielsen

EKW-Kolonie wurde ein einziger, 100 m × 1 m langer Transekt entlang eines Feldrandes gelegt, der ebenfalls mit Ruderalpflanzen bewachsen war.

Die Transekte wurden ab Anfang Juli in etwa wöchentlichem Abstand jeweils vier- bis fünfmal und jeweils vormittags (zwischen 08:30 bis 11:30 Uhr MESZ) und nachmittags (13:00 - 16:00 Uhr MESZ) abgeschnitten. Beim Abschreiten der Transekte wurde die Vegetation vorsichtig mit einem Stock abgeklopft und dabei gesichtete oder auffliegende Insekten in eine der folgenden Kategorien eingeteilt: Hymenopteren, mit Unterteilung nach Hummeln, Bienen und Wespen, außerdem Coleopteren, Heteropteren, Odonata, Lepidopteren, Dipteren und Orthopteren. In den fünf Wochen der Datenaufnahme gelangen von zwei Kolonien fünf Vormittags- und fünf Nachmittagsaufnahmen, von der STA-Kolonie je vier Erfassungen.

Speiballenanalysen zur Erfassung der „Nestlingsnahrung“

Von allen drei Kolonien wurden nach dem Ausfliegen der Jungvögel aus je zehn Nestern Speiballen entnommen. Diese wurden getrocknet, Sandpartikel entfernt und von jeder Probe 50 g unter einem Binokular auf Insektenreste untersucht. Die erhaltenen Kopfkapseln der Beutetiere wurden herausortiert und in der Regel bis auf Ordnungsebene bestimmt. Die Einordnung erfolgte in folgende Kategorien: Hymenopteren (hier weitere Unterteilung nach Hummel, Bienen, Wespen sowie unbekannte Hymenopteren), Coleopteren, Heteropteren, Odonata, Lepidopteren, Dipteren und Orthopteren.

Da Altvögel ihre Speiballen in der Regel außerhalb der Brutröhre ausstoßen (z. B. Helbig 1982; Abb. 2), werden die hier nachgewiesenen Insektenreste als Nestlingsnahrung angesehen. Es ist nicht auszuschließen, dass einige Beutereste aus Speiballen hundernder Altvögel stammen. Wir gehen aber davon aus, dass Altvogelspeiballen nur einen kleinen Anteil ausmachen.

Statistik

Die getesteten Nullhypothesen (H_0) besagen, dass die Zusammensetzung der Nestlingsnahrung proportional zum Nahrungsangebot ist. H_0 wurde mit dem Jacobs Index (Jacobs 1974) überprüft, der zur Aufdeckung von Nahrungspräferenzen herangezogen wird. Der Jacobs Index weist Werte von -1 (totale Meidung) bis +1 (totale Bevorzugung) aus. Abweichungen von H_0 wurden mit Bonferoni korrigierten χ^2 -Tests auf Signifikanz getestet. Die Berechnungen erfolgten mit R Version 3.1.0 (R Core Team 2014) und den unter www.r-bloggers.com/preferring-a-preference-index/ (letzter Zugriff 18.04.2017) verfügbaren Funktionen.

Ergebnisse

Nahrungsangebot

Insgesamt wurden 2.928 Insekten registriert, davon 725 in der STA-Kolonie, 884 in der EKW-Kolonie und 1.319 in der GER-Kolonie (Tab. 1). Das Nahrungsangebot war an allen drei Standorten ähnlich breit. Zwar waren Un-

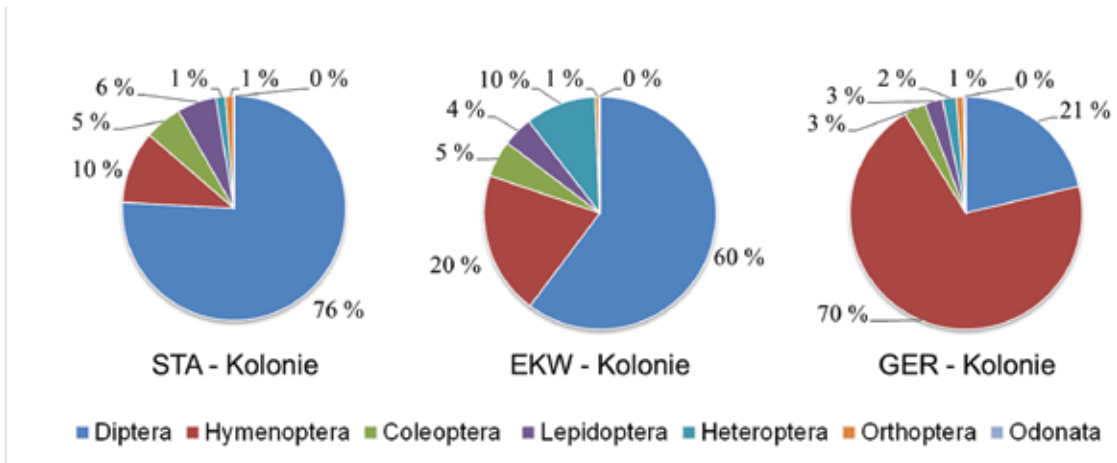


Abb. 3: Das Nahrungsangebot in den drei untersuchten Kolonien. – *The food supply in the three Bee-eater colonies.*

terschiede deutlich, doch wurden an allen Standorten ähnlich viele Insekten erfasst, die alle aus denselben Insektengruppen stammten.

An der STA- und EKW-Kolonie dominierten Dipteren (75,8% bzw. 59,8%), während in der GER-Kolonie Hymenopteren mit ca. 70% die am stärksten vertretene Insektengruppe war (Abb. 3). Hier machten alleine die Bienen (Apidae) einen Anteil von 66,5% aus. In etwa gleich häufig waren in allen drei Kolonien Coleopteren und Lepidopteren vertreten. Heteropteren waren insgesamt seltener und in den drei Kolonien ungleich häufig vertreten.

Nestlingsnahrung

Insgesamt wurden 10.431 Insekten aus Speiballen bestimmt, davon 3.276 von der STA-Kolonie, 3.654 von der EKW-Kolonie und 3.501 von der GER-Kolonie (Tab. 1).

Das Nahrungsspektrum war deutlich weniger divers als das Nahrungsangebot. Mit über 90% dominierten

an allen drei Standorten bei weitem die Hymenopteren (Abb. 4). Dennoch unterschieden sich ihre Häufigkeiten zwischen den drei Koloniestandorten. Insbesondere Hummeln wurden an der STA- und EKW-Kolonie sehr viel häufiger als Nestlingsnahrung nachgewiesen (56,7% resp. 48,4%) als sie im Nahrungsangebot gefunden wurden (5,5% resp. 4,3%). Dagegen dominierten in der GER-Kolonie die Apidae als Nestlingsnahrung mit 53,6%. Diese waren die häufigste Insektengruppe im Nahrungsangebot (66,5%). Am zweithäufigsten fanden sich in den Speiballen Reste von Coleopteren und Heteropteren.

Vergleich Nahrungsangebot und gefressene Beutetiere

In allen drei Kolonien präferieren Bienenfresser signifikant Hymenopteren (Abb. 5). Besonders ausgeprägt war dies in der STA-Kolonie (Jacobs Index: STA = 0,983; $p < 0,05$), wo 76 von 725 beobachteten Individuen 3.053 von 3.276 in Speiballen nachgewiesenen Tieren gegen-

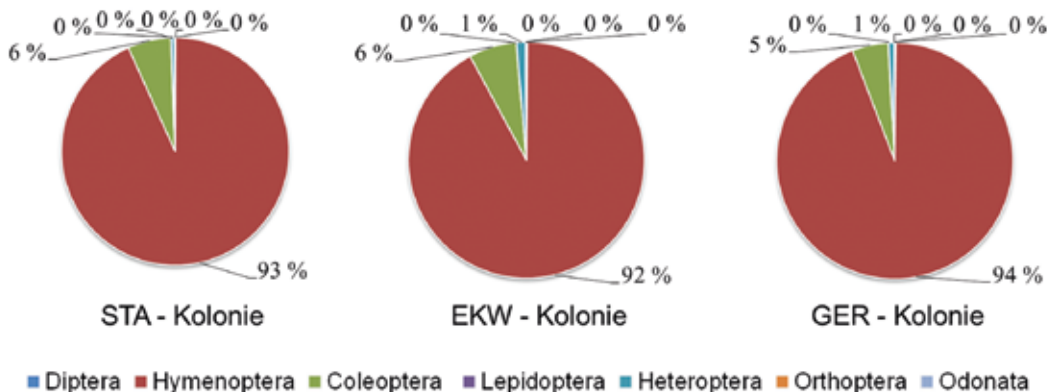


Abb. 4: Die Nestlingsnahrung in den drei untersuchten Kolonien. – *The nestling diet in the three colonies.*

Tab. 1: Nahrungsangebot und Nestlingsnahrung in drei Bienenfresserkolonien in Rheinland-Pfalz. Die Präferenz oder Meidung von Organismengruppen als Nestlingsnahrung wurde mit dem Jacobs Index bewertet. ns = nicht signifikant, dd = Indexwert nicht berechenbar, da Null-Wert im Nahrungsangebot – Food supply and nestlings diet in three bee-eater colonies in Rhineland-Palatinate. A preference or avoidance is evaluated by the Jacobs Index, ns = not significant, dd = index cannot be calculated due to zero-values in food supply.

| Insektengruppe - insect group | STA-Kolonie | | | | EKW-Kolonie | | | | GER-Kolonie | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|-------------|--------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|-------|--------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|
| | Angebot - food supply | Nahrung - nestlings food | Jacob's Index | Chi ² | p | Angebot - food supply | Nahrung - nestlings food | Jacob's Index | Chi ² | p | Angebot - food supply | Nahrung - nestlings food | Jacob's Index | Chi ² | p | | | | | | |
| Hymenoptera | 76 | 10,5% | 3.053 | 93,2% | 0,983 | 146,22 | <0,05 | 176 | 19,9% | 3.360 | 92,0% | 0,957 | 97,60 | <0,05 | 922 | 69,9% | 3.291 | 94,0% | 0,742 | 17,06 | <0,05 |
| Bombus sp. | 40 | 5,3% | 1.859 | 56,7% | | | | 38 | 4,3% | 1.767 | 48,4% | | | | 26 | 2,0% | 1.189 | 34,0% | | | |
| Apidae | 31 | 4,3% | 914 | 27,9% | | | | 134 | 15,2% | 997 | 27,3% | | | | 877 | 66,5% | 1.876 | 53,6% | | | |
| Vespidae | 5 | 0,7% | 280 | 8,5% | | | | 4 | 0,5% | 596 | 16,3% | | | | 19 | 1,4% | 226 | 6,5% | | | |
| Coleoptera | 39 | 5,4% | 200 | 6,1% | 0,067 | 1,79 | ns | 45 | 5,1% | 237 | 6,5% | 0,128 | 3,74 | <0,05 | 40 | 3,0% | 172 | 4,9% | 0,246 | 6,39 | <0,05 |
| Heteroptera | 10 | 1,4% | 15 | 0,5% | -0,505 | -4,49 | <0,05 | 87 | 9,8% | 45 | 1,2% | -0,795 | -16,59 | <0,05 | 25 | 1,9% | 25 | 0,7% | -0,457 | -5,08 | <0,05 |
| Odonata | 0 | 0,0% | 4 | 0,1% | dd | | | 1 | 0,1% | 4 | 0,1% | -0,016 | -0,07 | ns | 4 | 0,3% | 4 | 0,1% | -0,453 | -2,03 | <0,05 |
| Lepidoptera | 41 | 5,7% | 2 | 0,1% | -0,980 | -13,46 | <0,05 | 37 | 4,2% | 3 | 0,1% | -0,963 | -12,12 | <0,05 | 33 | 2,5% | 3 | 0,1% | -0,935 | -9,04 | <0,05 |
| Diptera | 550 | 75,9% | 2 | 0,1% | -1,000 | -49,81 | <0,05 | 533 | 60,3% | 5 | 0,1% | -0,998 | -46,83 | <0,05 | 281 | 21,3% | 6 | 0,2% | -0,987 | -27,09 | <0,05 |
| Orthoptera | 9 | 1,2% | 0 | 0,0% | -1,000 | -6,38 | <0,05 | 5 | 0,6% | 0 | 0,0% | -1,000 | -4,55 | <0,05 | 14 | 1,1% | 0 | 0,0% | -1,000 | -6,10 | <0,05 |
| Gesamt - total | 725 | 100,0% | 3.276 | 100,0% | | | | 884 | 100,0% | 3.654 | 100,0% | | | | 1.319 | 100,0% | 3.501 | 100,0% | | | |

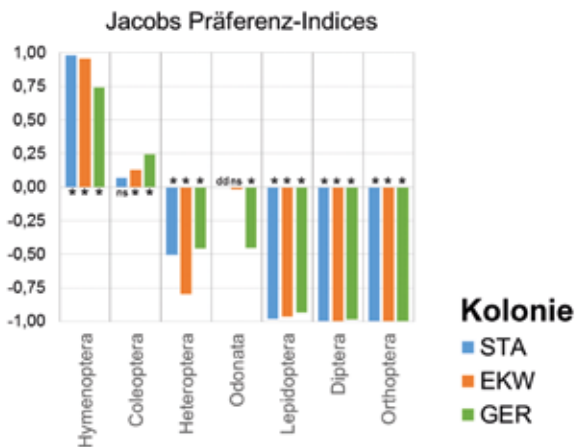


Abb. 5: Präferenz oder Meidung von Insekten als Nestlingsnahrung in den drei Kolonien, bewertet an dem Jacobs Index. Bei den Hymenoptera wurden keine Untergruppen bewertet. * = signifikante Präferenz (positive Werte), resp. signifikante Meidung (negative Werte), ns = nicht signifikant, dd = Indexwert nicht berechenbar, da Null-Wert im Nahrungsangebot. – A preference or avoidance of insects as nestlings diet in the three colonies, evaluated with the Jacobs Index. No subgroups of Hymenoptera were evaluated. * = a significant preference (positive values) or avoidance (negative values); ns = not significant; dd = index cannot be calculated due to zero-value in food supply.

überstanden. In der EKW-Kolonie zeigte sich für Hymenopteren ein ähnliches Bild (Angebot: 176/884, Nestlingsnahrung: 3.360/3.654; Jacobs Index = 0,957; p < 0,05). Etwas anders war die Situation in der GER-Kolonie, wo der Hymenopteren-Anteil im Nahrungsangebot mit 70 % (922/1.319) nur wenig niedriger lag als in der Nestlingsnahrung (94 %; 3.291/3.501). Dennoch war die Präferenz für Hymenopteren auch in dieser Kolonie signifikant (Jacobs Index = 0,742; p < 0,05). Neben Hymenopteren wurden nur Coleopteren als Nestlingsnahrung präferiert, wenngleich nur in zwei Kolonien (EKW und GER) und dort auch deutlich weniger stark (Jacobs Index EKW = 0,128, GER = 0,246, beides mit p < 0,05 signifikant). In der STA Kolonie war die Präferenz für Coleopteren mit einem Jacobs Index von 0,067 nicht signifikant.

Obwohl Dipteren im Nahrungsangebot aller drei Kolonien sehr häufig vertreten waren, wurden sie als Nestlingsnahrung gemieden. In der STA-Kolonie standen 550 von 725 beobachteten Individuen nur 2 von 3.276 verfütterten Individuen gegenüber (Jacobs Index = -1,000). Ähnliche Ergebnisse fanden wir in der EKW Kolonie (Angebot: 533/884, Nestlingsnahrung: 5/3.654; Jacobs Index = -0,998) und in der GER Kolonie (Angebot: 281/1.319, Nestlingsnahrung 6/3.501; Jacobs Index = 0,987).

Heteropteren, Lepidopteren und Orthopteren wurden ebenfalls in allen drei Kolonien gemieden (Jacobs Indices zwischen -0,457 und -1,000), jedoch basierten die

Tab. 2: Nahrungsangebot und Nestlingsnahrung beim Europäischen Bienenfresser. N = Anzahl Individuen, Hym = Hymenopteren, Dip = Dipteren, Col = Coleopteren, Odo = Odonata, Lep = Lepidopteren, Het = Heteropteren; Speiballen = Auswertung von Speiballen, Magen = Mageninhaltsuntersuchungen, Beobachtung = direkte Beobachtung von Futter eintragenden Altieren, Foto = automatische Fotodokumentation, Fang/Beobachtung = Kescherfang oder direkte Beobachtung von Insekten, Fallen = Fang mittels stationärer Malaisefallen. *) nur Juli-Daten **) aus Grafik abgeleitet. - Nestlings and adult diet and food supply in the European Bee-eater. N = number of individuals, pellet = pellet study, stomach = content of stomachs, observ. = direct observation of adults carrying food to the breeding hole, photo = automatic photo documentation, catch/obs. = net catching or direct observation of insects, traps = catching with fixed malaise traps. *) only data from July **) deviated from graphics

| Nahrung / adulte Tiere - diet / adults | | | | | | | | | | |
|---|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-----------------|-------------------------|---------------------------|
| Region - location | N | Hym | Dip | Col | Odo | Lep | Het | andere - others | Methode - method | Quelle - source |
| Sachsen-Anhalt / Deutschland | 1146 | 85,0% | | 5,5% | 7,1% | | | 2,4% | Speiballen - pellet | Arbeiter et al. 2014 |
| Sachsen-Anhalt / Deutschland | 872 | 86,6% | | 1,3% | 9,2% | | | 2,9% | Speiballen - pellet | Arbeiter et al. 2014 |
| Niederösterreich | 1560 | 82,8% | 1,6% | 6,5% | 6,6% | 0,4% | 2,1% | | Speiballen - pellet | Ursprung 1979 |
| Szamoschtal / NO-Ungarn | 87 | 70,6% | | 21,2% | 3,5% | 3,5% | 1,2% | | Speiballen - pellet | Fintha 1968 |
| Slowakei | 749 | 66,2% | 2,9% | 23,9% | 2,4% | 1,7% | 2,7% | 0,2% | Speiballen - pellet | Kristin 1994 |
| Slowakei | 401 | 82,0% | 1,5% | 15,5% | 0,3% | 0,8% | | | Speiballen - pellet | Kristin & Kanuch 2005 |
| Andalusien / Spanien | 2141 | 69,4% | 0,9% | 21,0% | 2,0% | 1,2% | 1,0% | 4,5% | Speiballen - pellet | Herrera & Ramirez 1974 |
| Toskana / Italien | 323 | 65,6% | 3,1% | 17,0% | 2,5% | 2,2% | 9,6% | | Speiballen - pellet | Inglisa et al. 1993* |
| Bloemfontain / Südafrika | 99 | 77,8% | | 9,1% | 6,1% | | | 7,1% | Magen - stomach | Kopij et al. 2000 |
| Südost-Ungarn | 241 | 78,3% | 3,7% | 3,3% | 5,3% | 2,9% | 5,3% | 1,2% | unbekannt - unknown | Gyovai 1993 |
| gewichteter Mittelwert - weighted average | | 77,1% | 1,2% | 12,6% | 4,7% | 0,9% | 1,6% | 2,1% | | |
| Nahrung / Nestlinge - diet / nestlings | | | | | | | | | | |
| Region - location | N | Hym | Dip | Col | Odo | Lep | Het | andere - others | Methode - method | Quelle - source |
| Sachsen-Anhalt / Deutschland | 679 | 85,1% | | 6,0% | 1,6% | | | 7,2% | Speiballen - pellet | Arbeiter et al. 2014 |
| Sachsen-Anhalt / Deutschland | 344 | 73,3% | | 12,8% | 7,3% | | | 6,7% | Speiballen - pellet | Arbeiter et al. 2014 |
| Nordrhein-Westfalen / Deutschland | 855 | 83,2% | 0,2% | 9,0% | 0,4% | 0,4% | | 6,8% | Speiballen - pellet | Helbig 1982 |
| Sachsen-Anhalt / Deutschland | 287 | 57,5% | | 2,1% | 21,6% | 9,1% | | 9,8% | Beobachtung - observ. | Arbeiter et al. 2014 |
| Sachsen-Anhalt / Deutschland | 433 | 45,5% | | 5,5% | 33,7% | 9,7% | | 5,5% | Beobachtung - observ. | Arbeiter et al. 2014 |
| Thüringen / Deutschland | 115 | 80,0% | | | 6,0% | 13,0% | | 1,0% | Beobachtung - observ. | Klaus et al. 2013 |
| Zentral-Ungarn | 805 | 47,0% | 8,7% | 8,6% | 16,4% | 7,2% | 1,2% | 10,9% | Foto - photo | Fuizsz et al. 2013 |
| Rheinland-Pfalz / Deutschland | 3276 | 93,2% | 0,1% | 6,1% | 0,1% | 0,1% | 0,5% | | Speiballen - pellet | diese Studie - this study |
| Rheinland-Pfalz / Deutschland | 3654 | 91,9% | 0,1% | 6,5% | 0,1% | 0,1% | 1,2% | | Speiballen - pellet | diese Studie - this study |
| Rheinland-Pfalz / Deutschland | 3501 | 94,0% | 0,2% | 4,9% | 0,1% | 0,1% | 0,7% | | Speiballen - pellet | diese Studie - this study |
| gewichteter Mittelwert - weighted average | | 85,4% | 1,2% | 6,7% | 2,9% | 1,4% | 0,9% | 1,5% | | |
| Nahrungsangebot - food supply | | | | | | | | | | |
| Region - location | N | Hym | Dip | Col | Odo | Lep | Het | andere - others | Methode - method | Quelle - source |
| Nordrhein-Westfalen / Deutschland | 628 | 1,9% | 78,3% | 3,5% | | 1,8% | 5,1% | 9,4% | Fang/Beob. - catch/obs. | Helbig 1982 |
| Toskana / Italien | 371 | 44,0% | 53,0% | 3,0% | | | | | Fallen - traps | Inglisa et al. 1993*, ** |
| Rheinland-Pfalz / Deutschland | 725 | 10,5% | 75,9% | 5,4% | 0,0% | 5,7% | 1,4% | 1,2% | Fang/Beob. - catch/obs. | diese Studie - this study |
| Rheinland-Pfalz / Deutschland | 884 | 19,9% | 60,3% | 5,1% | 0,1% | 4,2% | 9,8% | 0,6% | Fang/Beob. - catch/obs. | diese Studie - this study |
| Rheinland-Pfalz / Deutschland | 1319 | 69,9% | 21,3% | 3,0% | 0,3% | 2,5% | 1,9% | 1,1% | Fang/Beob. - catch/obs. | diese Studie - this study |
| gewichteter Mittelwert - weighted average | | 42,2% | 42,9% | 5,3% | 0,4% | 3,7% | 4,6% | 0,9% | | |

Berechnungen auf vergleichsweise geringen Nachweisen im Nahrungsangebot und in der Nestlingsnahrung. Odonata wurden sowohl im Nahrungsangebot, wie auch in der Nestlingsnahrung nur ausnahmsweise nachgewiesen. Für die STA-Kolonie war das Datenmaterial für eine Berechnung eines Präferenzindex zu gering, in der EKW-Kolonie war der ermittelte Index für eine Meidung von Libellen in der Nestlingsnahrung nicht signifikant (Jacobs Index = -0,016), in der GER-Kolonie wurden Odonata deutlich gemieden (Jacobs Index = -0,453; $p < 0,05$).

Auf Basis dieser Daten muss die Nullhypothese, dass Bienenfresser ihre Nahrung opportunistisch erbeuten, abgelehnt werden. Sie bevorzugten eindeutig Hymenopteren und mieden Dipteren, Heteropteren, Lepidopteren und Orthopteren.

Diskussion

Auch für Rheinland-Pfalz ist damit bewiesen, dass Bienenfresser Hymenopteren als Nestlingsnahrung bevorzugen. Die Ergebnisse entsprechen Untersuchungen aus Sachsen-Anhalt, Thüringen und Nordrhein-Westfalen, mit Hymenopteren-Anteilen von stets über 80 % in der Nahrung (Helbig 1982; Klaus et al. 2013; Arbeiter et al. 2014; Tab. 2). Die Vermutung von Arbeiter et al. (2014), dass Bienenfresser ihre Nahrungspräferenz bei ihrer Ausbreitung Richtung Norden nicht ändern, kann bestätigt werden. Diese in Deutschland gefundenen Ergebnisse werden gestützt durch Untersuchungen der Nahrungswahl in Süd- und Osteuropa sowie in Südafrika (Fintha 1968; Herrera & Ramirez 1974; Glutz von Blotzheim & Bauer 1980; Fry 1984; Gyovai 1993; Inglis et al. 1993; Krištín 1994; Kopij et al. 2000; Krištín & Kaňuch 2005; Fuisz et al. 2013; Tab. 2). Vor allem die Ergebnisse aus der Toskana (Inglis et al. 1993) entsprechen gut der von uns gefundenen Diversität des Nahrungsangebotes. Wie bei uns, überstieg auch dort die Zahl der aufgenommenen Hymenopteren den Anteil der vorhandenen Hymenopteren deutlich. Die Autoren fassen zusammen, dass Bienenfresser Hymenopteren (vor allem *Apis* und *Bombus*) deutlich präferieren und Dipteren, trotz großer Verfügbarkeit, als Beute meiden. Auch Arbeiter et al. (2014) fanden Dipteren nicht in Speiballen, sondern nur bei direkter Beobachtung von Jagdflügen. Es ist wahrscheinlich, dass Dipteren wegen ihrer geringen Körpergröße und damit geringem Nährwert als Nahrung für Jungtiere unattraktiv sind. Da Bienenfresser als „Single-prey loader“ Futtertiere einzeln eintragen, sind sie gemäß der „Optimal-Foraging-Theorie“ darauf angewiesen, beim Beutefang für die Nestlingsnahrung möglichst energiereiche, große Nahrungstiere zu fangen. Altvögel selbst erbeuten während des Fluges auch kleinere Insekten und weichen vor allem bei Schwarmaufkommen teilweise auf Dipteren aus. Helbig (1982) fand ebenfalls nur vereinzelt Dipteren in den Speiballen, während er in den Jagdgebieten der Bienenfresser durch Keschern überwiegend Dipteren

findet. Er interpretierte die Diskrepanz zwischen Nahrungsangebot und Nestlingsnahrung mit der Flugweise der Insekten und mit der bevorzugten Jagd auf große Fluginsekten. Dass Bienenfresser große Beutetiere bevorzugen, ist bekannt (z. B. Glutz von Blotzheim & Bauer 1980; Fry 1984; Larsen 1992; Arbeiter et al. 2014). Dass sie aber größere Schwierigkeiten haben, „schnell fliegende und wendige Dipteren zu fangen“ (Helbig 1982), können wir auf Basis eigener Feldbeobachtungen nicht bestätigen. Krištín (1994) vermutet, dass Lepidopteren und Dipteren aufgrund der geringeren Sklerotisierung eine größere Rolle in der Nahrung der Jungtiere spielen könnten, als es auf Basis von Speiballenuntersuchungen erscheint. Um die geringe Bedeutung von Dipteren als Nestlingsnahrung absichern zu können, müssten Speiballenanalysen mit einer durchgehenden Foto-Dokumentation von Fütterungen an denselben Brutröhren kombiniert werden.

Bei zufälligen Feldbeobachtungen wird der Libellenanteil in der Nestlingsnahrung meist als sehr hoch vermutet. Jedoch konnte nur in wenigen Untersuchungen nachgewiesen werden, dass tatsächlich häufig Libellen verfüttert werden (Krebs & Avery 1984; Fuisz et al. 2013; Arbeiter et al. 2014). In der Camargue machten Libellen den Hauptanteil der Nestlingsnahrung aus (46 %), nach Trockenmasse lag der Anteil dort sogar bei 85 % (Krebs & Avery 1984). Es wurde vermutet, dass unterschiedliche Odonata-Anteile in der Nestlingsnahrung durch unterschiedliche Jagdhabitats zu erklären sind (Helbig 1982). Ähnlich wie bei Libellen, wird häufig beobachtet, dass Schmetterlinge als Nestlingsnahrung in die Brutröhren eingetragen werden. Lepidopteren können nur durch winzige Flügelfragmente in den Speiballen nachgewiesen werden und ihr Anteil wird bei dieser Untersuchungsmethode daher unterschätzt.

Je nach Untersuchungsmethode unterscheiden sich die Beutetieranteile in Nahrungsuntersuchungen beim Europäischen Bienenfresser deutlich. So wurden in Speiballen immer zwischen 72 % und 85 % Hymenopteren gefunden, ähnlich wie bei einer Untersuchung von Mageninhalten adulter Bienenfresser in Südafrika (Kopij et al. 2000). Bei direkter Beobachtung von in Bruthöhlen eingetragenen Beutetieren oder bei der Dokumentation durch Fotofallen waren die Anteile meist jedoch geringer (45,5 % bis 80 %; Fuisz et al. 2013; Klaus et al. 2013; Arbeiter et al. 2014; Abb. 2). Dies deutet darauf hin, dass bei der Magen-Darm-Passage Reste einiger Organismengruppen ausgeschieden und weder bei Magenuntersuchungen, noch in Speiballen nachgewiesen werden können. Trotz des höheren Anteils anderer Insektengruppe blieben Hymenopteren auch bei Direktbeobachtungen die häufigste Nestlingsnahrung. Zudem ist der Hymenopteren-Anteil in der Nestlingsnahrung wahrscheinlich höher als in der Adultnahrung. Denn obwohl die Nestlingsnahrung öfters durch direkte Beobachtungen untersucht wurde (tendenziell geringere Hymenopterenanteile) und die Untersuchungen der

Adultnahrung ausschließlich auf Speiballen- und Magenuntersuchungen (tendenziell höhere Hymenopterenanteile) fußt, liegt der Hymenopteren-Anteil bei Nestlingen im gewichteten Mittel mit 85,4 % über dem entsprechenden Wert für Adulttiere mit 77,1 % (Tab. 2). Im Vergleich zu Nestlingen fressen Altvögel häufiger Käfer und Libellen, andere Insektengruppen finden sich in ähnlichen Anteilen in der Adult- und Nestlingsnahrung.

Die Wahl von Hymenopteren als Nestlingsnahrung ist offenbar keine opportunistische Anpassung der Jagdstrategie an die lokale Insektenfauna, sondern eine arttypische Nahrungsselektion, die sich auch nach der Arealausbreitung der Art nach Norden nicht grundsätzlich änderte. König (1950) fand in Attrappenversuchen heraus, dass Bienenfresser große vor kleinen sowie gelb-schwarz vor anders gefärbten Beutetieren bevorzugen. Damit stellt sich jedoch grundsätzlich die Frage nach dem evolutiven Vorteil für Bienenfresser, sich auf solche wehrhaften Nahrungsinsekten zu spezialisieren. Möglicherweise lagern Bienenfresser bei Aufnahme von Hymenopteren das Bienengift Apitoxin ein. Da Apitoxin antiphlogistisch, antibakteriell und antimykotisch wirkt, könnte es sein, dass durch Aufnahme und Anlagerung des Bienengiftes Bienenfresser vor parasitären Einflüssen z. B. in der Brutröhre geschützt werden. Die Beobachtung, dass ein Vogeljäger, der an einer Bienengiftallergie litt, nach dem Verzehr eines Bienenfressers einen anaphylaktischen Schock erlitt (Gulbahar et al. 2003), lässt diese Hypothese möglich erscheinen. Dies soll in Zukunft weiter untersucht werden.

Methodenbedingt wurde in dieser Untersuchung nur ein Teil der verfütterten Nahrung erfasst. Damit ist nicht auszuschließen, dass die ausgewerteten Speiballen die realen Verhältnisse nicht völlig korrekt widerspiegeln. Zudem wurde das Nahrungsangebot nur auf ein bis zwei Transekten einer Untersuchungsfläche erfasst. Zwar jagen Bienenfresser während der Brutzeit weit überwiegend in Koloniennähe (Fry 1984; Inglis et al. 1993; eig. Beob.), jedoch weichen sie z. B. bei kühl-regnerischem Wetter auch auf andere Jagdgebiete aus (Bastian et al. 2011). Damit ist es möglich, dass das Nahrungsangebot hier unvollständig dargestellt ist oder eine etwas andere relative Zusammensetzung haben kann.

Dank

Diese Veröffentlichung basiert auf einer Masterarbeit von Anja Ullmann, die an der Universität Bayreuth durchgeführt wurde. Prof. Dr. Heike Feldhaar betreute die Masterarbeit wissenschaftlich. Dr. Ommo Hüppop sowie Dr. Ulrich Köppen gaben wertvolle Kommentare zum Manuskript sowie Hinweise und Unterstützung bei der statistischen Aufbereitung der Daten. Jörn Weiß half bei der Feldarbeit und stellte uns Informationen zur GER-Kolonie zur Verfügung und Thorben Technow half bei der Bergung des Speiballenmaterials im Feld. Allen sei ganz herzlich für die vielfältige Unterstützung gedankt.

Zusammenfassung

Bienenfresser *Merops apiaster* breiten sich seit etwa 25 Jahren nördlich der Alpen immer weiter aus und bilden in mehreren Regionen Deutschlands inzwischen stabile Bestände. Wesentliche Kriterien für dauerhafte Brutvorkommen sind geeignete Bruthabitate und ein ausreichendes Nahrungsangebot. Die Art ist als ausgeprägter, insektivorer Flugjäger auf große Insekten angewiesen. In seinen ursprünglichen mediterranen Verbreitungsgebieten sind dies überwiegend Hymenopteren. Eine zeitgleich durchgeführte Untersuchung in Ostdeutschland konnte diese Nahrungspräferenz bestätigen. Ob sich dies auch am Westrand des europäischen Verbreitungsareals bestätigen lässt oder ob Bienenfresser hier andere Fluginsekten präferieren, wurde in drei rheinland-pfälzischen Kolonien untersucht. Dazu verglichen wir die gefressene Nahrung mit dem lokalen Nahrungsangebot.

Die tatsächlich verfütterte Nahrung unterschied sich signifikant vom Nahrungsangebot. Bienenfresser bevorzugten in allen drei Kolonien mit über 90 % der verfütterten Beutetiere Hymenopteren als Nestlingsnahrung, obwohl sie im Nahrungsangebot bei einer Kolonie 70 %, in den beiden anderen Kolonien nur 10 % bis 20 % ausmachten. Diese Präferenz für Hymenopteren entspricht Ergebnissen aus Studien aus Sachsen-Anhalt, Thüringen sowie einer älteren Untersuchung an einem Brutpaar in Nordrhein-Westfalen. Der Vergleich unserer Ergebnisse mit Daten aus mehreren Studien in Europa und Südafrika zeigt eine generelle Präferenz für Hymenopteren und eine geringe Nutzung von Dipteren als Nestlingsnahrung. Der Vergleich verschiedener Studien zeigte zudem, dass Ergebnisse je nach Untersuchungsmethodik differieren. So war der Hymenopteren-Anteil aus Untersuchungen von Speiballen und Mageninhalten meist deutlich höher als er durch direkte Beobachtung oder Fotodokumentation eingetragener Beutetiere ermittelt wurde. Es wird die Hypothese diskutiert, dass die hohe Präferenz für wehrhafte Insekten als Nestlingsnahrung im Zusammenhang stehen kann mit der antiphlogistischen, antibakteriellen und antimykotischen Wirkung des Bienengiftes Apitoxin.

Literatur

- Arbeiter S, Schnepel H, Uhlenhaut K, Bloege Y, Schulze M & Hahn S 2014: Seasonal shift in the diet composition of European Bee-eater *Merops apiaster* at the northern edge of distribution. *Ardeola* 61: 161-170.
- Arbeiter S, Schulze M, Tamm P & Hahn S 2016: Strong cascading effect of weather conditions on prey availability and annual breeding performance in European Bee-eaters *Merops apiaster*. *J. Ornithol.* 157: 155-163.
- Bairlein F 1990: Nutrition and food selection in migratory birds. In: Gwinner E (Ed.) *Bird migration: physiology and ecophysiology*, 198–213. Springer, Berlin Heidelberg New York.
- Bairlein F 2002: How to get fat: Nutritional mechanisms of seasonal fat accumulation in migratory songbirds. *Sci. Nat.* 89: 1-10.
- Bastian A & Bastian H-V 2016a: Bienenfresser nach wie vor im Aufwind. *Falke* 63(6): 28-33.
- Bastian A, Bastian H-V, Fiedler W, Rupp J, Todte I & Weiss J 2013: Der Bienenfresser (*Merops apiaster*) in Deutschland – eine Erfolgsgeschichte. *Fauna Flora Rheinl.-Pfalz* 12: 861-894.

- Bastian A, Bastian H-V & Weiss J 2011: Etablierung des Bienenfressers *Merops apiaster* als Brutvogel in Rheinland-Pfalz. *Vogelwelt* 132: 113-124.
- Bastian H-V & Bastian A 2014: Maiwitterung bestimmt Erstankunft des Bienenfressers (*Merops apiaster*) in einer rheinland-pfälzischen Brutkolonie. *Vogelwarte* 52: 169-174.
- Bastian H-V & Bastian A 2016b: Bienenfresser *Merops apiaster* Linnaeus, 1758. In: Dietzen C, Folz H-G, Keller P, Kunz A, Niehuis A, Schäf M, Schmolz M & Wagner M (Hrsg): Die Vogelwelt von Rheinland-Pfalz. Bd. 3 Greifvögel bis Spechtvögel (Accipitriformes – Piciformes). Fauna Flora Rheinh.-Pfalz, Beih. 48: 752-768.
- Bautista LM, Tinberger J, Wiersma P & Kacelnik A 1998: Optimal foraging and beyond: How starlings cope with food availability. *Am. Nat.* 152: 543-561.
- Brust V, Bastian H-V, Bastian A & Schmoll T 2015: Determinants of between-year burrow re-occupation in a colony of the European Bee-eater *Merops apiaster*. *Ecol. Evol.* 5: 3223-3230.
- Boye P & Klingenstein F 2006: Biodiversity and climate change: What do we know, what can we do? A German perspective. In: United Nations Environment Programme & Convention on Migratory Species: Migratory species and climate change: Impacts of a changing Environment on Wild Animals: 12-16. UNEP/CMS Secretariat, Bonn.
- Crick HQP 2004: The impact of climate change on birds. *Ibis* 146: 48-56.
- Davies NB 1977: Prey selection and the search strategy of the Spotted Flycatcher (*Muscicapa striata*): A field study on optimal foraging. *Anim. Behav.* 25: 1016-1033.
- Essel S, Bastian A, Bastian H-V, Weiss J & Tietze DT 2016: Ausbreitung des Bienenfressers (*Merops apiaster*) in Rheinland-Pfalz von 1992 bis 2015. *Fauna Flora Rheinh.-Pfalz* 13: 331-350.
- Fintha I 1968: Beobachtungen über den Bienenfresser (*Merops apiaster*), seine Brutverhältnisse, seine Nahrung an der Szamos. *Aquila* 75: 93-109.
- Fry CH 1984: The Bee-eaters. Poyser, London.
- Fuisz TI, Vas Z, Turi K & Körösi A 2013: Photographic survey of the prey-choice of European Bee-eaters (*Merops apiaster* Linnaeus, 1758) in Hungary at three colonies. *Ornis Hungarica* 21: 38-46.
- Glutz von Blotzheim UN & Bauer KM 1980: Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd. 9, Columbiformes - Piciformes. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.
- Gulbahar O, Mete N, Ardeniz O, Onbasi K, Kokuludag A, Sin A & Sebik F 2003: Laryngeal edema due to European Bee-eater (*Merops apister*) in a patient allergic to honeybee. *Allergy* 58: 453.
- Gyovai F 1993: Age structure, breeding and foraging biology of Bee-eaters (*Merops apiaster*) in Hungary (ungarisch mit englischer Zusammenfassung). *Ornis Hungarica* 3: 23-32.
- Helbig A 1982: Zur Nahrungsökologie eines norddeutschen Bienenfresser (*Merops apiaster*)-Paares mit Überlegungen zum Auftreten im nördlichen Mitteleuropa. *Vogelwelt* 103: 161-175.
- Herrera CM & Ramirez A 1974: Food of Bee-eaters in southern Spain. *Brit. Birds* 67: 158-164.
- Inglisa M, Galeotti P & Taglianti AV 1993: The diet of a coastal population of European Bee-eaters (*Merops apiaster*) compared to prey availability (Tuscany, central Italy). *Boll. Zool.* 60: 307-310.
- Jacobs J 1974: Quantitative Measurement of Food Selection. *Oecologia* 14: 413-417.
- Kinzelbach R, Nicolai B & Schlenker R 1997: Der Bienenfresser *Merops apiaster* als Klimazeiger: Zum Einflug in Bayern, der Schweiz und Baden im Jahr 1644. *J. Ornithol.* 138: 297-308.
- Klaus S, Christner A & Dechant G 2013: Bruten des Bienenfressers *Merops apiaster* im Thüringer Saale-Holzland-Kreis 2007-2012. *Anz. Ver. Thür. Ornithol.* 7: 335-342.
- Koenig L 1950: Untersuchungen über Nahrungserwerb und Beuteschema des Bienenfressers. *Zool. Inform. Biol. Stat. Wilhelminenberg* 2. Wien.
- Kopij G, De Swardt DH & Nuttall RN 2000: Diet of seven coraciiform species (Coraciiformes) in South Africa. *Acta Ornithol.* 35: 207-209.
- Krebs JR & Avery MI 1984: Chick growth and prey quality in the European Bee-eater (*Merops apiaster*). *Oecologia* 64: 363-368.
- Krištín A 1994: Breeding biology and diet of the Bee-eater (*Merops apiaster*) in Slovakia. *Biol., Bratislava* 49: 273-279.
- Krištín A & Kaňuch P 2005: Is Bee-eater (*Merops apiaster*) spreading northwards? To occurrence and diet in the Podpolanie and Zvolen area (central Slovakia) (slowakisch mit englischer Zusammenfassung). *Tichodroma* 1: 89-94.
- Larsen TB 1992: Temporary prey-specialization on migrant butterflyflies by Bluecheeked Bee-eaters. *Entomol. Rec. J. Var.* 104: 253-255.
- Pittocopitis R 2007: Dreijährige Studien an einer in Rheinland-Pfalz 2004 neu entstandenen Brutpopulation von *Merops apiaster*. *Ornithol. Mitt.* 59: 260-276.
- Pittocopitis R 2008: Ergänzende Beobachtungen zu „*Merops apiaster*“ unter besonderer Berücksichtigung der Ursachen für einen sehr schlechten Bruterfolg in 2007. *Ornithol. Mitt.* 60: 112-119.
- Pittocopitis R 2010: Weitere brutbiologische Daten von „*Merops apiaster*“ für 2008 und 2009, sowie die Beschreibung der Maßnahmen zur Abwehr von Prädatoren und deren Wirksamkeit. *Ornithol. Mitt.* 62: 381-387.
- R Core Team 2014: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. www.R-project.org/ (letzter Zugriff 18.04.2017).
- Salewski V & Rödel MO 2000: Fish-eating by Red-throated Bee-eaters, *Merops bullocki*. *Ostrich* 71: 425-437.
- Spitzer G 1972: Jahreszeitliche Aspekte der Biologie der Bartmeise (*Panurus biarmicus*). *J. Ornithol.* 113: 241-275.
- Swennen C, De Bruijn LLM, Duiven P, Leopold MF & Marteiijn ECL 1983: Differences in bill form of the Oystercatcher *Haematopus ostralegus*; a dynamic adaptation to specific foraging techniques. *Neth. J. Sea Res.* 17: 57-83.
- Todte I, Luge J & Harz M 1999: Bestandsentwicklung, Brutbiologie und Ortstreue des Bienenfressers in Sachsen-Anhalt. *Vogelwelt* 120: 221-229.
- Ursprung J 1979: Zur Ernährungsbiologie ostösterreichischer Bienenfresser (*Merops apiaster*). *Egretta* 22: 4-17.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Vogelwarte - Zeitschrift für Vogelkunde](#)

Jahr/Year: 2017

Band/Volume: [55_2017](#)

Autor(en)/Author(s): Ullmann Anja, Bastian Anita, Bastian Hans-Valentin

Artikel/Article: [Nahrungsangebot und Nestlingsnahrung des Bienenfressers Merops apiaster in drei Kolonien in Rheinland-Pfalz 177-185](#)