

Nestlingsnahrung der Rauchschwalbe (*Hirundo rustica*) in Mittelwestfalen*

Von Karl-Heinz Loske

Abstract: LOSKE, K.-H. (1992): Nestling food of the Swallow (*Hirundo rustica*) in Central Westphalia. – Vogelwarte 36: 173–187.

The nestling food of the Swallow (*Hirundo rustica*) was studied in Central Westphalia in 1987 and 1988 by means of neck rings. Food samples contained 15 different orders of arthropods. Most commonly within the samples was the order Diptera with 41 different families and a frequency (% of all prey items) of 66.2%. Diptera occurred in 91.4% of all samples. According to the frequencies the main prey taxa taken were Bibionidae, Syrphidae, Muscidae, Rhagionidae und Empididae. There was a clear seasonal variation in the frequency of the taxa taken. In June Muscidae, Ephemeroptera and Empididae dominated, in July Homoptera, Rhynchota, Syrphidae and Rhagionidae were the main prey taxa. In August Bibionidae and Syrphidae predominated.

The percentages of the taxa taken differed significantly between 1987 and 1988. The number of prey items per sample varied between 1 and 102 ($\bar{x} = 9.3$). The body size of the arthropods in the food samples ranged from 0.6 to 16.5 mm ($\bar{x} = 5.7$). The weight of the food boluses ranged from 0.8–149.9 mg ($\bar{x} = 26.1$).

Large, mobile prey items were heavily selected for. Prey size taken decreased during summer. Tabanidae, Bibionidae, Tipulidae, Rhagionidae, Stratiomyidae, Ephemeroptera and Syrphidae were preferred strongly. There was a reduction on average bolus dry weight from June to August by 31%. Prey selection was dependant on weather conditions. The largest boluses were collected in rainy weather, the smallest during sunny periods. However, boluses were large at medium temperatures and wind speeds. Homoptera, Ephemeroptera and Muscidae were typical bad weather prey.

Adult foraging behaviour changed during the breeding season, indicated by a seasonal preference for certain feeding patches. The distance travelled to a feeding site was shorter late in the season. Bad weather feeding patches in August on average were more than three times nearer than in June. The size of a bolus is mainly influenced by the type of prey, the quality of feeding patches and the extent of total flight costs.

Key words: Swallow (*Hirundo rustica*), nestling food, prey size, feeding patches.

Address: In den Kühlen 44, D (West)-4787 Geseke, FRG.

1. Einleitung

Für die Rauchschwalbe (*Hirundo rustica*) liegen bereits eine Reihe von Untersuchungen zur Nahrungsbiologie vor (z. B. THOMAS 1933–1939, SCHULZE-HAGEN 1970, WAUGH 1978, KOZENA 1979, 1980, 1983, TURNER 1980). Gerade die Durchführung nahrungsökologischer Studien an Kleinvögeln ist aber von Interesse, da zahlreiche (vor allem insektenfressende) Arten in den letzten Jahren im Bestand abgenommen haben (z. B. BERTHOLD et al. 1986). Auch die Rauchschwalbe gehört – zumindest regional – dazu (LOSKE & LEDERER 1987). Ziel dieser Arbeit ist es, die Zusammensetzung der Nestlingsnahrung der Rauchschwalbe in Mittelwestfalen zu beschreiben. Ferner sollen die bevorzugten Beutetiergrößen sowie die jahreszeitliche und witterungsbedingte Variation der Nahrung beschrieben werden.

* Gefördert mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (Rh 11/4–2)

2. Untersuchungsgebiet und Methode

Das Untersuchungsgebiet (UG) liegt im Raum Lippstadt – Geseke (51.40 N, 8.25 E; 70–105 m ü. NN) in Mittelwestfalen (Details s. LOSKE 1989). Es befindet sich im Südosten der Westfälischen Tieflandsbucht innerhalb der Hellwegbörden (vgl. MAASJOST 1969), die durch spätpleistozäne Lößauflagen gekennzeichnet sind. Nur ein kleiner Teil der Proben stammt aus der Lippe-Niederung, die bereits zum Ostmünsterland zählt.

Das 28,3 km² große UG wird zu ca. 73 % landwirtschaftlich (überwiegend ackerbaulich) genutzt. 8 % sind bewaldet, 17 % bebaut (incl. Gärten, Parks, Friedhöfe etc.). Mit Ausnahme von Bachläufen existieren praktisch keine Wasserflächen im Gebiet. Das UG ist mit Niederschlägen unter 700 mm ein Leegebiet, das durch das westliche Sauerland und die vorherrschenden Westwinde hervorgerufen wird. In Lippstadt (79 m ü. NN), das bereits am Rande des Regenschattengebietes liegt, fallen im Mittel 746 mm Niederschlag (PETERMEIER 1968).

In den Jahren 1987 und 1988 wurden mit Hilfe der Halsringmethode bei Jungvögeln Nahrungsproben gesammelt. Dabei wurden 8–17 Tage alten Jungvögeln vorsichtig Plastikringe so um den Hals gelegt, daß die Nahrungsballen die Speiseröhre nicht passieren konnten (vgl. SCHULZE-HAGEN 1970). Unter Nahrungsballen wird hier jeweils die gesamte Arthropodenmenge nach einer Fütterung verstanden, wobei ich davon ausgehe, daß jeder Futterballen einen Jagdausflug der Altvögel repräsentiert. Die Ballen wurden jeweils kurz nach der Fütterung mit einer Pinzette herausgeholt und in Brennspiritus bzw. Alkohol konserviert – in das Nest ausgewürgte Arthropoden eingeschlossen. Insgesamt erhielt ich 359 Proben für 1987 und 247 Proben für 1988.

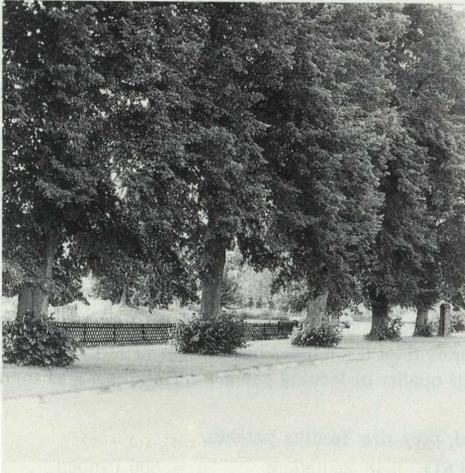


Foto: T. GRÖNE

Abb. 1: Typisches Nahrungsgebiet (Lindenreihe in Störmede) der Rauchschalbe bei Schlechtwetter. Bei einer Kombination aus niedrigen Temperaturen, Regen und Wind jagten hier bis zu 20 Rauchschalben in 0,5–3 m Höhe.

Fig. 1: Typical swallow feeding area in bad weather (line of lime-trees). Low temperatures, wind and rain caused aggregations of up to 20 birds feeding in 0.5–3 m height.

Um das Insektenangebot einzelner Nahrungsreviere zu bestimmen, habe ich bei schlechter Witterung Stellen aufgesucht, wo mindestens drei Rauchschalben gleichzeitig jagten (Abb. 1). Dort wurde mit Hilfe eines feinmaschigen (1 mm) Keschers (30 x 20 cm) in 0–2 m Höhe über die Bodenvegetation geschlagen. Mit dem Kescher wurde jeweils 2–3 m weit (vor und zurück) geschlagen. Auf diese Weise erhielt ich 71 Kescherproben. Anders als bei der in großen Höhen jagenden und das „Luftplankton“ nutzenden Mehlschalbe (*Delichon urbica*, BRYANT 1975) macht das Erfassen der Arthropodenfauna mit Saugfallen für die Rauchschalbe keinen Sinn. Sie sucht in Bodennähe aktiv lokale Insektenkonzentrationen, die mit Saugfallen nicht erfaßt werden.

Die Bestimmung der gesammelten Arthropoden (Ordnung bzw. bei Dipteren Familie) erfolgte durch Herrn Dr. K.-H. DORN (Mönchengladbach). Die gesammelten Ballen und Kescherproben wurden wie folgt klassifiziert: Anzahl der Individuen und Taxa pro Futterballen bzw. Probe, Längenangaben zu den jeweiligen Taxa, Trockenmasse des Futterballens (mg). Die Längenmessungen (in mm) erfolgten mit einer Lupe und einem Lineal.

Zur Massenbestimmung wurde von jedem Taxon eine Anzahl von Tieren jeweils 20 min. bei 150°C im Trockenschrank (Heraeus ST 5042) getrocknet und mittels einer Analysenwaage auf $1/10$ 000tel g genau gewogen (Sartorius 2006 MP). Von den häufigeren Arten wurden jeweils mindestens 15 Expl. gewogen. Aufgrund dieser Einzelwägungen wurde dann ein Mittelwert für jedes Taxon gebildet, der für die Bestimmung der Masse eines Futterballens zugrundegelegt wurde. Da die Massen der einzelnen Taxa kaum oder nur sehr geringfügig streuen, ist diese Vorgehensweise zulässig. Lediglich bei den Käfern, Hautflüglern, Schmetterlingen und Schwebfliegen existierten erhebliche Größenunterschiede, die Einzelwägungen notwendig machten. Bei seltenen Beutetieren konnten z. T. nur sehr wenige oder gar nur einzelne Wägungen zugrundegelegt werden.

Um den Zusammenhang zwischen Nahrung und Witterung zu prüfen, habe ich mir für die Tage mit Nahrungsproben Wetterdaten von der Wetterstation Lippstadt-Bökenförde besorgt. Folgende Tageswerte standen zur Verfügung: Temperatur um 7.30 Uhr, 14.30 Uhr und 21.30 Uhr; Niederschlag (mm) und Windstärke (m/sec.) für das jeweilige Tagesdrittel; Sonnenscheindauer in Stunden.

Beim Vergleich relativer Häufigkeiten von Stichproben wurden der Vierfelder- χ^2 -Test, der Median-Test oder der $K \times 2$ -Felder χ^2 -Test angewendet. Formeln und Tabellen wurden aus SACHS (1984) entnommen. Es wurde grundsätzlich eine zweiseitige Fragestellung zugrundegelegt. Beziehungen zwischen zwei Variablen wurden mit dem SPEARMAN'schen Rang-Korrelationskoeffizienten (r_s) untersucht. Die verschiedenen Niveaus der statistischen Signifikanz werden wie folgt ausgedrückt: * (5 %-Niveau), ** (1 %-Niveau), *** (0,1 %-Niveau), n. s. = nicht signifikant.

Vor allem zu danken habe ich Herrn Dr. K.-H. DORN (Mönchengladbach), der die aufwendige Bestimmung der Arthropoden vornahm und das Manuskript durchsah. A. KÄMPFER (Lippstadt), W. LEDERER (Geske) und B. POHL (Erwitte) halfen bei der Sammlung und Wägung der Nahrungsproben. Dem Wetteramt Essen danke ich für die Überlassung der Wetterdaten.

3. Ergebnisse

3.1. Zusammensetzung der Nahrung

Die Halsringproben enthielten 15 Arthropodenordnungen (Tab. 1). Am häufigsten war die Ordnung Diptera (Fliegen und Mücken) mit einer relativen Häufigkeit aller Nahrungsobjekte (Frequenz) von 66,2%. Sie trat in 91,4% der Proben auf und war bei 46,2% der Proben sogar die einzige Ordnung. Häufiger gefressen wurden ferner noch Ephemeroptera (Eintagsfliegen), Homoptera (Gleichflügler, vorwiegend Blattläuse, selten Zikaden), Rhynchota (Schnabelkerfe) und Coleoptera (Käfer). Alle übrigen Ordnungen erreichten nur Häufigkeiten von unter 2%.

Tab. 1: Frequenz und Konstanz von Beutetieren in der Nestlingsnahrung der Rauchschnalbe.
Table 1: Frequency and constancy of prey items in the nestling food of the Swallow.

		Frequenz (%) n = 5648 Beutetiere	Konstanz (%) n = 606 Proben
Arachnida	Spinnentiere	1,1	6,7
Coleoptera	Käfer	4,6	21,0
Diptera	Zweiflügler	66,2	91,4
Ephemeroptera	Eintagsfliegen	9,3	7,8
Heteroptera	Wanzen	0,02	0,2
Homoptera	Gleichflügler	8,5	18,6
Hymenoptera	Hautflügler	2,0	13,4
Lepidoptera	Schmetterlinge	0,6	5,1
Mecoptera	Schnabelfliegen	0,02	0,2
Planipennia	Netzflügler	0,3	2,5
Psocoptera	Rindenläuse	0,6	3,5
Rhynchota	Schnabelkerfen	6,6	12,0
Thysanoptera	Fransenflügler	0,02	0,2
Trichoptera	Köcherfliegen	0,09	0,2

Neben der Frequenz ist auch die Konstanz (Zahl der Proben, die mindestens ein Individuum des jeweiligen Taxons enthielten) von hoher Aussagekraft. Mit Ausnahme der sehr ungleichmäßig auftretenden Eintagsfliegen waren die Konstanzwerte aller Ordnungen höher als deren Frequenzen (Tab. 1).

Die Ordnung Diptera enthält insgesamt 41 Familien (Tab. 2). Nach den Frequenzen am häufigsten gefressen wurden Bibionidae (Haarmücken), Syrphidae (Schwebfliegen), Muscidae (Echte Fliegen), Rhagionidae (Schnepfenfliegen) und Empididae (Tanzfliegen). Recht konstant, wenn auch in geringer Zahl, traten noch die Calliphoridae (Schmeißfliegen, 16,2%) und Cordyluridae (Kot- bzw. Dungfliegen, 13,9%) auf.

Tab. 2: Frequenz (%) verschiedener Taxa in der Nestlingsnahrung der Rauchschnalbe in verschiedenen Monaten. n = Anzahl der Beutetiere (oben) bzw. Proben (unten).

Table 2: Frequency (%) of occurrence of various taxa in the nestling food of the Swallow in different months. n = number of prey items (top) and sample size (bottom) respectively.

Taxa	Gesamt n = 5648	Juni n = 2161	Juli n = 1394	August n = 1999	September n = 94
Non-Diptera					
Arachnida	1,1	0,8	0,6	2,0	0
Coleoptera	4,6	4,3	5,8	4,2	2,0
Ephemeropt.	9,3	15,2	13,2	0	15,0
Heteroptera	0,02	0,05	0	0	0
Homoptera	8,5	4,4	13,7	9,7	2,0
Hymenoptera	2,0	2,8	1,3	1,8	2,0
Lepidoptera	0,6	0,9	0,6	0,2	1,0
Mecoptera	0,02	0	0,1	0	0
Planipennia	0,3	0,2	0,1	0,4	3,0
Psocoptera	0,6	0,4	1,2	0,2	1,0
Rhynchota	6,6	6,9	10,3	3,9	0
Thysanopt.	0,02	0	0	0,05	0
Trichopt.	0,1	0,2	0	0	0
Diptera					
Acalypterae	1,5	2,4	0,4	1,0	7,0
Agromycidae	0,2	0,1	0,4	0,1	0
Anisopodidae	1,5	2,3	1,0	1,2	0
Anthomyiidae	1,2	1,5	1,0	0,8	3,0
Bibionidae	13,4	0,2	0,4	37,0	5,0
Calliphoridae	1,9	1,6	2,4	1,7	10,0
Cecidomyiidae	1,5	2,6	0,4	0,9	1,0
Ceratopogonid.	0,4	0,6	0	0,4	1,0
Chamaemyiidae	0,02	0	0	0,05	0
Chironomidae	2,4	5,0	1,0	0,6	2,0
Chloropidae	0,7	0,4	1,0	0,8	0
Cordyluridae	2,3	3,8	1,0	1,5	1,0
Culicidae	0,1	0	0,4	0,05	0
Drosophilidae	0,7	0,3	0,2	1,2	4,0
Dolichopodid.	1,2	1,4	1,1	1,1	1,0

Fortsetzung/continuation Tab. 2:

Taxa	Gesamt n = 5648	Juni n = 2161	Juli n = 1394	August n = 1999	September n = 94
Diptera					
Empididae	4,1	8,0	2,8	1,0	3,0
Ephydriidae	0,2	0,1	0,4	0,2	2,0
Lauxaniidae	0,1	0,2	0	0,05	3,0
Limoniidae	0,7	1,4	0,2	0,2	0
Lonchopterid.	0,2	0,2	0,2	0,3	1,0
Muscidae	7,4	11,9	4,9	4,1	8,0
Mycetophil.	0,1	0,2	0	0,05	0
Opomyzidae	0,05	0,05	0	0,1	0
Phoridae	0,4	0,3	0,1	0,6	0
Pipunculidae	0,05	0,05	1,0	0	0
Platypezidae	0,05	0,1	0,1	0	0
Psychodidae	0,1	0,3	0,1	0	0
Rhagionidae	6,3	6,8	8,5	4,6	0
Scenopinidae	0,1	0,4	0	0	0
Sciaridae	1,4	2,0	0,2	1,6	0
Sciomycidae	0,02	0	0	0,1	0
Sepsidae	1,0	0,8	0,7	1,1	4,0
Simuliidae	0,7	1,6	0,2	0,1	0
Sphaeroceridae	1,7	2,8	0,9	1,2	1,0
Stratiomyidae	1,0	0,4	3,1	0,1	0
Syrphidae	8,9	2,4	13,5	12,5	13,0
Tabanidae	1,7	0,2	5,2	1,0	0
Tachinidae	0,1	0,2	0	0	0
Therevidae	0,05	0,05	0,1	0	0
Tipulidae	0,7	1,0	0,9	0,2	1,0
Trypetidae	0,02	0	0	0,05	0
Proben	n = 606	n = 205	n = 166	n = 214	n = 21

Der Anteil der Beutetiere ist z.T. starken saisonalen Schwankungen unterworfen (Tab. 2). So sank der Anteil der Dipteren (Fliegen und Mücken) von 63,9% im Juni auf 53% im Juli. Im August und September stieg ihr Anteil auf 77,6% bzw. 73,4%. Im Juni dominierten Echte Fliegen, Eintags- und Tanzfliegen, während im Juli Blattläuse, Schnabelkerfe, Schweb-, Eintags- und Schnepfenfliegen die höchsten Anteile erreichten. Auch im August und September waren Schwebfliegen sehr zahlreich, sie wurden aber um diese Zeit mit Abstand von den Haarmücken übertroffen.

Gibt es bei den gefressenen Beutetieren Unterschiede, die auf jährliche Variationen bei der Entwicklung der Arthropodenfauna hindeuten könnten? Die Frage ist eindeutig zu bejahen: Die Unterschiede der am häufigsten gefressenen Taxa zwischen den Jahren 1987 und 1988 sind hochsignifikant ($K \times 2$ -Felder X^2 -Test, $X^2 = 78,0^{***}$). So fehlten die Dipteren in 1987 nur in 5%, 1988 dagegen in 13,8% der Proben. Während Blattläuse 1987 in fast einem Drittel aller Proben vorkamen, fehlten sie 1988 völlig. Ähnliches gilt für die Schnabelkerfe: Sie fehlten 1987 fast völlig, waren 1988 aber in 29,1% der Proben zu finden. Deutliche Unterschiede existierten auch bei Haarmücken, Schweb- und Eintagsfliegen.

Die Zahl der Beutetiere pro Halsringprobe bzw. Fütterung schwankte stark (1–102 Tiere) und lag im Mittel bei 9,3 Tieren/Probe (Abb. 2). Große Beutetiere (vor allem Lepidoptera, Hymenoptera, Syrphidae) wurden in der Regel einzeln gebracht, kleinere Arthropoden (z. B. Blattläuse, Haarmücken) dagegen in größerer Zahl gesammelt. Sehr vereinzelt fanden sich auch Schneckenschalen, Steinchen und Pflanzenstücke in den Futterballen. Ob die Milben (Acari) tatsächlich gefressen wurden oder zufällig (z. B. als Parasiten der Beutetiere) in die Proben gelangten, ist unklar.

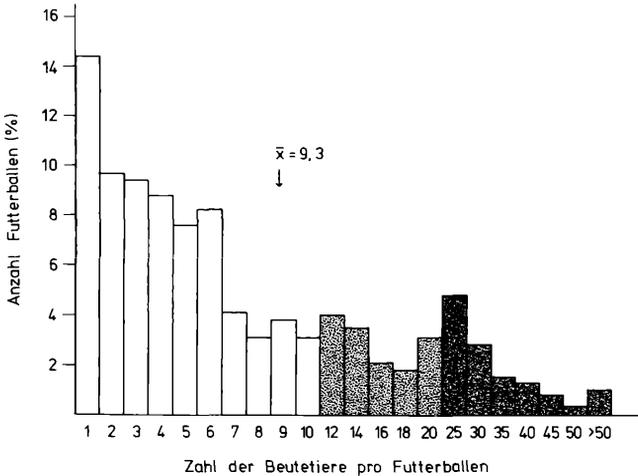


Abb. 2: Verteilung der Zahl der Beutetiere pro Futterballen bei Halsringproben. Die Änderung der Schraffur zeigt eine veränderte Klassenbreite an.

Fig. 2: Frequency distribution of prey items per feeding (neck ring method). Change in hatching indicates different widths of class.

3.2. Beutetiergrößen und Massen

Die Körperlänge der gefressenen Beutetiere variierte von 0,6–16,5 mm ($\bar{x} = 5,7 \pm 3,5$ mm, $n = 628$). Der größte Prozentsatz der Arthropoden (66,0%) war ≤ 6 mm lang, nur 4,4% waren länger als 14 mm. Die Trockenmasse der Beutetiere schwankte von 0,1–50 mg ($\bar{x} = 3,4$ mg, $n = 628$). Von den 5648 Beutetieren wogen 52,9% $\leq 1,5$ mg, nur 12,8% waren schwerer als 6 mg. Auch das Gewicht der Futterballen variierte enorm, und zwar von 0,8–149,9 mg ($\bar{x} = 26,1 \pm 21,7$ mg, $n = 606$).

Die Beutetiergrößen unterschieden sich auch in Abhängigkeit von der Jahreszeit. So wurden im Spätsommer (August) kleinere Tiere gefressen als im Frühsommer (Juni/Juli). Im Juni waren 47,8% der Beutetiere leichter als 1,5 mg, im Juli 41,7% und im August 65,8%. Der Unterschied zwischen Juni und August ist hochsignifikant (Vierfelder- χ^2 -Test: $\chi^2 = 47,7$, ***).

Werden bestimmte Taxa bevorzugt gejagt? Hierzu wurden die Beutetierfrequenzen in der Nahrung mit denen in den Kescherproben verglichen, sofern die Witterungsbedingungen vergleichbar waren. Beim Vergleich der Nahrungs- und Kescherproben ist zu beachten, daß die unter quasi standardisierten Bedingungen (s. Kap. 2) erfolgten Kescherfänge nicht unbedingt ein relatives Maß für die Häufigkeit der Arthropodentaxa darstellen müssen. So sind dort vermutlich schnell fliegende und schwärmende Individuen unterrepräsentiert. Auch stammen die Vergleichsproben nicht von den gleichen Flächen.

BRYANT (1973) hat zur Ermittlung bevorzugter Beutetiergruppen die Berechnung von Selektionsindices eingeführt:

$$\frac{\log_{10} (\text{Prozent Frequenz} + 1 \text{ in der Nahrung}) \times 100}{\log_{10} (\text{Prozent Frequenz} + 1 \text{ im Keschler})}$$

Diese Indices beschreiben den Grad der Bevorzugung für ein Taxon in Relation zur Verfügbarkeit der Beute. Indices größer als 100 zeigen eine Bevorzugung an, während Indices kleiner 100 auf eine Vermeidung eines Beutetyps hinweisen. Große Beutetiere wurden bevorzugt gefangen (Abb. 3), die Beziehung zwischen Selektionsindex und mittlerer Beutetiergröße für 28 Taxa ist hochsignifikant ($r_s = 0,58, ***$). Vor allem Bremsen, Haarmücken, Schnaken, Schnepfen-, Waffen-, Eintags- und Schwebfliegen wurden stark bevorzugt. Abweichungen von dieser Regel zeigten sich für große Hautflügler, Schmeiß- und Kotfliegen sowie Stelzmücken (Limoniidae).

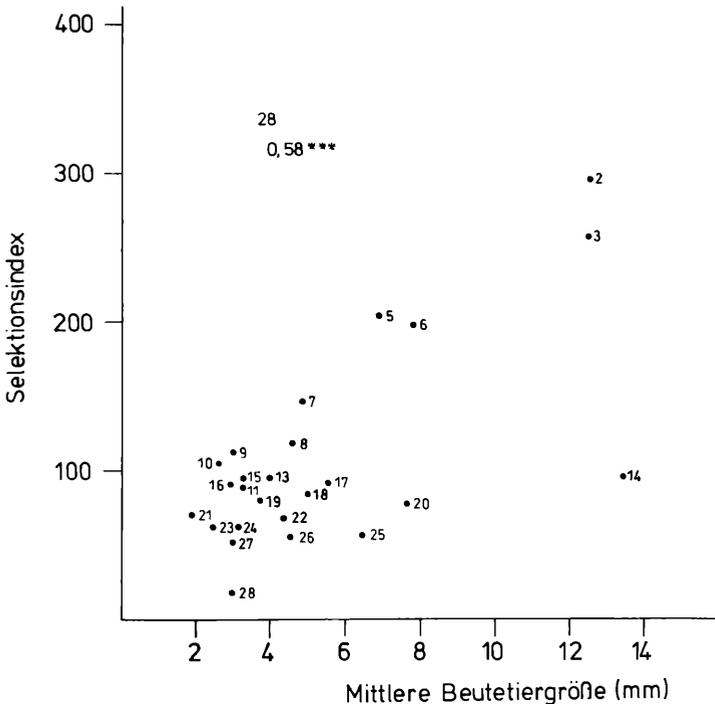


Abb. 3: Selektionsindex (nach BRYANT 1973) verschiedener Taxa in Abhängigkeit von der mittleren Beutetiergröße. Die Zahlen bedeuten: 1 = Tabanidae; 2 = Rhagionidae; 3 = Tipulidae; 4 = Bibionidae; 5 = Stratiomyidae; 6 = Ephemeroptera; 7 = Syrphidae; 8. = Coleoptera; 9 = Psocoptera; 10 = Rhynchota; 11 = Sphaeroceridae; 12 = Calliphoridae; 13 = Empididae; 14 = Hymenoptera; 15 = Homoptera; 16 = Arachnida; 17 = Anisopodidae; 18 = Muscidae; 19 = Acalypttratae; 20 = Cordyluridae; 21 = Chironomidae; 22 = Dolichopodidae; 23 = Agromycidae; 24 = Sepsidae; 25 = Limoniidae; 26 = Anthomyidae; 27 = Lonchopteridae; 28 = Lauxaniidae.

Fig. 3: Selection index (according to BRYANT 1973) of different taxa in relation to the mean prey size. Meaning of numbers see above.

Daß Rauchschalben bei ihren Nahrungsflügen vermutlich vor allem nach Größe selektieren, zeigt sich auch beim Vergleich der Körperlängen der gefressenen Beutetiere mit den Körperlängen der Kescherfänge (Abb. 4). Der Median der gefressenen Beutetiere liegt deutlich höher als der Median der Arthropoden, die sich im Kescher befanden (Median-Test: $\chi^2 = 45,04$ ***).

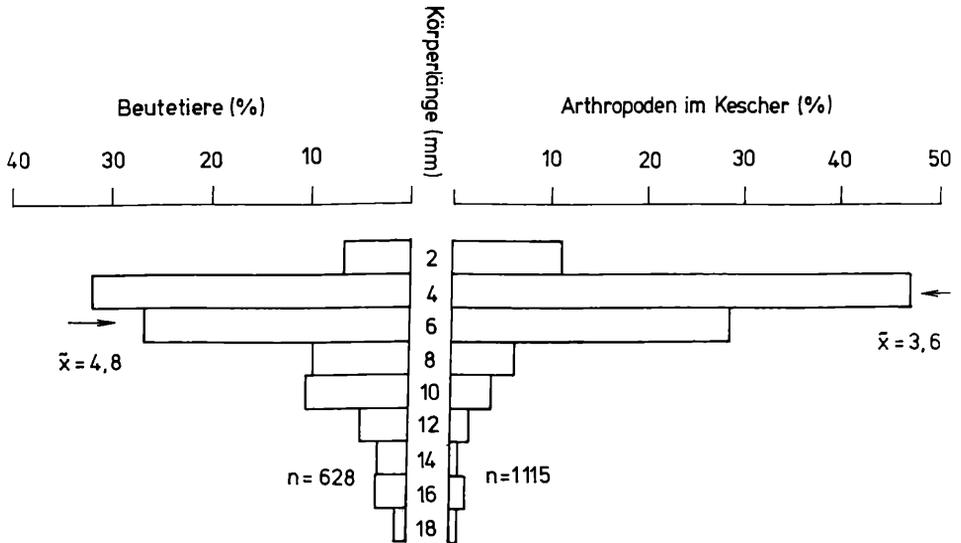


Abb. 4: Verteilung der Körperlängen von Kescherfängen aus Schlechtwetter-Nahrungsgebieten (rechts) und Beutetieren aus Halsringproben (links).

Fig. 4: Frequency distribution of length of items captured by sweep netting in bad weather feeding areas (right) and prey items from neck ring method (left).

3.3. Variationen

Die Größe und Zusammensetzung der Futterballen variierte zum einen jahreszeitlich. Das Trockengewicht nahm im Jahresverlauf um rund 31 % ab: Juni ($31,1 \pm 23,8$ mg, $n = 205$); Juli ($26,3 \pm 19,9$ mg, $n = 166$); August und Anfang September ($21,4 \pm 19,9$ mg, $n = 235$). Der Unterschied zwischen Juni und August ist hochsignifikant (Median-Test: $\chi^2 = 25,6$ ***). Die im Juni gesammelten Futterballen enthielten auch die meisten Individuen (aufgrund der sehr großen Schwankungen wird im folgenden auf die Angabe der Standardabweichung verzichtet): Juni: 10,5; Juli: 8,4; August: 9,0.

Die Flugzeiten von Insekten sind in komplexer Weise von Umweltfaktoren abhängig. Während der Licht-Dunkelzyklus die Flugzeiten determiniert, beeinflusst das Wetter das Ausmaß des Fluges (BRYANT 1975, LEWIS & TAYLOR 1964). Um zu prüfen, inwieweit die Witterung die Zusammensetzung der Nahrung beeinflusst, habe ich die Masse der Futterballen und die Anzahl der Arthropoden pro Futterballen bei unterschiedlicher Witterung analysiert (Tab. 3). Ich verwende dabei folgende Definitionen:

Temperatur zum Zeitpunkt der Probenahme: kühl: $\leq 15^\circ\text{C}$; warm: $15,1-20^\circ\text{C}$; heiß: $>20^\circ\text{C}$

Niederschlag im entsprechenden Tagesdrittel: kein: 0 mm; wenig: 0,1-3 mm; viel: >3 mm

Windstärke im entsprechenden Tagesdrittel: windstill: 0 m/sec; schwach windig: 0,1 - 3 m/sec; windig: >3 m/sec.

Sonnenscheindauer am Tag der Probenahme: bedeckt: ≤ 2 h; wechselhaft: 2,1-6 h; sonnig: >6 h

Tab. 3: Berechnete mittlere Trockenmasse der Futterballen (mg) und durchschnittliche Anzahl der Arthropoden pro Futterballen bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen. n = Anzahl der Proben.

Fig. 3: Calculated mean dry mass of food boluses (mg) and average number of prey items per bolus at different weather conditions. n = number of samples.

	Gewicht (mg)	Anzahl Arthropoden	n
Temperatur:			
≤15 °C	24,4	11	187
15–20 °C	27,1	9	367
>20	25,0	5	52
Niederschlag:			
0 mm	24,8	8	295
0,1–3 mm	26,6	11	266
>3 mm	31,4	9	45
Wind:			
0 m/s	22,7	9	136
0,1–3 m/s	28,0	10	388
>3 m/s	23,1	8	80
Sonnenscheindauer:			
≤2 h	32,4	14	189
2–6 h	25,6	9	216
>6 h	20,6	6	201

Die Masse der Futterballen wurde am deutlichsten von der Sonnenscheindauer beeinflusst (vgl. Tab. 3). Je länger die Sonne schien, um so niedriger war das Gewicht der Futterballen. Auch die Anzahl der Arthropoden pro Futterballen war bei sonnigem Wetter am niedrigsten. Sehr deutlich war auch der Einfluß des Niederschlages: Je mehr Regen fiel, umso größer war das Gewicht der Futterballen. Die Anzahl der Arthropoden war bei feuchtem Wetter am höchsten. Weniger deutlich waren der Einfluß von Temperatur und Wind. Hier waren die Ballen bei mittleren Temperaturen und Windstärken am schwersten, windiges und heißes Wetter führten zu kleineren Futterballen. Gleiches galt für die Anzahl der im Futterballen enthaltenen Tiere.

Von Interesse ist ferner, ob und wann unterschiedliche Witterungsbedingungen die Zusammensetzung der Nahrung beeinflussen. Hierzu habe ich die Konstanzen berechnet, mit der das entsprechende Taxon bei bestimmten Wetterbedingungen gefressen wurde. Ergaben sich große Unterschiede in Abhängigkeit vom Wetter, wurde daraus auf eine Bevorzugung bzw. Vermeidung geschlossen (Tab. 4).

Gleichflügler (überwiegend Blattläuse) wurden vor allem bei kühlem, nassen, windigem und bedecktem Wetter gefangen. Auch Eintagsfliegen und Echte Fliegen waren eine typische Schlechtwetterbeute: Beide erreichten bei kühlem, nassen und bedecktem Wetter die höchsten Konstanzen. Schnabelkerfen hingegen wurden vorwiegend bei heißem, trockenem und windstillem Wetter erbeutet. Bei den Hautflüglern gab es keine deutlichen Abhängigkeiten, die meisten wurden aber bei windstillem Wetter gefressen. Haarmücken wurden überwiegend bei feuchter und windstillter Witterung erbeutet. Schwebfliegen wurden fast bei jeder Witterung gleichmäßig gefressen, nur bei windigem Wetter wurden sie stark bevorzugt. Schnepfenfliegen und Käfer wurden vorwiegend bei feucht-heißem, windstillen Wetter gejagt.

Tab. 4: Unterschiede in der Konstanz (%) einiger Taxa bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen. Die Zeichen bedeuten: * = Bevorzugung bei hohen Werten; 0 = kein Trend; - = Bevorzugung bei niedrigen Werten.

Table 4: Differences in constancy (%) of some prey items at different weather conditions. The signs mean: * = preference at high values; 0 = no trend; - = preference at low values.

	Temperatur	Niederschlag	Wind	Sonnenscheindauer
Homoptera				
Coleoptera				
Hymenoptera	0	0		0
Rhynchota	*			0
Ephemeroptera				
Bibionidae	0			0
Empididae		0		
Muscidae		*	0	
Rhagionidae				0
Syrphidae	0	0		0

3.4. Nahrungsgebiete

Rauchschnalben jagen bei gutem Wetter häufig in großen Höhen. Nur bei schlechter Witterung kommt es zu niedrigen Flughöhen, bei denen jagende Vögel dann Orte mit Insektenkonzentrationen (z.B. wind- und regengeschützte Waldränder, Baumreihen und Hecken) bevorzugen. Gleichwohl jagen Rauchschnalben – im Vergleich zu anderen Luftjägern wie Mauersegler (*Apus apus*), Mehl- (*Delichon urbica*) und Uferschnalbe (*Riparia riparia*) – auch bei schönem Wetter in eher niedrigen Höhen und sehr engem Kontakt zur Vegetation (BRYANT 1973, WAUGH 1978).

Tab. 5: Nutzung verschiedener „Schlechtwetter“ – Nahrungsgebiete durch die Rauchschnalbe in %. Werte in Abhängigkeit von der Anzahl gefangener Expl. (A) bzw. der Anzahl aller befliegenen Gebiete (B).

Table 5: Use of different bad weather feeding areas by the swallow. Values depending on the number of trapped individuals (A) and the number of used areas (B).

	A	B
1. Mit Lindengruppen bestandene Plätze	27,7 n = 558	26,7 n = 12
2. Gehölzlose Fließgewässer	20,1 n = 404	11,1 n = 5
3. Parkanlagen mit Rasenflächen	19,6 n = 395	13,3 n = 6
4. Windgeschützte Laubwaldränder	16,5 n = 332	15,5 n = 7
5. Gehölzreiche Fließgewässer	5,0 n = 101	4,4 n = 2
6. Eichenalholzgruppen	4,2 n = 85	8,9 n = 4
7. Windgeschützte Hecken	2,8 n = 57	8,9 n = 4
8. Lückige Baumreihen	2,4 n = 47	8,9 n = 4
9. Misthaufen	1,7 n = 34	2,2 n = 1
	100 n = 2013	100 n = 45

Um zu prüfen, welche Typen von Nahrungsgebieten bei schlechter Witterung befliegen wurden, habe ich eine Klassifikation nach Biotoptypen versucht (Tab. 5). Es zeigt sich, daß im UG vor allem mit Linden (*Tilia spec.*) bestandene Plätze befliegen wurden (Abb. 1). Auch

hier existierte eine jahreszeitliche Dynamik: Während Fließgewässer vor allem im April/Mai und September befliegen wurden, wurden Lindengruppen und Parkanlagen vorwiegend im August genutzt. Laubwaldränder, Hecken, Eichenalholzgruppen und Misthaufen dagegen wurden vorwiegend im Juni/Juli befliegen.

Auch bei der Entfernung, die jagende Vögel zwischen Brut- und Nahrungsgebiet zurücklegen müssen, war eine jahreszeitliche Dynamik festzustellen. Zur Bestimmung dieser Entfernung habe ich bei schlechter Witterung Altvögel mit Japannetzen in den Nahrungsgebieten gefangen. Bei der Auswertung wurden nur Kontrollen beringter Brutvögel verwandt, die zum Zeitpunkt des Fangs Eier oder Jungvögel im Nest hatten. Im Juni ($\bar{x} = 812$ m, $n = 32$) wurde viel weiter vom Brutplatz gejagt als im Juli ($\bar{x} = 400$ m, $n = 14$). Im August ($\bar{x} = 237$ m, $n = 78$) wurde fast nur in unmittelbarer Nähe des Brutplatzes gejagt. Der Unterschied zwischen Juni und August ist hochsignifikant (Median-Test: $X^2 = 13,3$, ***).

4. Diskussion

Alle bisherigen Arbeiten zur Nahrungsbiologie der Rauchschalbe bestätigen, daß Zweiflügler (Fliegen und Mücken) die Hauptbeute der Rauchschalbe zur Brutzeit sind. Ihr Anteil an der Nahrung schwankte von 43,4% (SCHULZE-HAGEN 1970), 63,2% (KOZENA 1980), 75,8% (TURNER 1980) und 87,3% (WAUGH 1978). Es existieren aber offensichtlich regionale Unterschiede bei den bevorzugten Taxa. Verglichen mit anderen Publikationen fallen in dieser Untersuchung vor allem die hohen Frequenzen und Konstanz von Eintagsfliegen und Schnabelkerfen auf. Vergleichsweise selten dagegen waren die Kot- und Dungfliegen, Echten Fliegen, Bremsen und Schnaken.

Es lassen sich aber auch grobe Übereinstimmungen zwischen den eigenen Daten und denen aus der CSSR (KOZENA 1979, 1980) und dem Rheinland (SCHULZE-HAGEN 1970) erkennen: In allen Untersuchungen nahm der Anteil der Schwebfliegen in der Nestlingsnahrung von Juni bis August zu, Haarmücken traten praktisch erst im August auf und der Anteil der echten Fliegen sank im Jahresverlauf.

Die Zusammensetzung der Nahrung zeigt aber zugleich auch saisonale Unterschiede: In der CSSR stieg der Anteil von Zweiflüglern (Diptera) von Juni bis Juli/August (KOZENA 1979), während er in dieser Untersuchung von Juni auf Juli sank und im August die höchsten Werte erreichte. Im Untersuchungsgebiet betrug die mittlere Beutetiergröße 5,7 mm und die Futterballen enthielten durchschnittlich 9,3 Arthropoden. In der CSSR wurden mit 4,1 mm durchschnittlich kleinere Arthropoden gefressen (KOZENA 1983). Dafür enthielten dort die Futterballen deutlich mehr Arthropoden ($\bar{x} = 13,9$; KOZENA 1980). Futterballen in Schottland enthielten noch mehr Individuen ($\bar{x} = 18,1$; TURNER 1982).

Offensichtlich gibt es erhebliche jahreweise Variationen bei der Entwicklung der Arthropodenfauna (s. Kap. 3.1.). 1987 (viel Dipteren und Blattläuse) war im UG ein Jahr mit einem eher nassen und kühlen Sommer, 1988 (viel Schnabelkerfen) dagegen war überwiegend warm und trocken. Der Bruterfolg der Rauchschalbe im UG war 1987 unterdurchschnittlich mit einem geringen Anteil an Zweitbruten. 1988 hingegen waren sowohl Bruterfolg als auch Prozentsatz der Paare mit Zweitbruten rund 10% höher als 1987.

Auch im Raum Stirling/Schottland gab es große Unterschiede zwischen den Jahren: So betrug z. B. der Anteil der Schwebfliegen 1975 23,3% (WAUGH 1978), 1978/79 jedoch nur 8,6% (TURNER 1980). Daß die Arthropodenfauna auf den gleichen Flächen jahreweise beträchtlich variiert, ist auch aus Untersuchungen an anderen Vogelarten bekannt (z. B. BRYANT 1975, SCHULZE-HAGEN et al. 1989 a, b).

Bei der Beutetierjagd wurde bevorzugt auf Größe selektiert. Nach BRYANT (1973) liefert große Beute gleichzeitig die energiereichste Nahrung. Nach TURNER (1982) wurden große Beutetiere bevorzugt, wenn sie selten waren. Traten sie häufiger auf, nahm die Bevorzugung ab. Der Fang kleiner Beutetiere erfolgte, wenn die bevorzugten, großen Beutetiere häufig waren. Kleine Arthropoden wurden ferner vor allem gefressen, wenn ihre relative Häufigkeit in der Umwelt hoch war. Für die Rauchschalbe ist es danach profitabler, eine Mischung aus großen und kleinen Arthropoden zu erbeuten, anstatt sich ausschließlich auf große, energiereiche Beutetiere zu spezialisieren, deren Verfolgung viel Zeit erfordert und die schwer zu bearbeiten sind.

Das Jagdverhalten adulter Rauchschalben, die Junge zu versorgen haben, wird von zwei grundlegenden Einflußgrößen bestimmt. Zum einen spielen Alter und Anzahl der Jungvögel eine Rolle. In diesem Zusammenhang ist von Bedeutung, daß die durchschnittliche Jungenzahl im Jahresverlauf aufgrund des Kalendereffektes abnimmt (LOSKE 1989). Den vorliegenden Arbeiten nach beeinflußt die Brutgröße weder das Gewicht noch die Zusammensetzung der Futterballen (WAUGH 1978, TURNER 1980, JONES 1987). Auch in dieser Untersuchung gab es keine Hinweise, daß die Anzahl der Jungvögel den Umfang der Nahrungsballen beeinflusste (Tab. 6).

Tab. 6: Berechnete mittlere Trockenmasse der Futterballen (mg) und durchschnittliche Anzahl der Arthropoden pro Futterballen in Abhängigkeit von Anzahl und Alter der Jungvögel. n = Anzahl der Proben

Table 6: Mean dry mass of food boluses (mg) and average number of prey items per bolus depending of the number and age of juveniles. n = number of samples.

	Masse (mg)	Anzahl Arthropoden	n
Anzahl Jungvögel:			
≤3	20,6	7	67
4	28,0	11	238
5	26,8	9	220
6	27,7	7	32
Alter der Jungvögel:			
<10 Tage	31,7	10	78
10–12 Tage	27,6	9	254
13–16 Tage	23,5	9	252
>16 Tage	18,4	9	22

In Bezug auf das Alter der Jungvögel sollen die Futterportionen etwa bis zum 10. Lebenstag ansteigen, um dann auf einem konstanten Niveau zu stagnieren (JONES 1987). In Mittelwestfalen erhielten ältere Jungvögel kleinere Futterballen (Tab. 6). Der Unterschied im Gewicht der Ballen zwischen den <10 Tage und den 13–16 Tage alten Jungen ist signifikant (Median-Test: $X^2 = 4,3$, *). Gleiches gilt für den Unterschied zwischen 10–12 Tage und 13–16 Tage alten Jungvögeln (Median-Test: $X^2 = 5,6$, *).

Die zweite grundlegende Einflußgröße sind unterschiedliche Umweltbedingungen (insbesondere Witterung), die zeitliche und räumliche Fluktuationen im Angebot der Beutetiere nach sich ziehen. Im Spätsommer wurden kleinere Arthropoden gefressen als im Frühsommer. U. a. deshalb war das Trockengewicht der Futterballen im August rund 31 % niedriger als im Juni. Hieraus jedoch zu schließen, daß Zweitbruten weniger Futter erhalten als

Erstbruten, wäre falsch. So konnten WAUGH (1978) und TURNER (1980) zeigen, daß Rauchschnalben Zweitbruten häufiger fütterten als Erstbruten und erstere somit die gleiche Menge an Futter erhielten. Ursache hierfür war die stärkere Beteiligung der ♂ bei der Fütterung.

Die saisonale Abnahme der Futterballengröße ist zunächst überraschend. Die bisherigen Untersuchungen zur Abundanz von Fluginsekten haben gezeigt, daß der Anteil größerer Individuen im Jahresverlauf zunimmt (WAUGH 1978, TURNER 1980). Es ist daher wahrscheinlich, daß Altvögel ihr Jagdverhalten im Jahresverlauf ändern, zumal die verfügbare Beute im Spätsommer größer und mobiler ist. Die Energieausbeute dürfte aber auch bei der Erbeutung kleiner Arthropoden hoch sein, da ihr Verfolgungsaufwand niedrig und die Fangrate sehr hoch ist. Dem hohen Energiewert größerer Beutetiere stehen hohe Flugkosten gegenüber (s. auch Abb. 5).

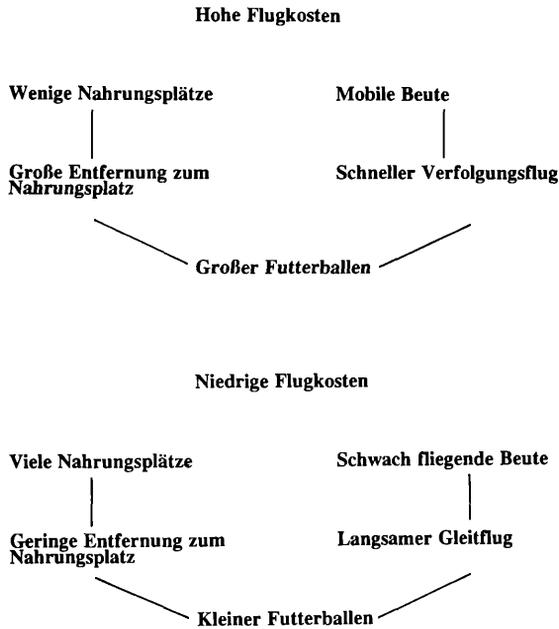


Abb. 5: Einflußfaktoren für die Größe eines Futterballs (nach TURNER 1980).

Fig. 5: Factors affecting the size of a food bolus gathered by Swallows according to TURNER (1980).

BRYANT & TURNER (1982) haben dargelegt, daß große Futterballen vor allem gesammelt wurden, wenn die Arthropodendichte hoch und das Wetter schön ist. In dieser Untersuchung war es umgekehrt: Vor allem bei Regen und bedecktem Wetter wurden die größten Futterballen gesammelt. Allerdings wurden auch bei mittleren Temperaturen und Windstärken große Futterballen gesammelt. Danach könnte man annehmen, daß es nicht immer nur das Angebot bevorzugter und damit größerer Beutetiere ist, das die Größe der Futterballen bestimmt.

Rauchschnalben zeigten bei der Wahl ihrer Nahrungsgebiete deutliche und insbesondere witterungsabhängige Unterschiede (s. auch MEIER 1982). Im Spätsommer wurden bei schlechter Witterung andere Nahrungsgebiete befliegen als im Frühsommer. Auch unter Berücksichtigung der zeitlichen Struktur von Insekten-Zoozönosen deutet dies auf ein biotopbedingt unterschiedliches Auftreten von Arthropoden hin. Möglicherweise schwanken Rauchschnalben bei der Beutejagd zwischen einer Vorliebe für bestimmte Nahrungsgebiete und der Vor-

liebe für bestimmte Beutetiere. WAUGH (1978) zufolge wird bei gutem Wetter überwiegend nach bevorzugten Beutetieren gejagt, während bei schlechtem Wetter eine Beschränkung auf Gebiete erfolgt, die ein bestimmtes Nahrungsaufkommen garantieren.

Im Spätsommer nimmt nicht nur die Größe der Futterballen ab, sondern es wird dann auch vorwiegend in unmittelbarer Umgebung des Brutplatzes gejagt. Warum fliegen Rauchschalben später im Jahr zum Beuteerwerb nicht mehr so weit wie im Frühsommer? Gibt es um diese Jahreszeit mehr Nahrungsplätze und somit eine gleichmäßigere Verteilung von Insekten, die es als ökonomischer erscheinen lassen, einen kleinen Futterballen in Brutplatznähe zu sammeln? Ist es vielleicht der Umstand, daß durch die wachsende Ballengröße das Jagen zunehmend behindert wird und daher das rasche Verfüttern kleiner Ballen ökonomischer ist?

TURNER (1980) hat zu dieser Frage ein Modell vorgelegt, das den unterschiedlichen Umfang der Futterballen erklären soll. Danach waren diese schwer, wenn die energetischen Flugkosten hoch waren. Leichte Ballen wurden dann zum Nest gebracht, wenn die Flugkosten niedrig waren (Abb. 5). Alles in allem scheint danach für die Größe eines Futterballens vor allem die Art der Beute, die Qualität der Nahrungsgebiete und die Höhe der Flugkosten entscheidend zu sein.

5. Zusammenfassung

Im Raum Lippstadt/Geseke, Kreis Soest (51.40N, 8.25E; 70–105 m ü. NN) wurden 1987 und 1988 mit Hilfe der Halsringmethode nahrungsbiologische Untersuchungen an der Rauchschalbe durchgeführt. Insgesamt wurden 606 Halsring- und 71 Kescherproben ausgewertet.

1. Die Proben enthielten Arthropoden aus 15 Ordnungen (Tab. 1). Am häufigsten war die Ordnung Diptera mit 41 verschiedenen Familien und einer Frequenz von 66,2%. Dipteren traten in 91,4% der Proben auf. Am häufigsten wurden die Familien Bibionidae, Syrphidae, Muscidae, Rhagionidae und Empididae gefressen. Besonders regelmäßig traten auch noch Calliphoridae und Cordyluridae auf.

2. Die Beutetieranteile waren starken saisonalen Schwankungen unterworfen. Im Juni dominierten Muscidae, Ephemeroptera und Empididae, im Juli dagegen Homoptera, Rhynchota, Syrphidae und Rhagionidae. Im August/September dominierten Bibionidae und Syrphidae.

3. Die Anteile der Taxa variierten stark zwischen 1987 und 1988. So fehlten z.B. Homoptera und Rhynchota in einem der beiden Jahre, während sie im anderen Jahr in fast ein Drittel aller Proben vorkamen.

4. Die Zahl der Beutetiere pro Halsringprobe schwankte zwischen 1 und 102 Tieren ($\bar{x} = 9,3$). Die Körpergröße der gefressenen Beutetiere variierte von 0,6–16,5 mm ($\bar{x} = 5,7$), die Masse der Futterballen von 0,8–149,9 mg ($\bar{x} = 26,1$). Im Spätsommer (August) wurden kleinere Tiere gefressen als im Frühsommer (Juni/Juli).

5. Größere Beutetiere wurden überproportional häufig gefangen. Vor allem die Taxa Tabanidae, Bibionidae, Tipulidae, Rhagionidae, Stratiomyidae, Ephemeroptera und Syrphidae wurden stark bevorzugt.

6. Die Trockenmasse der Futterballen nahm von Juni bis August um 31% ab. Sie war umso leichter, je länger die Sonne schien und umso schwerer, je mehr Regen fiel. Die Ballen waren bei mittleren Temperaturen und Windstärken am schwersten. Auch bei der Zusammensetzung der Nahrung gab es eine deutliche Wetterabhängigkeit. Vor allem Blattläuse, Eintagsfliegen und Echte Fliegen wurden bei schlechtem Wetter gefressen.

7. Bei schlechter Witterung wurden vor allem Plätze mit Linden (*Tilia spec.*) befliegen. Bei der Bevorzugung der Nahrungsgebiete gab es eine jahreszeitliche Dynamik. Im Juni wurde durchschnittlich mehr als dreimal weiter vom Brutplatz entfernt gejagt als im August.

8. Die Zusammensetzung der Nahrung und der Umfang der Futterballen wird mit Blick auf das Modell von TURNER (1980) diskutiert. Alles in allem sind Futterballen schwer, wenn die Flugkosten hoch sind und leicht, wenn die Flugkosten niedrig sind.

6. Literatur

- Berthold, P., G. Fliege, U. Querner & H. Winkler (1986): Die Bestandsentwicklung von Kleinvögeln in Mitteleuropa: Analyse von Fangzahlen. *J. Orn.* 127: 397–437. * Bryant, D.M. (1973): The factors influencing the selection of food by the House Martin *delichon urbica*. *J. Anim. Ecol.* 42: 539–564. * Ders. (1975): Breeding biology of House Martins (*Delichon urbica*) in relation to aerial insect abundance. *Ibis* 117: 180–216. * Bryant, D.M., & A. Turner (1982): Central place foraging by swallows (Hirundinidae): The question of load size. *Anim. Behav.* 30: 845–856. * Jones, G. (1987): Parental foraging ecology and feeding behaviour during nestling rearing in the Swallow. *Ardea* 75: 169–174. * Kozena, I. (1979): A study of the qualitative composition of the diet of young Swallows (*Hirundo rustica*) in an agricultural farm. *Folia Zoologica* 28: 337–346. * Ders. (1980): Dominance of items and diversity of the diet of young Swallows (*Hirundo rustica*). *Folia Zoologica* 29: 143–156. * Ders. (1983): Comparison of the diets of young Swallows (*HIRUNDO RUSTICA*) and House Martins (*Delichon urbica*). *Folia Zoologica* 32: 41–50. * Lewis, T., & R. Taylor (1964): Diurnal periodicity of flight by insects. *Trans. R. ent. Soc. London* 116: 393–476. * Loske, K.-H., & W. Lederer (1987): Bestandsentwicklung und Fluktuationsrate von Weistreckenziehern in Westfalen: Uferschnalbe (*Riparia riparia*), Rauchschnalbe (*Hirundo rustica*), Baumpieper (*Anthus trivialis*) und Grauschnäpper (*Muscicapa striata*). *Charadrius* 23: 101–127. * Loske, K.-H. (1989): Zur Brutbiologie der Rauchschnalbe (*Hirundo rustica*) in Mittelwestfalen. *Vogelwelt* 109: 59–82. * Maasjost, L. (1969): Ornithogeographische Gliederung Westfalens. In: Peitzmeier, J. (Hrs.): Avifauna von Westfalen, Münster: 13–24. * Meier, W. (1982): Beobachtungen zur Nahrungsökologie von Rauchschnalben (*Hirundo rustica*) in dem Dorf Edertal-Anraff. *Vogelkdl. Hefte Edertal* 8: 6–20. * Petermeier, K. (1968): Die Naturlandschaften des Kreises Lippstadt. *Beitr. z. Heimatkd. des Landkreises Lippstadt* 2: Lippstadt, 79 S. * Schulze-Hagen, K. (1970): Ein Beitrag zur Ernährung der Rauchschnalbe (*Hirundo rustica*). *Charadrius* 6: 81–90. * Schulze-Hagen, K., H. Flinks & A. Dyrz (1989): Brutzeitliche Beutewahl beim Seggenrohrsänger (*Acrocephalus paludicola*). *J. Orn.* 130: 251–255. * Schulze-Hagen, K., & H. Flinks (1989 b): Nestlingsnahrung von Sumpfrohrsängern (*Acrocephalus palustris*). *Vogelwelt* 110: 112–125. * Thomas, J.F. (1933–39): Food of nestling swallows. *Brit. Birds* 27: 231–232; 28: 171–172; 29: 244–245; 30: 293–294; 31: 234–235; 32: 133–136; 33: 335–336. * Turner, A. (1980): The use of time and energy by aerial feeding birds. Thesis, University of Stirling, 175 S. * Ders. (1982): Optimal foraging by the swallow (*Hirundo rustica* L.): Prey size selection. *Anim. Behav.* 30: 862–872. * Waugh, D.R. (1978): Predation strategies in aerial feeding birds. Thesis, University of Stirling, 182 S.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1991/92

Band/Volume: [36_1991](#)

Autor(en)/Author(s): Loske Karl-Heinz

Artikel/Article: [Nestlingsnahrung der Rauchschwalbe \(*Hirundo rustica*\) in Mittelwestfalen 173-187](#)