

Fütterungsfrequenz am Nest der Bergstelze *Motacilla cinerea* in verschiedenen Biotopen und Brutmonaten

von LUC SCHIFFERLI

Schweizerische Vogelwarte Sempach und Zoologisches Institut der Universität Basel

Einleitung und Problemstellung

Die Literatur über die Brutbiologie der Bergstelze *Motacilla cinerea* Tunst. ist recht spärlich. ROSHARDT (1927) hat Fütterungsfrequenz und Futter an einem Paar beobachtet. Das Nest befand sich beim Kloster Stans, weitab vom nächsten Bach, also in einem recht ungewöhnlichen Biotop. EGGBRECHT (1939) schildert Nestbau, Balz und Bebrütungsperiode anhand eines beobachteten Paares. HERROELEN (1955) hat sich eingehender mit der Brutbiologie befasst. Seine Arbeit stützt sich auf 41 Fälle, in denen er Gelegegrösse, Bebrütungszeit und Nestlingszeit ermittelte. A. SCHIFFERLI (1961) untersuchte Futter und Fütterungsfrequenz einer Brut im Nationalpark. HEYN (1969) beschreibt Balz und Nestbau und gibt brutbiologische Daten von zwölf Bruten an.

MOREAU (1949) untersuchte die Fütterungsfrequenz am Nest der afrikanischen *Motacilla clara*, die er gerne mit entsprechenden Angaben über die europäische Art verglichen hätte. Sowohl MOREAU wie auch SCHWARZ (in GLUTZ 1962) wiesen auf die lückenhaften Beobachtungen an *Motacilla cinerea* hin, was die vorliegende Arbeit anregte. Ich beschäftigte mich vor allem mit dem tageszeitlichen Verlauf der Fütterungsaktivität in verschiedenen Biotopen und zu verschiedenen Monaten innerhalb der Brutzeit. Um die beobachteten Unterschiede im Verlauf der Fütterungsfrequenz bei verschiedenen Bruten zu erklären, wurden auch das Futter, die Futtersuche und Futtergebiete untersucht. Sie sollen den Einfluss des Biotopes und seines Futterangebotes auf den Verlauf der Fütterungsaktivität zeigen.

Die vorliegende Studie stellt einen erweiterten Teil meiner Diplomarbeit dar, die unter der Leitung von Herrn PD Dr. R. A. STAMM, Zoologisches Institut der Universität Basel, entstanden ist. Sie wurde von den Herren Dr. A. SCHIFFERLI und Dr. B. BRUDERER, Vogelwarte Sempach, und Dr. E. SUTTER, Naturhistorisches Museum Basel, kritisch durchgesehen. Herr R. LÉVÊQUE, Vogelwarte Sempach, half während einer Woche bei den direkten Beobachtungen mit. Herr Prof. Dr. W. SAUTER, Entomologisches Institut der ETH Zürich, bestimmte den Grossteil der Beutetiere in den Futterproben, und Herr J. BUSSMANN, Hitzkirch, stellte mir sein Registriergerät, das ein automatisches Ermitteln der Fütterungsfrequenz erlaubte, zur Verfügung. Die Herren R. J. O'CONNOR und R. P. PRYS-JONES verfassten das englische summary und B. SCHIFFERLI zeichnete die Abbildungen. Ihnen allen möchte ich für ihre Mitarbeit ganz herzlich danken. Die Publikation wurde durch die Vogelwarte Sempach ermöglicht und unterstützt.

Beobachtungsgebiete, Methode und Material

Alle Beobachtungen wurden an Nestern in Sempach und im Eigenthal gemacht. Sempach (LU) liegt am Südrand des Schweizerischen Mittellandes, 500 m ü. M. Die beobachteten Paare brüteten am Rotbach und seinen Zuflüssen. Der Bach ist

ca. 2 m breit und selten tiefer als 40 cm. Viele Stellen sind so seicht, dass die Bergstelzen hindurch waten können. Der Bach fließt träge und weist eine mit kleinen Steinen übersäte Uferzone auf, die bis 2 m breit ist. Der Bach ist beidseits von Misch-Hochwald umgeben. Die Bäume stehen so dicht, dass der Bach meist im Schatten liegt. Am 6,2 km langen Bachsystem brüteten acht Paare, was einer Dichte von einem Paar pro 775 m Bach entspricht.

Das *Eigenthal* (LU) liegt am Fusse des Pilatus, am Nordrand der Voralpen, 1000 m ü. M. Die beobachteten Paare brüteten am Rümli und seinen Zuflüssen. Der Bach ist 5–6 m breit und oft tiefer als 40 cm. Zur Brutzeit ist er vor allem nach Gewittern reissend. Selbst die Uferzone ist ziemlich tief und wir finden wenige Stellen, die so seicht sind, dass die Bergstelzen durchs Wasser waten können (Kiesbänke). Die Uferzone ist bis zu 5 m breit und mit grossen Steinen übersät. An vielen Stellen wachsen zwischen den Steinen vereinzelte Grasmatten. Im oberen Teil ist der Bach von einem schmalen Schachenwaldstreifen gesäumt, im unteren Teil verengt er sich zu einem engen Tobel mit steilen, bewaldeten Hängen. Am ganzen Bachsystem von 5,7 km Länge brüteten elf Paare, was einer Dichte von einem Paar auf 520 m Bach entspricht. Sowohl in Sempach als auch im Eigenthal fand ich Nester von Bergstelzen während mehreren Jahren an denselben Standorten.

Die Unterschiede in der Beschaffenheit des Baches zwischen Sempach und dem Eigenthal sind für die Futtersuche bedeutsam, was im folgenden Kapitel besprochen werden soll.

Alle Beobachtungen machte ich aus dem Versteckzelt, das ich so aufstellte, dass ich das Nest und einen möglichst grossen Sektor des Nahrungsbiotopes überblicken konnte. Ich suchte vor allem die einzelnen Fütterungen sowie die jeweilige Herkunft des Futters zu erfassen. Diese Beobachtungen ergänzte ich durch Futterproben am Nest, wobei ich die Halsringmethode benutzte (KLUIJVER 1933).

Neben den direkten Beobachtungen verwendete ich ein automatisches Registriergerät (Beschreibung in BUSSMANN 1933) mit einem Trekkontakt. Das Gerät eignete sich sehr gut zur Ermittlung der Fütterungsfrequenz, denn Nestbesuche ohne Futter kommen nach dem dritten Tag nicht mehr vor.

Das Beobachtungsmaterial umfasst 750 Stunden, nämlich 39 durchgehend beobachtete Tage (je 4.30–20.30 h) und 126 einzelne Stunden. Davon wurden 23 Tage durchgehend und 94 einzelne Stunden direkt beobachtet. Die restliche Zeit wurde mittels Zähler registriert. Die nachfolgende Zusammenstellung gibt einen Überblick über die brutbiologischen Daten der beobachteten Bruten und deren Bezeichnung.

Bezeichnung	Standort	Schlüpftag	Jungenzahl
S 3	Bach	8. 5. 70	5
S 5	Bach	8. 5. 70	5
S 8	Bach	30. 4. 63	5
S 9	Bauernhof	21. 5. 70	5
E 1'	Bach	20. 6. 63	5
E 3	Bach	28. 5. 70	5
E 6	Bach	8. 6. 70	6 (2 Junge starben)
E 6'	Bauernhof	16. 7. 70	5 (1 Junges starb)
E 8	Bach	28. 5. 70	5
E 8'	Bach	1. 7. 70	5

S = Nester in Sempach, E = Nester im Eigenthal. Alle Zweitbruten sind mit ' markiert.

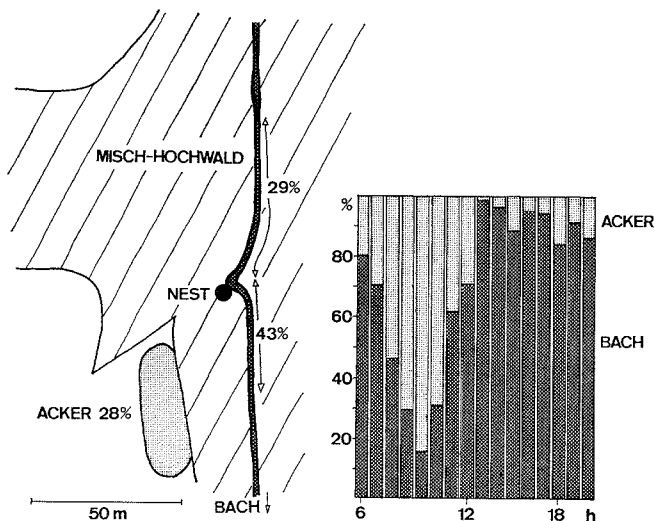


ABB. 1. Herkunft des Futters aus verschiedenen Futterräumen; Nest S 5, Durchschnitt des 7., 12. und 14. Tages. Karte: Neststandort und Futterquellen; der prozentuale Anteil der Fütterungen aus jedem Gebiet ist angegeben. Diagramm: Prozentualer Anteil der Fütterungen vom Bach und vom Acker im Tagesverlauf; die Stundenangaben (Abszisse) bezeichnen jeweils die Mitte des betreffenden Zeitabschnittes (6 h = Abschnitt 5.31—6.30 h; die Ziffer 6 steht in diesem Diagramm irrtümlicherweise unter der ersten statt unter der zweiten Säule von links). — *Use of feeding areas by adults at nest S 5, based on the combined observations from days 7, 12 and 14. Map showing the position of the feeding grounds in relation to the nest; the percentage of feeds collected in each area is given. The histogram shows the diurnal variation in the use of ploughland.*

Nahrungsräume, Beute und Beuteerwerb

Drei Paare, von denen zwei an einem Bach (E 8'; S 5) und eines an einem Bauernhof (E 6') nisteten, wurden bei der Suche nach Futter für ihre Nestlinge eingehend beobachtet. Ich gliederte ihren Biotop in verschiedene Nahrungsräume. Gewöhnlich stammte alles pro Mal zugetragene Futter aus einem Gebiet. In den seltenen Fällen, wo die Altvögel mehr als einen Nahrungsraum zum Sammeln einer Fütterungsportion aufsuchten, versuchte ich den Anteil, der aus jedem Gebiet stammte, abzuschätzen (wobei zwischen «wenig», «die Hälfte» resp. «mehr als die Hälfte» unterschieden wurde). Die direkten Beobachtungen wurden durch Futterproben (Halsringmethode, KLUIJVER 1933) während total 12 Fütterungsstunden an acht verschiedenen Nestern ergänzt. Das Futter wurde nach je 1—2 Stunden aus dem Schlund der Nestlinge gesammelt.

Die meisten Bergstelzen nisten an *Bächen* (SCHWARZ in GLUTZ 1962), deren unmittelbare Umgebung die Hauptfutterquelle zur Brutzeit darstellt (Tab. 2). Auch Paare, die nicht an einem Bach brüten, suchen nach Möglichkeit einen Teil ihres Futters am fließenden Wasser, wie beispielsweise das Paar E 6', das an einem Bauernhof brütete und rund 10 % des Futters am 150 m entfernt liegenden Bach holte (Abb. 3). Bergstelzen, die weiter als 500 m abseits eines Baches nisten und das Wasser nie zur Futtersuche aufsuchen sind seltene Ausnahmefälle (ROSHARDT 1927, HAHN 1950, HORST 1951, FRIELING 1953).

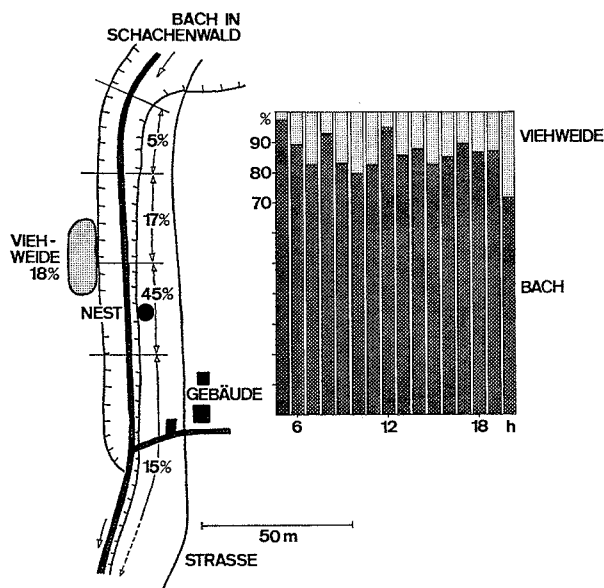


ABB. 2. Gleiche Darstellung wie bei Abb. 1 für Nest E 8', Durchschnitt des 7. und 9.—13. Tages. — *As figure 1: Nest E 8', based on the combined observations from days 7 and 9—13.*

TABELLE 1. Beutetiere in 12 Futterproben (12 Fütterungsstunden, vgl. Text). 11 Proben von 7 Nestern am Bach, 1 Probe von Nest an Bauernhof; Sempach und Eigenthal kombiniert. — *Frequency of prey in 12 food samples, 11 from nests near rivers, 1 from a farmstead nest; combined results from Sempach and Eigenthal.*

	Anzahl	%
Diptera	178	42,9
Plecoptera	86	20,7
Ephemeroptera	78	18,8
Trichoptera	18	4,3
Homoptera	13	3,1
Arachnoidea	7	1,7
Coleoptera	6	1,5
<i>Gammarus</i>	6	1,5
Lepidoptera	2	0,5
Psocoptera	1	0,2
unbestimmt	20	4,8
Total	415	100,0

Unsere beiden an einem Bach brütenden Paare (E 8'; S 5) suchten das Futter für 70—80 % der Fütterungen in der Nestumgebung am Bach, selten weiter als 60 m vom Nest entfernt (Abb. 1, 2). Zwölf Futterproben bestanden zur Hauptsache aus Dipteren (42,9 %) und zu rund 44 % aus typischen Wasserinsekten (Plecopteren, Ephemeropteren und Trichopteren; Tab. 1). Da vermutlich auch der Großteil der Dipteren am Bach gefangen wurde, stammten 80—90 % der Beutetiere aus dem Bachgebiet.

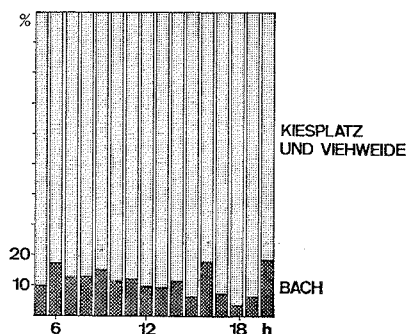


ABB. 3. Prozentualer Anteil der Fütterungen aus dem Bach und von der Viehweide im Tagesverlauf; Nest E 6', Durchschnitt des 3. und 5.—12. Tages. — *Diurnal variation in the use of river at nest E 6', based on the combined observations from days 3 and 5—12.*

Am Bachlauf konzentriert sich die Futtersuche auf die beiden Ufersäume und den freien Luftraum über dem Bachbett. Die Altvögel trippeln dabei meist der Uferlinie entlang, wobei sie bald ins seichte Wasser, bald zwischen Steinen am Ufer picken. Sie tauchen den Kopf oft bis auf Augenhöhe ins Wasser und waten durch seichte Stellen. Doch alle Insektenlarven, die sich in tiefern Regionen aufhalten, sind den Bergstelzen unerreichbar. Am Ufer picken sie Insekten von Steinen auf, drehen angeschwemmte Blätter und durchstöbern vereinzelte Grasmotten. Sehr günstig scheinen ins Wasser hängende Grashalme zu sein, wo ich grosse Plecopteren- und Ephemeropterenlarven finden konnte. Vermutlich benützen diese Wasserinsekten die Grashalme, um beim Schlüpfen das Wasser zu verlassen, denn ich fand an solchen Stellen Häute geschlüpfter Ephemeropteren (vgl. SCHOENEMUND 1930).

Die Futtersuche am Bach im Eigenthal und in Sempach unterschied sich ziemlich stark, was auf die bereits geschilderten Unterschiede in der Beschaffenheit des Bachbettes zurückzuführen ist (Abb. 4). Anhand von Beobachtungen bei der Futtersuche stellte ich fest, dass die Bergstelzen in Sempach rund dreimal mehr Beutetiere aus dem Wasser holten als sie am Ufer aufpickten. Im Eigenthal dagegen suchten sie nur einen Zehntel der Beutetiere im seichten Wasser, alles übrige Futter zwischen Steinen am Ufer, abgesehen von den im Flug gefangenen Insekten.

Über dem Bach erhaschten die Bergstelzen viele fliegende Insekten, die in grossen Schwärmen über dem Wasser kreisten. Bei frühen Bruten (Mai/Juni) waren Flugfänge weniger häufig als bei späteren (Juli), wenn Fluginsekten das Hauptfutter darstellten (vgl. S. 269). Bergstelzen sind im Flugfang überaus geschickt. Bei den oft wilden Verfolgungsjagden benutzen sie den langen Schwanz als wirksames Steuer (A. SCHIFFERLI 1961); vor allem bei plötzlichen Wendungen im Flug wird er fächerartig gespreizt, was den Vögeln unvermittelte Richtungsänderungen erlaubt. Meist werden die Fluginsekten von erhöhten Steinen am Ufer aus im steilen Direktflug einzeln erbeutet. Es kommen aber auch ausgedehnte Beuteflüge in der Luft vor. Ich beobachtete ein ♂ (E 8), das oft wartend auf dem Dach eines benachbarten Gebäudes sass. Plötzlich schnellte es bis zu 10 m in die Höhe und erjagte ein Fluginsekt nach dem andern, um nach etwa

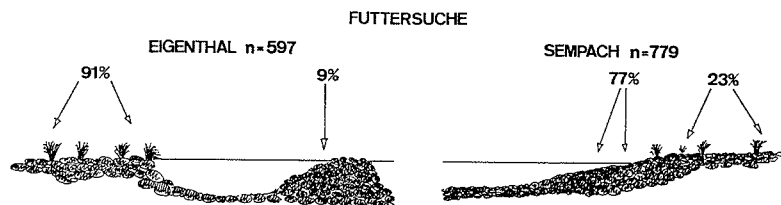


ABB. 4. Beschaffenheit des Baches (Querschnittschema und Futtersuche am Ufer und im seichten Wasser; n = Anzahl Beutetiere. Der Unterschied zwischen Eigenthal und Sempach ist signifikant (χ^2 -Test, $p < 0.001$). The effect of river cross-section on the division of foraging effort between terrestrial and aquatic prey; n = number of prey items. The difference between Eigenthal and Sempach is significant.

15 Sekunden mit einem halben Dutzend Insekten im Schnabel auf die Sitzwarte zurückzukehren. Dieses Verhalten stellt aber nicht die Regel dar. Bei 956 beobachteten Flugfängen schätzte ich die Höhe, in der die Insekten gefangen wurden (Abb. 5). Etwa 58 % der erbeuteten Insekten befanden sich nicht mehr als 1 m und 29 % 1,01–3 m über dem Boden oder Wasser, als sie erbeutet wurden. Der überwiegende Anteil der Fluginsekten wurde also in geringer Höhe gefangen.

Ausser am Bach suchten die Bergstelzen nach Möglichkeit auch auf *Wiesen* und *Viehweiden* nach Futter. Sie konnten jedoch nie beim Gehen durch dichter bewachsene Wiesen beobachtet werden, wohl aber beim Fangen von Insekten im Rüttelflug darüber. Das Paar E 3 beispielsweise jagte regelmässig über einer solchen Wiese mit kniehohem Gras. Ein Viehhag und seine Pfähle dienten den Altvögeln als Sitzwarten. Von dort aus schwirrten sie vor allem über blühendem Hahnenfuss (*Ranunculus spec.*) und erbeuteten Insekten im Rüttelflug über den Blüten.

Die Eltern der Brut E 6' suchten den grössten Teil des Futters für ihre Nestlinge auf einer Viehweide hinter der Scheune, an der sich ihr Nest befand (Abb. 3). Der Boden war morastig und vom Vieh stark ausgetreten. Zwischen locker verteilten Grasbüscheln befanden sich kleine Wasserlachen in Kuhtritten, aus denen die Altvögel viele Larven herausfischten. Es dürfte sich zum Teil um Syrphidenlarven gehandelt haben, deren kleine Schwänze bei den Fütterungen vom Versteckzelt aus erkennbar waren. Von den Grashalmen erbeuteten sie u. a. auch Motten (Tineidae) und Erdschnaken (Tipulidae), selten auch Heuschrecken (Saltatoria). Auch das Paar E 8' suchte auf einer ähnlichen Viehweide etwa

TABELLE 2. Futterbiotope verschiedener Paare zur Brutzeit; 1 = sehr oft, 2 = häufig, 3 = gelegentlich, 4 = selten zur Futtersuche aufgesucht. Bezeichnung der Bruten siehe S. 258. — Feeding habitats of Grey Wagtails during the breeding season. Use of each habitat by individual pairs is rated: 1 very often, 2 often, 3 sometimes, 4 rarely.

	S 3	S 5	S 8	S 9	E 3	E 6	E 6'	E 8	E 8'
Bach (Ufersaum) — river-bank	1	1	1	3	1	1	3	1	1
Luftraum — aerial	2	2	2	2	2	2	2	2	1
Grasflächen — meadows	3	—	4	3	2	—	1	4	3
Acker — ploughed fields	—	2	—	—	—	—	—	—	—
Wegränder, Kies — edges of paths and gravel areas	—	—	—	3	2	—	2	—	—
Miststock — manure-heaps	—	—	—	1	—	—	3	—	—
Obstbäume — orchards	4	—	—	4	—	—	—	—	—

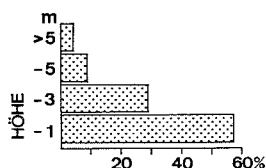


ABB. 5. Prozentuale Verteilung der im Flug gefangenen Beute nach der Höhe, in der sie erbeutet wurde; Sempach und Eigenthal kombiniert, $n = 596$ Fluginsekten. — *Percentage of aerial prey caught at different heights; Sempach and Eigenthal data combined ($n = 596$).*

40 m vom Nest entfernt nach Futter, wenn auch bedeutend weniger häufig (Abb. 2).

Mehrere Paare suchten an *Wegrändern* und *Kiesplätzen* nach Futter (Tab. 2). Sie lasen Insekten von Steinen und einzelstehenden Grasmatten ab. Bei einem Paar (S 9) hatte ich den Eindruck, dass es von Autos abgeprallte Insekten am Wegrand auflas. Dort fand ich auch grosse braune Käferlarven von ca. 2 cm Länge, welche ich bei den Fütterungen erkennen konnte.

Die Altvögel des Nestes S 5 suchten am Vormittag regelmässig auf einem *Acker*, 45 m vom Nest entfernt, nach Futter. Der Boden war im Frühjahr frisch aufgebrochen worden und zur Brutzeit wuchsen erst vereinzelt Gräser auf der trockenen und steinigen Erde. Die Stelzen erbeuteten dort viel Futter am Boden (Käferlarven), erjagten Fliegen und rannten andern Beutetieren (Spinnen?) nach.

Anzahl Fütterungen pro Tag

Während ROSHARDT (1927) am Schlüpftag keine Fütterungen feststellte, beginnt das Füttern nach meinen Beobachtungen kurz nach dem Schlüpfen. Von da an bis zum Ausfliegen werden die Nestlinge von beiden Eltern gefüttert. Die ver-

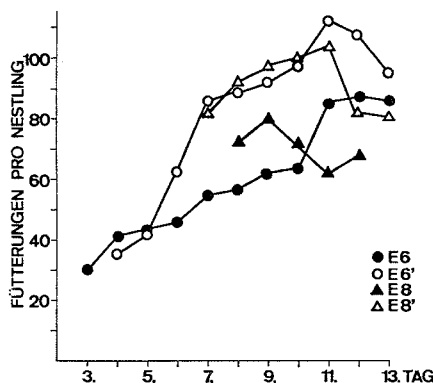


ABB. 6. Tagestotale der Fütterungen pro Nestling bei Erst- und Zweitbruten im Eigenenthal (Nest E 6: 10.—20. 6. 1970; E 6': 18.—27. 6. 1970; E 8: 3.—7. 6. 1970; E 8': 7.—13. 7. 1970). Der Unterschied im Tagestotal zwischen E 6 (Erstbrut) und E 6' (Zweitbrut) ist signifikant. — *Number of feeds per day per nestling, Eigenthal. The difference between E 6 (first brood) and E 6' (second brood) is significant (WILCOXON matched pairs signed rank test, $p < 0.01$).*

bleibenden Jungen wurden auch dann noch gefüttert, wenn einzelne das Nest bereits verlassen hatten.

Die Tages totale der Fütterungen pro Nestling der ersten und zweiten Brut von je zwei Paaren (E 6, E 6', E 8 und E 8') sind in Abb. 6 zusammengestellt. Am Schlüpftag¹ erhielt jeder Nestling etwa 20 Fütterungen, darauf stieg diese Zahl täglich an, erreichte um den 11. Tag das Maximum (80—112 Fütterungen pro Nestling) und blieb dann konstant oder sank bis zum Ausfliegen etwas ab.

Die Eltern der Brut E 6 brachten während der gesamten Nestlingszeit im Juni rund 2800 Futterportionen zum Nest. Die Zweitbrut desselben Paares (E 6') wurde total rund 3600mal gefüttert. Wenn wir annehmen, dass diese Fütterungen gleichmässig an die je vier Nestlinge verteilt wurden, so erhielt ein jeder von ihnen in der ersten Brut 700, in der zweiten 900 Fütterungen. Die Zweitbrut wurde also rund 1,3mal häufiger gefüttert. Auf diesen Unterschied in der Fütterungszahl bei den beiden Bruten werde ich später eingehen.

Die Hälfte aller Fütterungen der gesamten Nestlingszeit wurden bei einer ersten und zweiten Brut (E 6, E 6') bis zum 9. Tag ans Nest gebracht. Die Nestlinge erhielten also während der ersten neun Tage insgesamt gleichviele Futterportionen wie während der letzten vier Tage ihrer Nestlingszeit.

TABELLE 3. Gewichtsentwicklung der Nestlinge vom Schlüpftag (1. Tag) bis zum Ausfliegen (14. Tag). — *Growth of nestling Grey Wagtails from hatching (1st day) until fledging (14th day).*

Alter (Tage) <i>Age (days)</i>	Mittelwert (g) <i>Mean (g)</i>	min./max. (g) <i>Range (g)</i>	n
1.	2,1	1,5— 2,5	7
2.	3,8	2,5— 5,0	18
3.	5,7	4,0— 7,5	16
4.	6,9	4,5— 9,5	15
5.	9,7	7,0—15,0	25
6.	12,2	8,5—15,0	19
7.	13,8	12,0—15,0	9
8.	15,4	14,0—17,5	12
9.	16,7	15,5—18,5	5
14.	17,1	15,5—18,0	7

Gewichtsentwicklung der Nestlinge

Das Gewicht von 65 Nestlingen aus 13 Bruten wurde jeweils am Abend mit einer Federwaage bestimmt. Die einzelnen Jungen wurden während 1—7 Tagen gewogen. Nach dem 9. Tag wog ich sie nicht mehr, um ein vorzeitiges Ausfliegen zu vermeiden, doch konnten sieben Junge nach dem Ausfliegen gefangen und gewogen werden. Die tägliche Gewichtszunahme betrug bis zum 9. Tag durchschnittlich 2,2 g (min. 1,2 g, max. 2,8 g, n = 134). Am Abend des Schlüpftages wogen sie im Mittel 2,1 g (Tab. 3) und erreichten bis zum 5. Tag 50 % des spätern Ausfliegegewichtes von 17,1 g. Bereits am 9. Tag, das heisst 4—5 Tage bevor sie das Nest verliessen, wogen die Nestlinge im Durchschnitt fast gleichviel wie beim Ausfliegen.

¹ Die in Abb. 6 fehlenden Tages totale wurden anhand von einzelnen Beobachtungsstunden berechnet.

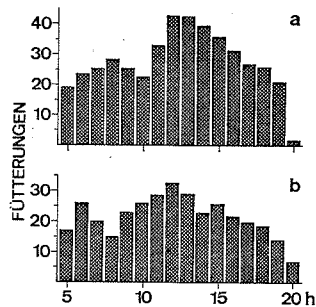


ABB. 7. Stündliche Fütterungsfrequenz im Tagesverlauf. Erstbruten, Sempach am Bach: a) Nest S 5, Durchschnitt 7., 12. und 14. Tag; b) Nest S 8, Durchschnitt 5., 6., 12. und 13. Tag. — *Diurnal pattern of feeding frequency. Riverside nests at Sempach, first broods only: a) Nest S 5, average of days 7, 12 and 14; b) Nest S 8, average of days 5, 6, 12 and 13.*

Kotabgabe

Während den ersten beiden Nestlingstagen wurden alle Kotballen sofort nach der Abgabe von den Altvögeln gefressen. Am 3. Tag wurde noch etwa die Hälfte weggetragen und nach dem 5. Tag wurden keine mehr gefressen. Meist wurden die Kotballen unmittelbar nach der Fütterung abgegeben und von den Altvögeln sofort gepackt und weggetragen. Die Zahl der Kotballen nahm mit dem Alter der Nestlinge täglich zu. Am Schlüpftag gab ein Junges durchschnittlich vier Kotballen ab (1 pro 4 h), am 6. Tag 12 (1 pro 1½ h) und am 12. Tag durchschnittlich 16 (1 pro 1 h), wobei diese Zahlen aber von Nest zu Nest variierten.

Alle Kotballen wurden in einiger Entfernung vom Nest in den Bach gelegt und von der Strömung sofort fortgeschwemmt (A. SCHIFFERLI 1961). Selbst Paare, die weitab vom nächsten Bach brüteten, trugen sie zur nächsten Wasserstelle (Geflügeltränke, SCHÜCKING 1963; Brunnentrog, Wasserlachen usw.).

Tagesverlauf der Fütterungsfrequenz bei verschiedenen Paaren

Die stundenweise zusammengefasste Fütterungszahl zeigte bei verschiedenen Paaren einen verschiedenen Tagesverlauf. Wie Abb. 7 und 8 zeigen, können wir deutlich zwei Gruppen bilden, deren Unterschied signifikant ist (F-Test, $p < 0.05$).

Die beiden in Sempach am Bach brütenden Paare (S 5, S 8) zeigten folgenden charakteristischen Tagesverlauf der Fütterungsfrequenz (Abb. 7): Am Morgen (4.31–10.30 h) waren die Fütterungen spärlicher als um die Tagesmitte (10.31–15.30 h), wo wir die grössten Fütterungszahlen beobachteten. Zu dieser Zeit lag der stündliche Durchschnitt viel höher (33,2 Fütterungen pro Stunde) als während der übrigen 10 Fütterungsstunden (22,6 pro Stunde). In den Mittagsabschnitt fielen 42,4 % aller Fütterungen des ganzen Tages (165,8 von total 391,5 in 33,3 % der Fütterungszeit).² Am Nachmittag nahm die Zahl der stündlichen Fütterungen bis zur Dämmerung stetig ab. Die Paare, die im Eigenthal am Bach und in Sempach

² Die letzte Fütterungsstunde von 19.31–20.30 wurde durch das Wägen der Jungen gestört und ist deshalb weggelassen.

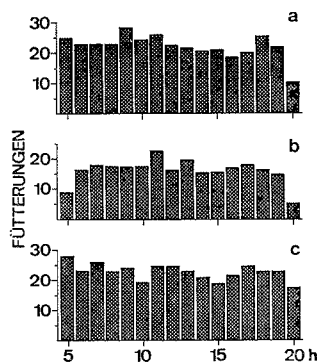


ABB. 8. Stündliche Fütterungsfrequenz im Tagesverlauf. Erstbruten im Eigenthal am Bach und in Sempach an einem Bauernhof: a) Nest E 8, Durchschnitt 8.—12. Tag; b) Nest E 6, Durchschnitt 4.—12. Tag; c) Nest S 9, Durchschnitt 10. und 11. Tag. — *Diurnal pattern of feeding frequency, first broods only: a) Riverside nest, Eigenthal E 8, average of days 8—12; b) Riverside nest, Eigenthal E 6, average of days 4—12; c) Farmstead nest, Sempach S 9, average of days 10 and 11.*

abseits des Baches brüteten (E 6, E 8, S 9), zeigten dagegen während des ganzen Tages eine ausgeglichene Fütterungsfrequenz (Abb. 8). Auch zur Mittagszeit stellen wir im Gegensatz zur ersten Gruppe kein vermehrtes Füttern fest (10.31—15.30 h: 33,5 % aller Fütterungen in 33,3 % der Gesamtfütterungszeit). Wo mag die Ursache für die beiden verschiedenen Abläufe der Fütterungsfrequenz liegen? Direkte Beobachtungen aus dem Versteckzelt an diesen Nestern zeigten deutliche Unterschiede in der Futtersuche und den Nahrungsräumen, die kurz beschrieben werden sollen.

Die Paare, deren Fütterungsfrequenz durch einen ungleichmässigen Verlauf charakterisiert war, brüteten in Sempach am Bach. Nach Feststellungen an einem Nest suchten die Bergstelzen zu verschiedenen Tageszeiten verschiedene Nahrungsräume auf (Abb. 1). Am frühen Morgen (4.31—6.30 h) suchten die Altvögel rund $\frac{3}{4}$ ihrer Beute im seichten Wasser und verfütterten hauptsächlich Insektenlarven. Nach 6.30 h wandten sie sich immer mehr einem anderen Futterplatz zu. Sie flogen weg vom Bach zu einem 45 m entfernten Acker, der nur spärlich mit Grasmatten bewachsen war. Bis 10.30 h suchten sie rund $\frac{2}{3}$ ihres Futters dort. Während einer einstündigen Beobachtungszeit erjagten die Altvögel 161 Beutetiere, wovon sie 104 vom Boden aufpickten, 7 von Grashalmen ablasen, 11 rennend am Boden erhaschten und 39 in der Luft fingen. Eine Futterprobe setzte sich aus 4 Spinnen (Arachnoidea) und 14 Fliegen (Brachycera) zusammen. Gegen Mittag nahm die Zahl der Ausflüge zum Acker kontinuierlich ab, und die Bergstelzen begannen Insekten, die in grossen Schwärmen über dem Bach kreisten, zu fangen. Es handelte sich vor allem um kleine Steinfliegen (Plecoptera), Eintagsfliegen (Ephemeroptera) und Mücken (Nematocera). Ich zählte bis zu 50 solcher Flugfänge pro Stunde, obwohl die Vögel nur zum Teil in meinem Sichtbereich jagten. Nachmittags nahm die Zahl der im Flug gefangenen Insekten allmählich ab und die Bergstelzen suchten wiederum vermehrt am Bachufer nach Futter.

Die Paare, welche während des ganzen Tages eine ausgeglichene Fütterungsfrequenz zeigten, suchten ihr Futter vom Morgen bis zum Abend in denselben Futtergebieten. Das Paar, das in Sempach abseits des Baches an einem Bauernhof brütete (S 9), suchte das Futter fast ausschliesslich auf dem Miststock und dem Jauchesammler unmittelbar vor dem Nest. Die Eltern brachten vor allem Fliegen- und Syrphidenlarven und deren Imagines, die ich vom Versteckzelt aus gut erkennen konnte. Die beiden Paare, die im Eigenthal am Bach brüteten (E 6, E 8), konzentrierten sich bei der Futtersuche vor allem auf das Bachufer und die Kiesbänke im Bach (Abb. 4). Die Zahl der im Flug gefangenen Insekten blieb während des ganzen Tages ziemlich konstant und niedrig (durchschnittlich 18,5 pro h, min. 3, max. 42, n = 51).

Wir stellen somit fest, dass die Paare, welche ihre Nestlinge gleichmässig intensiv fütterten, während des ganzen Tages dieselben Futtergebiete aufsuchten, wobei auch die Zusammensetzung des Futters gleichartig blieb. Im Gegensatz dazu änderte die Art der Beute, verbunden mit einem Wechsel der Futtergebiete, bei den Paaren mit einer ungleichmässigen Fütterungsfrequenz. Es ist auffällig, dass bei der raschen Folge der Fütterungen am Mittag Fluginsekten als Hauptfutter dienten. Sobald sich die Bergstelzen fast ausschliesslich dem Flugfang widmeten, stieg auch die Zahl der Fütterungen rapide an (von durchschnittlich 22.7 auf 33.0 pro h; S 5). Die höhere Fütterungsfrequenz am Mittag scheint also mit der verfütterten Beute in Zusammenhang zu stehen. Im folgenden möchte ich näher auf die *Grösse* und *Anzahl* der Beutetiere der einzelnen Futterportionen eingehen.

Ich gewann den Eindruck, dass die Altvögel jeweils erst dann fütterten, wenn der Schnabel keine weiteren Insekten mehr aufnehmen konnte. Ein ♂ beispielsweise, das in nächster Nähe des Versteckzeltes Fliegen erbeutete, trug nie mehr als acht zusammen ans Nest. Einmal erbeutete es eine neunte Fliege, doch gelang es ihm nicht, diese ebenfalls im Schnabel unterzubringen. Mehrmals legte es alle ab und versuchte sie nacheinander aufzunehmen, doch gelang das immer nur bis zur achten. Schlussendlich frass es die überzählige selbst und flog mit den restlichen acht Fliegen zum Nest. Auch in der Folge trug es nie mehr als acht pro Mal herbei.

Grösse und Anzahl der Insekten bei den einzelnen Fütterungen wurden nur in einigen Stichproben ermittelt. Die Zahl der in einer Futterportion enthaltenen Beutetiere variierte mit der Grösse der einzelnen Insekten. Beobachtungen aus

TABELLE 4. Körperlänge von 156 Beutetieren aus sechs Futterproben (je eine Fütterungsstunde) zu verschiedenen Tageszeiten. Der Anteil der Insekten jeder Längenkategorie ist in % angegeben. — *Size distribution of 156 prey items in 6 food samples taken at different times of the day. The number of insects in each size-category is expressed as a percentage of the total for that time. One food sample comprises all prey obtained from a brood during 1 hours sampling.*

Tageszeit Time	Nest	Körperlänge der Beutetiere Size category				n Futterproben food samples	n Beutetiere prey items
		1—5 mm	6—10 mm	11—15 mm	16—20 mm		
09.01—10.00	S 5	34,8	65,2	—	—	1	23
10.01—11.00	S 5	66,7	30,0	—	3,3	1	32
12.01—13.00	S 3	85,7	14,3	—	—	1	28
17.01—18.00	S 5	27,9	65,1	7,0	—	3	86

dem Versteckzelt zeigten, dass die Altvögel am Morgen bis gegen 9 h oft 20—30 mm lange³ Plecopteren und Käferlarven verfütterten. Bei 33 Fütterungen brachten sie 25mal solche Larven einzeln, achtmal zwei zusammen ans Nest. Wenn sie Insekten von rund 10 mm Länge erbeuteten, umfasste eine Fütterung je etwa deren 6 (min. 1, max. 14, $n = 31$ Fütterungen). Beim Fang von kleinen Fluginsekten am Mittag dagegen fütterten sie im Mittel 20 (min. 11, max. 39, $n = 15$) die kaum grösser als 5 mm waren, zusammen. Messungen an Beutetieren in Futterproben (Tab. 4) zeigen deutlich, dass am Vormittag und gegen Abend vor allem Insekten mittlerer Grösse (6—10 mm), am Mittag dagegen hauptsächlich kleine Beutetiere verfüttert wurden. Es ist aber zu beachten, dass die Futterprobe vom Mittag von einem andern, doch in einem ähnlichen Biotop gelegenen Nest (S 3) stammt. Zusammenfassend stellen wir fest, dass die Bergstelzen mit unausgeglichener Fütterungsfrequenz (S 5) am Mittag eine Vielzahl von kleinen Insekten verfütterten, während sie in den restlichen Stunden weniger, aber grössere Beute ans Nest zu bringen schienen.

TABELLE 5. Anzahl Fütterungen und Kotballen innerhalb verschiedener Tagesabschnitte. Mittelwerte aus Daten von drei durchgehend beobachteten Tagen (7., 12. und 14. Alterstag der Jungen), Nest S5. — *Numbers of feeds and faecal pellets at different times of day; based on three dawn-to-dusk watches at nest S5.*

Tageszeit <i>Time of day</i>	Anzahl Fütterungen <i>Average number of feeds</i>	Anzahl Kotballen <i>Number of pellets</i>	Anzahl Fütterungen pro Kotballen <i>Number of feeds per pellet</i>
05.31—10.30	125,3	32,0	3,9
10.31—15.30	193,0	34,3	5,6
15.31—20.30	110,0	28,0	3,9

Um zu klären, ob die Futtermenge am Mittag als Folge der hohen Fütterungsfrequenz grösser als vorher oder nachher war, kontrollierte ich, wie häufig die Nestlinge Kotballen abgaben, was sich als ungefähres Mass für die Menge des aufgenommenen Futters verwenden lässt. Entsprechend dem Verlauf der Fütterungsfrequenz (Abb. 7) teilte ich den Tag in drei Zeitabschnitte ein, nämlich den Morgen (5.31—10.30 h), die Mittagszeit (10.31—15.30 h) und den Abend (15.31—20.30 h). Die erste Fütterungsstunde wurde weggelassen, da oft Kot vor Fütterungsbeginn abgegeben und zu dieser Zeit weggetragen wird. Wie Tab. 5 zeigt, bleibt die Zahl der abgegebenen Kotballen in jedem 5-Stunden-Abschnitt trotz variierender Fütterungszahl ziemlich konstant. Dieser Befund spricht dafür, dass die Gesamtfuttermenge, die innert fünf Stunden zum Nest gebracht wird, in allen drei Tagesabschnitten ungefähr dieselbe ist. Offenbar wird durch die um die Tagesmitte erhöhte Fütterungsfrequenz lediglich dafür ein Ausgleich geschaffen, dass die verabreichten Futterportionen durchschnittlich kleiner sind als zu den anderen Tageszeiten.

Fütterungsfrequenz bei Erst- und Zweitbruten

Dem nachfolgenden Vergleich liegen Beobachtungen an je zwei Erst- und Zweitbruten im Eigenthal zugrunde. Das eine Paar brütete bei der Zweitbrut (E 8') im selben Biotop am Bach wie bei der Erstbrut (E 8). Das andere zog seine Erst-

³ Die Länge der Beutetiere wurde anhand der Schnabellänge geschätzt und mit Futterproben verglichen.

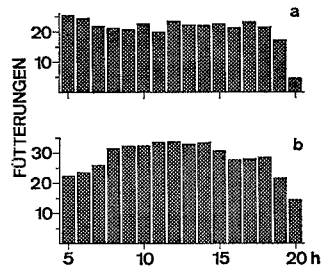


ABB. 9. Stündlich Fütterungsfrequenz im Tagesverlauf. Zweitbruten, Eigenthal, je ein Nest am Bach (E 8') und an einem Bauernhof (E 6'): a) Nest E 6', Durchschnitt des 3. und 5.—12. Tages; b) Nest E 8', Durchschnitt des 7. und 9.—13. Tages. — *Diurnal pattern of feeding frequency. Second broods only, Eigenthal: a) Farmstead nest E 6', average of days 3 and 5—12; b) Riverside nest E 8', average of days 7 and 9—13.*

brut (E 6) am Bach, die Zweitbrut dagegen 150 m abseits an einem Bauernhof auf (E 6').

Wie Abb. 6 zeigt, lag das Tagestotal der Fütterungen bei den beiden Zweitbruten im Juli höher als bei den entsprechenden Erstbruten im Juni. Die Zweitbrut E 6' wurde vom 6. Tag an intensiver gefüttert als die entsprechende Erstbrut E 6, im Durchschnitt 1,3mal häufiger, obwohl die Nestlingszahl bei den beiden Bruten gleich gross war. Der Unterschied war zwischen dem 7. und 10. Tag am grössten (Faktor 1.5). Trotzdem sie häufiger gefüttert wurden nahmen die Jungen der Zweitbrut nicht stärker an Gewicht zu.

Der ausgeglichene Verlauf der Fütterungsfrequenz bei den beiden Erstbruten ist bereits im vorherigen Kapitel besprochen worden (Abb. 8). Auch bei der Zweitbrut dieser Paare verlief die Fütterungsfrequenz ziemlich ausgeglichen, wenn auch die stündlichen Fütterungszahlen höher lagen (Abb. 9). Es stellt sich die Frage, warum die Jungen der Zweitbruten intensiver gefüttert wurden: Beide Elternpaare verfütterten bedeutend mehr Fluginsekten als bei der Erstbrut, wo ich nie mehr als 50 Flugfänge pro Stunde zählte. Im Gegensatz zur Erstbrut fingen sie die ersten Fluginsekten bereits kurz nach Fütterungsbeginn am frühen Morgen, und um die Tagesmitte verfütterten sie rund 120 pro Stunde oder mehr. Am 9. 7. 1970 beispielsweise zählte ich von 11.31—12.30 h 243 gefangene Fluginsekten. Wie bereits früher erwähnt, scheint die Futtermenge und möglicherweise auch der Gehalt an Nährstoffen bei den einzelnen Fütterungen geringer zu sein, wenn vor allem kleine Fluginsekten gefüttert werden. Vermutlich ist das der Grund, warum spätere Bruten häufiger gefüttert wurden. Es bleibt aber zu klären, ob das generell der Fall ist.

Gelegegrösse

Die Gelege der Bergstelzen sind am Anfang der Brutperiode am grössten und bleiben bis Mitte Juni ziemlich konstant. Nachher nimmt die Eizahl etwas ab (Tab. 6). Es ist aber zu beachten, dass das Material aus der Zeit nach Mitte Mai ziemlich klein ist. Nach LACK (1954) ist die Gelegegrösse so angepasst, dass die

TABELLE 6. Gelegegrösse der Bergstelze im Verlauf der Brutperiode, ermittelt anhand von Nestkarten der Vogelwarte Sempach bis und mit 1971, ganze Schweiz. — *Seasonal variation of clutch-size in Grey Wagtails, based on all nest record cards for Switzerland up to 1971.*

Ablage des 1. Eies <i>Start of the clutch</i>	Gelegegrösse (Anzahl Eier) <i>Clutch-size</i>							n	Mittlere Gelegegrösse <i>Mean clutch-size</i>
	2	3	4	5	6	7	8		
20. 3.—18. 4.	1	—	4	31	32	—	1	69	5,41
19. 4.—18. 5.	—	—	1	18	23	1	—	43	5,56
19. 5.—17. 6.	—	—	1	8	9	—	—	18	5,44
18. 6.—17. 7.	—	—	4	13	2	—	—	19	4,89
18. 7.—16. 8.	—	1	1	—	—	—	—	2	3,50
Total	1	1	11	70	66	1	1	151	5,36

Altvögel eine maximale Zahl von Nestlingen erfolgreich aufziehen können. Meist ändert sich die Gelegegrösse mit fortschreitender Brutperiode. Bei Kohl- und Blaumeisen *Parus major* und *caeruleus* beispielsweise sind die Gelege um so grösser, je früher das ♀ mit der Eiablage beginnt (GIBB 1950, KLUIJVER 1950, LACK 1955, PERRINS 1965). Bei Amsel *Turdus merula* (SNOW 1958), Haus- und Feldsperling *Passer domesticus* und *montanus* (SEEL 1968) dagegen steigt die Gelegegrösse anfänglich etwas an, nimmt aber mit fortschreitender Brutperiode wieder ab. Diese Veränderungen scheinen eine Anpassung an das Futterangebot während der Aufzuchtzeit der Nestlinge zu sein (GIBB 1950, PERRINS 1965). Wenn das Futter im Verlauf der Brutsaison knapper wird, ist es vorteilhafter, eine kleinere Anzahl von Jungen erfolgreich aufzuziehen als viele, die nicht ausreichend gefüttert werden können. Die Abnahme der Gelegegrösse im letzten Drittel der Brutperiode bei der Bergstelze deutet an, dass es zu dieser Zeit schwieriger ist genügend Futter für die Nestlinge zu finden. Den gleichen Schluss legt auch die erhöhte Fütterungsfrequenz bei den Zweitbruten im Juli nahe.

Diskussion

Wahl des Futterbiotopes

Bei der Aufzucht ihrer Jungen müssen die Bergstelzen das Futterangebot ihres Biotopes optimal ausschöpfen, damit sie die verfügbare Energie und Zeit optimal ausnützen können. Sie sollten sich daher auf das ergiebigste Futtergebiet konzentrieren, in dem sie die Beute für ihre Nestlinge am leichtesten und raschesten finden. Wenn sich dieses Futterangebot verändert und es schwierig wird, das benötigte Futter innert nützlicher Frist zu finden, müssen die Altvögel auf eine bessere Futterquelle umstellen.

Welcher Futterraum am ergiebigsten ist, hängt in erster Linie von seinem Futterangebot und seiner Entfernung vom Nest ab. Eine wichtige Rolle spielen auch die Grösse und die Häufigkeit der Beute. Ebenso wichtig ist die Zeit, die der Altvogel braucht, um seine Beute zu fangen und für die Nestlinge mundgerecht zu machen, wie ROYAMA (1970) ganz deutlich zeigt. Eine Futterquelle weit weg vom Nest ist vor allem dann lohnenswert, wenn die Beute dort gross und häufig ist. Eine Futterquelle in unmittelbarer Nestnähe andererseits ist selbst dann günstig, wenn die Altvögel dort nur kleinere Insekten finden. Wie bereits erwähnt, fütterte ein Paar (S 5) in Sempach am Bach seine Jungen am Vor-

mittag hauptsächlich mit Futter von einem 45 m entfernten Acker (Abb. 1). Es handelte sich zum Teil um recht grosse Beute, die oft einzeln verfüttert wurde. Gegen Mittag aber fütterten sie fast ausschliesslich kleine Insekten, die sie in grosser Zahl direkt vor dem Nest in der Luft fingen. Diese Fluginsekten waren in den wärmeren Tageszeiten sehr zahlreich und leicht zu erbeuten und deshalb wohl als Futter günstiger als die Larven und grossen Fliegen vom weiter entfernten Acker.

Fütterungsfrequenz und Beutegrösse

VON HAARTMAN (1953) zeigte anhand von Experimenten am Nest des Trauerschnäppers *Ficedula hypoleuca*, dass der Hunger der Jungen, ausgedrückt durch ihre Bettelintensität (Rufen und Sperren), die Fütterungsaktivität der Eltern reguliert: je intensiver die Nestlinge betteln, desto häufiger füttern die Eltern. Diese Beobachtung dürfte auch für die Bergstelzen zutreffen. Das Futterbedürfnis der Nestlinge muss von den Eltern durch eine entsprechende Futtermenge gestillt werden. Wie häufig sie füttern müssen, um diese Menge ans Nest zu bringen, hängt von der Anzahl und der Grösse der Beutetiere bei den einzelnen Fütterungen ab. ROYAMA (1966) hat bei Kohlmeisen *Parus major*, die nur ein Insekt pro Fütterung verfüttern, beobachtet, dass mit steigender Fütterungsfrequenz die Grösse der Beute abnimmt. Bei intensiver Frequenz bringen sie vor allem kleine Raupen zum Nest, bei langsamer Folge der Fütterungen aber hauptsächlich grosse.

Wie Futterproben und Beobachtungen zeigten, waren bei den untersuchten Bergstelzen die Beutetiere am Mittag bei den einzelnen Fütterungen kleiner als am Vormittag und Abend. Da die Zahl der Kotballen am Mittag aber trotz der intensiveren Fütterungsfrequenz nicht anstieg (Tab. 5), scheint die Futtermenge trotz der grösseren Zahl von Insekten bei den einzelnen Futterportionen kleiner zu sein. Möglicherweise sind diese Imagines mit viel Chitin zudem weniger nahrhaft und schwerer verdauulich als Larven. Die hohe Fütterungsintensität am Mittag dürfte daher eine Kompensation für die geringere Grösse dieser aus Fluginsekten bestehenden Futterportionen sein. Es scheint, dass die Bergstelzen sich in erster Linie auf die ergiebigste Futterquelle konzentrieren und die Fütterungsfrequenz auf die in den Einzelportionen enthaltene Futtermenge abstimmen müssen, die je nach der Art der Beute variiert.

Legebeginn

Auffällig ist der frühe Legebeginn der Bergstelzen. Die Erstbrut wird im allgemeinen Ende März oder anfangs April begonnen (SCHWARZ in GLUTZ 1962). Zu dieser Zeit ist das Bachufer oft noch zugeschneit und stellenweise vereist. Viele für die Futtersuche günstige Stellen (Abb. 4) sind also zum vornherein unzugänglich, was die Futtersuche im Bachgebiet erschweren dürfte. Der Bedarf des ♀ an Futter dürfte vor der Eiablage ziemlich gross sein, muss es doch in kurzer Zeit ein Gelege formen, das bei Kleinvögeln im allgemeinen mehr als 50 % des eigenen Körpergewichtes ausmacht (PERRINS 1970). Dafür dürfte das Futterangebot am Bach um diese Zeit kaum ausreichen. Beobachtungen zeigen, dass sich Bergstelzen zur Zeit des Nestbaues und der Eiablage nur sporadisch im spätern Brutgebiet aufhalten. Wahrscheinlich finden sie anderswo ergiebigere Futterquellen, doch ist nicht bekannt, wo sie sich während den langen Abwesenheitsperioden vom Bach aufhalten.

Da die Bergstelzen trotz dieser Schwierigkeit bei der Futtersuche so früh mit der Eiablage beginnen, muss der frühe Brutbeginn sehr vorteilhaft sein. Es stellt sich die Frage, worin dieser Vorteil liegt. Die gesamte Brutperiode umfasst $4\frac{1}{2}$ Monate (Ende März bis Anfang August), was leicht für zwei, doch recht selten für drei Bruten ausreicht (SCHWARZ in GLUTZ 1962). Es wäre also möglich, die Erstbrut später zu beginnen und trotzdem zwei Bruten erfolgreich aufzuziehen. Vermutlich liegt der Vorteil der frühen Erstbruten darin, dass die Zweitbrut früher aufgezogen werden kann. Wie bereits erwähnt, wurden die Nestlinge der zwei beobachteten Zweitbruten trotz gleicher Jungenzahl häufiger gefüttert als die der Erstbrut. Wenn dieser Befund generell zutrifft, so wären die Jungen verhältnismässig früh begonnener Zweitbruten leichter aufzuziehen, da sie weniger intensiv gefüttert werden müssen. Um aber diese Frage zu klären, sind eingehendere Beobachtungen erforderlich.

ZUSAMMENFASSUNG

1. Die vorliegende Arbeit stützt sich auf 750 Beobachtungsstunden an Nestern der Bergstelze in Sempach LU (500 m ü. M.) und im Eigenthal LU (1000 m ü. M.) aus den Jahren 1963, 1965 und 1970.
2. Bergstelzen suchen das Futter zur Brutzeit vornehmlich am Bach, am Ufer und im Flug darüber. In Sempach entstammte (abgesehen vom Flugfang) 77 % der Beute aus seichtem Wasser, der Rest vom Ufer; im Eigenthal dagegen nur 9 % aus dem Wasser und 91 % aus dem Ufergeröll. Die Differenz ist auf das unterschiedliche Querprofil der beiden Bäche (wenig seichte Stellen im Eigenthal) zurückzuführen. — Gelegentlich aufgesucht wurden Äcker und Viehweiden, ferner Kiesplätze, Wegränder sowie bei Nestern an Bauernhöfen Miststock und Jauchesammler. Wiesen mit hohem und dichtem Graswuchs wurden gemieden. — Futterproben am Nest enthielten vor allem Diptera, Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera.
3. Die Zahl der täglichen Fütterungen nahm mit steigendem Alter der Nestlinge zu und erreichte 2—4 Tage vor dem Ausfliegen das Maximum (rund 80—110 Fütterungen pro Tag und Nestling). Bis zum Ausfliegen (ca. 14. Lebenstag) war dann eine leichte Abnahme festzustellen.
4. Das Gewicht der Nestlinge nahm in den ersten acht Lebenstagen im Durchschnitt täglich um 2,2 g zu. Schon am neunten Tag erreichten die Nestlinge beinahe das spätere Ausfliegegewicht von rund 17 g.
5. Die Kotballen wurden in den ersten Aufzuchttagen von den Altvögeln gefressen, nachher im Bach deponiert. Abseits eines Baches brütende Paare brachten die Kotballen zum nächsten Brunnentrog oder zu andern Wasserstellen.
6. Die stündliche Fütterungsfrequenz zeigte im Tagesablauf nur geringe Schwankungen, wenn während des ganzen Tages Futter ähnlicher Grösse und Zusammensetzung zugetragen wurde, wie es meist der Fall war. Bei zwei Bruten (Sempach) stieg die Fütterungsfrequenz über die Tagesmitte (9.30—14.30 h) stark an, verbunden mit einer Umstellung auf kleinere Beute, vor allem Fluginsekten (schwärmende Nematocera, Plecoptera, Ephemeroptera). Durch die erhöhte Fütterungsfrequenz wurde wohl die geringere Grösse der verfütterten Portionen kompensiert; dass die verabreichte Futtermenge im mittleren Tagesabschnitt keine Steigerung erfuhr, wird durch Befunde über die Kotabgabe der Nestlinge wahrscheinlich gemacht.
7. Nestlinge von Zweitbruten im Juli wurden im Eigenthal gegenüber denen der Erstbruten vom 6. Tag an häufiger gefüttert, ohne aber entsprechend stärker zuzunehmen (gleiche Nestlingszahl). Fluginsekten bildeten eine Hauptfutterquelle, und die Futtermenge (und Qualität?) in den einzelnen Futterportionen schien geringer zu sein. Möglicherweise sind solche späten Zweitbruten allgemein schwieriger aufzuziehen als frühzeitig begonnene, was mit der Abnahme der mittleren Gelegegrösse ab Mitte Juni im Einklang stehen würde.
8. Der Einfluss der verfügbaren Beute auf die Wahl des Futterraumes, das Verhältnis zwischen Beutegrösse und Fütterungsintensität sowie der mögliche Vorteil des auffallend frühen Legebeginns werden diskutiert.

SUMMARY

1. The present study is based on 750 hours of observation at Grey Wagtail nests in two areas near Lucerne: Sempach (500 m above sea level) and Eigenthal (1000 m) — in 1963, 1965 and 1970.
2. During the breeding season Grey Wagtails forage mainly along rivers, searching in the water and along the banks and also «flycatching» over the water. At Sempach the rivers are generally shallower than at Eigenthal and this is reflected in the food spectra at the two sites; aquatic animals comprised 77 % of the non-aerial prey taken at the former but only 9 % at the latter. — Grey Wagtails sometimes forage in meadows and on ploughed fields, but areas with dense vegetation are avoided, possibly because their long tail would be a hindrance in such a habitat. Several pairs used foot-paths and areas of gravel as feeding sites and pairs nesting at farmsteads also utilised manure-heaps. — Food samples taken from nestlings consisted largely of Diptera, Ephemeroptera, Trichoptera and Plecoptera, but included other adult and larval insects as well as a few spiders.
3. Nestlings increased in weight by an average of 2.2 g per day and reached about 17 g on the 9th day; they fledged at this weight on about the 14th day.
4. Faecal pellets were swallowed by the parents for the first few days after hatching; thereafter they were carried to the river. Pairs nesting away from the river dropped the pellets into the nearest spring or other water-source.
5. The number of feeds per day increased with nestling age until 2—4 days before fledging. Most pairs showed little variation in feeding rate through the day and this was correlated with relatively constant feed size and composition. However two pairs nesting by the river at Sempach showed a midday peak in feeding frequency coinciding with a switch to smaller prey, such as mosquitos and small Ephemeroptera and Plecoptera. No increase in excretion rate was observed during this period suggesting that the higher feeding rates were compensating the smaller prey size.
6. Broods of the same size were fed less frequently in June than in July. Nestling weights were however similar in both months probably because the July feeds were both smaller and of poorer quality. This suggests that it is important to rear the second brood as early as possible, an idea supported by the smaller clutch sizes of the later broods.

LITERATUR

- BUSSMANN, J. (1933): Experiments with the terragraph on the activities of nesting birds. Bird Banding 4: 33—40.
- EGGEBRECHT, E. (1939): Zur Brutbiologie der Gebirgsbachstelze *Motacilla cinerea* Tunst. Orn. Monatsber. 47: 109—117.
- FRIELING, F. (1953): Bergstelze *Motacilla c. cinerea* Tunst., brütet abseits vom Wasser. Beitr. Vogelk. 3: 123.
- GIBB, J. (1950): The breeding biology of the Great and Blue Titmice. Ibis 92: 507—539.
- GLUTZ VON BLOTZHEIM, U. N. (1962): Die Brutvögel der Schweiz. Aarau.
- HAARTMAN, L. VON (1953): Was reizt den Trauerfliegenschnäpper (*Muscicapa hypoleuca*) zum Füttern? Vogelwarte 16: 157—164.
- (1954): Der Trauerfliegenschnäpper. III. Nahrungsbiologie. Act. Zool. Fenn. 83: 1—96.
- HAHN, W. (1950): Bergstelze nistet abseits vom Wasser. Vogelwelt 71: 207.
- HERROELEN, P. (1955): Over de Grote Gele Kwikstaart, *Motacilla cinerea* Tunst. Gerfaut 45: 117—126.
- HEYN, D. (1969): Gebirgsstelzen-Notizen. Falke 16: 376—379.
- HORST, F. (1951): Über offenes Nisten der Bergstelze. Vogelwelt 72: 192.
- KLUIJVER, H. N. (1933): Bijdrage tot de biologie en de ecologie van den spreeuw (*Sturnus vulgaris vulgaris* L.) gedurende zijn voortplantingstijd. Versl. Meded. Plantenziektenk. Dienst Wageningen 69: 1—145.
- (1950): Daily routines of the Great Tit, *Parus m. major* L. Ardea 38: 99—135.
- KRÜGER, K. (1959): Gebirgsbachstelze zieht zwei Bruten im gleichen Nest auf. Falke 6: 177—178.
- LACK, D. (1954): The regulation of animal numbers. Oxford.
- (1955): British Tits (*Parus* spp.) in nesting boxes. Ardea 43: 50—84.

- MOREAU, R. E. (1949): The African Mountain Wagtail *Motacilla clara* at the nest. Ornithologie als biol. Wissensch.; Festschr. Erwin Stresemann: 183—191. Heidelberg.
- NIETHAMMER, G. (1937): Handbuch der deutschen Vogelkunde. Band I. Leipzig.
- PERRINS, C. M. (1965): Population fluctuations and clutch-size in the Great Tit, *Parus major* L. J. Anim. Ecol. 34: 601—647.
- (1970): The timing of birds' breeding season. Ibis 112: 242—255.
- ROSHARDT, P. A. (1927): Von der Gebirgsbachstelze, *Motacilla b. boarula* L. Orn. Beob. 24: 129—134.
- ROYAMA, T. (1966): Factors governing feeding rate, food requirement and brood-size of nestling Great Tits *Parus major*. Ibis 108: 313—347.
- (1970): Factors governing the hunting behaviour and selection of food by the Great Tit (*Parus major* L.) J. Anim. Ecol. 39: 619—668.
- SCHIFFERLI, A. (1961): Einige Beobachtungen am Nest der Bergstelze (*Motacilla cinerea*). Orn. Beob. 58: 125—133.
- SCHOENEMUND, E. (1930): Eintagsfliegen oder Ephemeroptera. Jena.
- SCHÜCKING, A. (1963): Beobachtungen am Nest der Gebirgsstelze (*Motacilla cinerea*). Orn. Mitt. 15: 183.
- SEEL, D. C. (1968): Clutch-size, incubation and hatching success in the House Sparrow and Tree Sparrow (*Passer* spp.) at Oxford. Ibis 110: 270—282.
- SMITH, ST. (1950): The Yellow Wagtail. London.
- SNOW, D. W. (1958): The breeding of the Black Bird, *Turdus merula*, at Oxford. Ibis 100: 1—30.
- TANTOW, F. (1933): Von der Gebirgsbachstelze bei Hamburg. Orn. Monatsber. 41: 106—108.

L. Schifferli, Edward Grey Institute of Field Ornithology,
South Parks Road, Oxford OX1 3 PS, England