

Ökol. Vögel (Ecol. Birds) 2, 1980: 43-91

Aus dem Institut für Biologie III, Abt. Verhaltensphysiologie der Universität Tübingen und dem Lehrstuhl für Ökologie der RWTH Aachen

Ernährung und Nahrungsstrategie des Stieglitzes *Carduelis carduelis* L.

Food and Feeding Strategy of the European Goldfinch *Carduelis carduelis* L.

Von Erich Glück

Key words: European Goldfinch, *Carduelis carduelis*, food, foodplants, feeding postures, feeding behaviour, behaviour, feeding strategy, distribution of nests in relation to feeding areas, foraging behaviour, inspection flights, grouping behaviour, mechanisms for food providing, caloric content of seeds, foraging effectivity, oxygen consumption.

Zusammenfassung

Eine Population des Stieglitzes *Carduelis carduelis* wurde im nördlichen Vorland der Schwäbischen Alb in einem Streuobstwiesenbiotop, an der Limburg ($48^{\circ}36'/9^{\circ}38'$), 4 Jahre (1974-1977) hindurch untersucht. Der Brutbestand konnte in allen Jahren nahezu vollständig erfaßt werden.

1. Der Stieglitz ernährt sich fast ausschließlich vegetabilisch (Tab. 1, 2, 3, Abb. 2). In der Brutzeit verzehrt er milchreife Samen. Der Wechsel und die Zusammensetzung der Nahrung werden beschrieben. Die tierische Nahrung macht während der Brutzeit 2% der Gesamtnahrung aus.
2. Die Körperstellungen und Bewegungsweisen des Stieglitzes beim Nahrungserwerb an den einzelnen Pflanzenarten (Tab. 4, Abb. 3) und die verschiedenen Bearbeitungsweisen der Samenträger (Tab. 5) werden geschildert. Die Gewinnung der tierischen Nahrung wird beschrieben.
3. Zum Auffinden von Nahrungsgebieten führt der Stieglitz Areal- und Pflanzensuchflüge aus. Die Lage und Verteilung der Nahrungsflächen im Brutzeitverlauf (1976 exemplarisch), und die gebietsräumliche Lage der Nester in Beziehung zu den Nahrungsgebieten werden dargestellt (Abb. 5). Die gesicherte mittlere Entfernung zwischen Nest und Nahrungsgebiet beträgt 150 Meter. Der Stieglitz wandert während der Brutzeit in optimale Nahrungsgebiete ein. Er holt seine Nahrung auf Flächen, auf denen die betreffenden Nahrungs-pflanze eine hohe Dichte erreicht.
4. Das Verhalten des Stieglitzes bei der Nahrungsaufnahme (Einzelvogel, Paar, Gruppe) wird beschrieben. Mitglieder einer Nestgruppe können beim gemeinsamen Fressen innerhalb des Gruppenterritoriums gegenseitig in die Nestreviere einfliegen, ohne daß dies zu Aggressionen führt. Gruppenfremde Individuen, die im Gebiet der Nestgruppe Nahrung suchen, werden vom jeweiligen Nestrevierinhaber vertrieben. Außerhalb des Areals einer Nestgruppe suchen u.U. mehrere Nestgruppen zusammen Nahrung. Jeder Fressphase schließt sich ausgiebiges Schnabelwischen an.

Anschrift des Verfassers:

Erich G l ü c k , Lehrstuhl für Biologie V (Ökologie) der RWTH, Kopernikusstr. 16, 5100 Aachen

5. Die Mechanismen zur Sicherstellung der Nahrung (Nahrungssuchflüge, Inspektionsflüge zur Vorprüfung eines Nahrungsgebietes durch „ältere Individuen“, Gruppentreffen und anschließendes gemeinsames Einfliegen in Nahrungsgebiete, Gesangsstraßen, Anlocken durch im Nahrungsareal fressende Vögel, Jungesellen) werden beschrieben.

6. Der Nährwertgehalt der milchreifen Samen von 20 Nahrungspflanzen wurde bestimmt. Die Samen der Pflanzenarten weisen unterschiedliche Anteile an Wasser, Lipiden, Proteinen und Kohlehydraten auf (Tab. 6). Der tägliche Nahrungsbedarf eines Stieglitzes auf der Basis dieser Werte wurde errechnet (Tab. 7). Die Ergiebigkeit der Pflanzenarten (Tab. 8) und die Nahrungseffizienz für den Stieglitz wurden berechnet (Tab. 9).

7. Der Sauerstoffverbrauch des Stieglitzes in der Aktivitäts- und Ruhephase wurde gemessen (Tab. 10). Bei „offenliegenden“ Samen ist der Sauerstoffverbrauch signifikant geringer als bei „versteckten“. „Versteckte“ Pflanzen zu gewinnen ist für den Stieglitz energetisch ungünstiger.

Summary

A population of European Goldfinch was investigated for a period of four years (1974–1977) in the northern foreland of the Swabian Albs in orchards on the “Limburg” (48° 36' N/9° 38' E). The number of broods in each year could be almost completely ascertained.

1. The goldfinch feeds mainly on seeds of various plants (Table 1, 2, 3, Fig. 2). Table 1 shows a comparison with the food stuffs found by other authors for other regions. During the breeding season the goldfinch feeds on milky ripe seeds. The change and the composition of food is described. During the breeding season animal food comprised about 2% of the overall food intake.
2. The postures and mode of movement of the goldfinch whilst procuring food on each type of plant (Table 4, 5, Fig. 3) and the different ways of utilization of the seed carriers are described, as is the obtainment of animal food.
3. In order to locate feeding regions the goldfinch makes test flights of certain areas and plants. The situation and distribution of feeding regions during the breeding season (1976) and the spatial position of nests in relation to these regions is depicted. The statistically certain mean distance between nest and feeding area was 150 m. The goldfinch migrates to the optimal feeding region during the breeding season. It procures its food from surfaces upon which the plants concerned are found in a high density.
4. The behaviour of the goldfinch (single bird, pairs, groups) during the intake of food is described. In the case of common feeding the members of a nesting group can reciprocally intrude into the territory of other pairs, as long as these are within the group territory: this does not lead to aggression. Individuals that do not belong to the nesting group, but look for food in the region of the nesting group are expelled by its members. Under certain conditions several nesting groups jointly look for food outside their own territory. At the conclusion of each feeding phase, there is an intensive “beak wiping session”.
5. The mechanisms involved in the guarantee of food provision (food-finding flights, inspection flights by older individuals to examine possible feeding regions, group meetings and finally collective flight into the feeding region, song streets, from nests to feeding zone marked by males that sing en route in tree tops, attraction by feeding birds already in the feeding area, bachelors that sing in the feeding region) are described.
6. The food value content of the milky ripe seeds from 20 plants was determined. The seeds of the different types of plants contained differing proportions of water, lipids proteins and carbohydrates (Table 6) and the daily food requirement of a goldfinch was also calculated on this basis (Table 7). The productivity of the plant types (Table 8) and the feeding efficiency for the goldfinch was also calculated (Table 9). Those plants that in the shortest time supply the feeding requirements of the goldfinch are the most suitable.
7. The oxygen consumption of the goldfinch was measured during the active and inactive phase (Table 10). In the case of open-lying seeds, the oxygen consumption was significantly lower than the concealed: to obtain such concealed plants is energetically unfavourable for the goldfinch.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	47
2.	Untersuchungsgebiet	49
3.	Material und Methodik	51
4.	Nahrung	52
4.1	Vegetabilische Nahrung	52
4.2	Animalische Nahrung	61
4.3	Gewinnungsweise der Nahrung	62
4.3.1	Körperstellungen und Bewegungsweisen	62
4.3.2	Bearbeitung der Samen	65
4.3.3	Gewinnung animalischer Nahrung	68
4.4	Strategien zur Ausnutzung von Nahrungsflächen	68
4.4.1	Nahrungssuchflüge	68
4.4.2	Verteilung der Nahrung	69
4.4.3	Nahrungspflanzendichte und Freßplätze	76
4.4.4.1	Verhalten bei der Nahrungsaufnahme	76
4.4.4.2	Verhalten beim Fressen in den Nahrungsgebieten innerhalb des Gesamtterritoriums einer Nestgruppe	77
4.4.4.3	Nahrungsaufnahme im Tagesverlauf und Komforthandlungen	78
4.4.4.4	Mechanismen zur Sicherstellung der Nahrung	78
4.5	Nährwertgehalt der Nahrungspflanzen	80
4.6	Gewinnungseffektivität	82
4.7	Stoffwechselfmessungen	84
5.	Diskussion	87
	Literatur	88

1. Einleitung

Die meisten Vogelarten ernähren sich überwiegend omnivor, eine ausschließlich vegetabilische Ernährungsweise ist selten. Jedoch bevorzugen viele Arten entweder animalische oder vegetabilische Nahrung. Die Zusammensetzung der Nahrung ist vielfach von ökologischen Faktoren, wie der Verfügbarkeit einzelner Nahrungskomponenten abhängig. Das Körnerfressen bei den Passeres ist verglichen mit dem Frucht- und Beerenfressen sicher erst sekundär erworben (u. a. ZISWILER 1965). Es darf als sicher gelten, daß alle Passeres ursprünglich Insekten- bzw. Beerenfresser waren. Auch innerhalb der meist körnerfressenden Fringillidae gibt es alle Übergänge von Arten mit einem großen Anteil animalischen Futters, beispielsweise *Fringilla coelebs* und *Fringilla montifringilla* (NEWTON 1967), Arten, die zumindest ihre Jungen mit animalischem Futter großziehen, beispielsweise *Crithagra* (NICOLAI 1959) und solchen Formen, die ihre Jungen überwiegend mit Samen großziehen, wie *Serinus* und *Carduelis* (EBER 1956, NICOLAI 1959, GLÜCK 1975). Die Abhängigkeit dieser Vögel von bestimmten Nahrungspflanzen führte zu einer Reihe von extremen Anpassungen wie extreme Körperstellungen, Fußgebrauch (PROMPTOV 1956, RÜGGERBERG 1955, 1960, THORPE 1956, WICKLER 1961, IMMELMANN 1962, KEAR 1962) und spezielle Umbildungen und Funktionsweisen des Schnabels (ZISWILER 1965, NICOLAI 1956). Auch die Zunge (EBER 1956), die Speicheldrüsen (ANTONY 1919, TICHOMIROV 1925), die Kopfmuskulatur (BEECHER 1953), das Kopfskelett (TORDOFF 1954, SOKOLOWSKI 1947, BOCK 1960, MÜLLER 1964) und der hörnerne Gaumen (ZISWILER 1965) erfuhren evolutive Veränderungen im Sinne von Anpassung an das Körnerfressen. Umgestaltet wurde auch der Verdauungstrakt und seine Organe (ZISWILER 1967), der Kropf (NIETHAMMER 1933), die Ösophagusdrüsen (KADEN 1936, ZIETSCHMANN et al. 1943), Drüsen- und Muskelmagen, sowie das Enzymspektrum (RENSCH 1948). Außerdem erfolgten öko-physiologische Umstellungen, wie das Wandern von *Loxia*, *Fringilla montifringilla* und *Carduelis flammea* (PEIPONEN 1962, 1967). Bei körnerfressenden Vögeln wurde gezeigt, daß Tiere mit größeren Schnäbeln dazu tendieren, größere Nahrung als ihre kleiner beschnäbelten Verwandten zu verzehren (u. a. LACK 1947, MORRIS 1955, HESPENHEIDE 1966, MYTON & FICKEN 1967, NEWTON 1967 und HOLYOAK 1970, WILLSON 1971, KEAR 1972). Nach WILLSON (1971) ist eine Bevorzugung von Körnernahrung nicht ausschließlich durch den Proteingehalt bestimmt (vgl. MAC FARLAND und GEORGE 1966, FIELD 1968, GARDARSSON & MOSS 1968, MARTIN 1968, BELL 1970, LIEFF et al. 1970), sondern der Fettgehalt ist ebenfalls für die Auswahl der Nahrung mitverantwortlich. Es erscheint auch wahrscheinlich, daß die Gewinnungseffektivität, d. h. die Geschwindigkeit des Öffnens, für die Wahl der Samen verantwortlich ist (ZISWILER 1965, WILLSON 1971). Von Bedeutung ist auch der Gehalt an Spurenelementen oder Vitaminen (u. a. RICHTER 1942, ALBRECHT 1945, BARNETT 1953, MICHAEL & BECKWITH 1955, KLEIN 1970, ZBINDEN 1978).

Jahreszeitliche Änderungen der Nahrungsquellen sind von vielen Vogelarten bekannt (Übersichten u. a. bei NAUMANN 1897–1905, COLLINGE 1913, SCHUSTER 1930, GROEBBELS 1932, STRESEMANN 1934, NIETHAMMER 1937, NORDBERG 1942, LACK 1954, BERND & MEISE 1959). Detailliertere Angaben zur jahreszeitlichen Änderung der Nahrung und Ernährungsgewohnheiten liegen vor über Passeres (PEARSON 1972), Fringilliden (EBER 1956, NEWTON 1967, KEAR 1972), *Spizella arborea* (WEST 1973), *Passer montanus* (DECKERT 1968, GRÜN 1975), *Passer domesticus* (SEEL 1969, GRÜN 1975), *Carpodacus erythrinus* (PEIPONEN 1974), *Pyrrhula pyrrhula* (NEWTON 1964), *Loxia curvirostra* (JUUTINEN 1953), *Acanthis cannabina* (TAST 1970), *Carduelis flammea* (PEIPONEN 1962, 1967), *Carduelis carduelis* (MIDDLETON 1970).

Die wechselnde Nahrungszusammensetzung kann exogen bedingt (PEIPONEN 1962) sein oder durch endogene Faktoren gesteuert werden (BERTHOLD 1976), oder diese beiden Faktoren wirken zusammen (z. B. STRESEMANN 1934, SOUMALAINEN 1934, KOENIG 1951, BRUNS & HABERKORN 1960, DOLNIK & BLYMENTAL 1964, DECKERT 1968, HINTZ & DEYER 1970, HOPPE 1973, GRÜN 1975).

Als Ernährungsstrategie bildeten manche Arten ein spezielles Sozialverhalten aus (CROOK 1963, 1965, HORN 1968, KREBS 1974). Von Bedeutung für eine Vogelart ist die Ernährungslage während der Fortpflanzungsperiode, da die Vögel in dieser Zeit nur einen begrenzten Aktionsraum um das Nest, je nach Art verschieden, einnehmen können. Für das Wachstum der Jungen ist nicht nur die Fütterungsaktivität der Eltern, sondern auch der Energiegehalt der Nahrung von entscheidender Bedeutung. Bei energetisch günstigen Pflanzen (hoher Energiegehalt pro Gramm Nahrung) können sich die Jungen schneller entwickeln und früher ausfliegen. Dadurch vermindert sich die Gefahr, daß sie von Nesträubern gefressen werden. Das kann den Bruterfolg der Art verbessern.

Werden beide Faktoren (Gewinnungseffektivität und Energiegehalt zusammengefaßt, so ergibt sich daraus die „Nahrungseffizienz“ einer Pflanze. Das heißt für einen Vogel ist die Pflanze am günstigsten, bei der er in der kürzesten Zeit seinen Energiebedarf abdecken kann. Somit kann der Stieglitz bei Pflanzenarten mit guter Nahrungseffizienz einen weiteren Weg vom Nest zum Nahrungsgebiet zurücklegen, als bei der Benützung von Samen mit geringerer Effizienz. Benützt der Stieglitz Samen geringerer Effizienz und muß weite Strecken vom Nest bis zum Nahrungsgebiet fliegen, schafft er für die Nestjungen nicht genügend „Nahrung“ heran. Die Folge ist, daß die zuletzt geschlüpften Jungvögel eingehen. Somit könnte jede Samenart einen „spezifischen Entfernungswert“ vom Nestplatz haben. Wird dieser Entfernungswert überschritten, ist der Nahrungsplatz mit der entsprechenden Pflanze für eine optimale Aufzucht der Jungen nicht mehr geeignet.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es:

1. Eine umfassende Darstellung der vom Stieglitz im Verlauf der Brutzeit gefressenen Pflanzen- und Tierarten zu geben und seine Bewegungsweisen bei der Nahrungsgewinnung an den verschiedenen Pflanzenarten und bei der Gewinnung animalischer Nahrung aufzuzeigen.

2. Die Nahrungssuchstrategien und das gruppenspezifische Verhalten im Kontext der Nahrungssuche herauszustellen.

3. Den Energiegehalt, der während der Brutzeit vom Stieglitz benutzten Pflanzensamen und die aus der Aufnahmegeschwindigkeit der Körner berechnete Effektivität an den einzelnen Pflanzenarten darzustellen.

4. Den unterschiedlichen Sauerstoffverbrauch von Stieglitzen bei unterschiedlicher Nahrung aufzuzeigen.

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. K. SCHMIDT-KÖNIG (Lehrstuhl Zoophysiology, Abt. Verhaltensphysiologie, Tübingen) für die Beratung und umfangreiche Förderung der Arbeit. Herzlich danken möchte ich Herrn Dr. B. LEISLER (Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie, Vogelwarte Radolfzell) für förderliche Diskussionen und sein stetes Interesse am Fortgang dieser Arbeit, und Herrn Dr. J. KIEPENHEUER (Abt. Verhaltensphysiologie, Tübingen) für seine wertvolle Hilfe bei der statistischen Auswertung der Daten. Weiter gilt mein Dank Herrn Dr. R. PRINZINGER (Lehrstuhl Zoophysiology, Tübingen) für die Ermöglichung der Stoffwechselformen. Für die Beratung bei den Untersuchungen zur Nährwertanalytik danke ich Herrn Dr. E. STOCK und Herrn Dipl. biochem. W. EICHLER (Lehrstuhl Biochemie, Tübingen). Für die Übersetzung der Zusammenfassung danke ich Frau Dr. H. COOPER-SCHLÜTER und für das Anfertigen der Abbildungen H. ENGELHARDT und M. SCHÖN.

2. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt südlich der Stadt Weilheim/Teck an der Limburg ($48^{\circ}36' E/9^{\circ}38' N$), einem Kegelberg vulkanischen Ursprungs im Vorland der Schwäbischen Alb (SW-Deutschland). Die Untersuchungsfläche erstreckt sich beidseits der sogenannten „Weinsteige“ und hat eine Größe von 40 ha. Im Norden ist das Gebiet durch Häuser der Stadt Weilheim abgegrenzt im Süden durch eine mit Büschen bewachsene extensiv genutzte Schafweide (Abb. 1). Das Areal steigt von 400 m NN im Norden bis 500 m NN im Süden an. Beiderseits der Weinsteige sind offene Gräben angelegt. Die seitlich abgehenden Feldwege haben einen der Bergseite zu gelegenen offenen Wassergräben, ihr Wasser fließt den Gräben der Weinsteige zu. Diese Wege, verbunden mit stark parzellierten Flächen erleichterten eine Kartierung der Beobachtungen.

Die Obstwiesen sind in der Mehrzahl von Birn- *Pyrus communis* 40% und Apfel- *Malus silvestris* 40%, sowie Kirschen *Prunus avium*, *Prunus cerasus* 12% und Zwetschgenbäumen *Prunus domestica* 8% bestanden. Die Bäume sind 40–60 Jahre alt, einige erheblich jünger (bis 10 Jahre).

Das Gebiet wird als Streuobstwiese genutzt. Diese für Süddeutschland typische Nutzungsform prägt in weiten Teilen das Aussehen der Umgebung. Veränderungen geschehen zum einen durch nur gelegentliches Baumschneiden im Winter, zum anderen durch sehr kleinflächiges Mähen in kürzeren Abständen (1–3mal im Jahr). Diese sehr extensive Nutzungsform kommt durch die kleinbäuerliche Bewirtschaftungsweise zustande, und wird heute zum Teil bereits aufgegeben (ULLRICH 1975). Die unterschiedlichen Besitzverhältnisse der Parzellen spiegeln sich in der Schnittfolge wieder. Vereinzelt nicht landwirtschaftlich genutzte Flä-



Abb. 1: Untersuchungsgebiet: Streuobstwiesen an der Limburg, südlich der Stadt Weilheim/Teck (Luftaufnahme, freigegeben durch den Reg.-Präsidenten in Darmstadt Nr. 510/74) – Study area: orchards on the Limburg, south of Weilheim/Teck

chen wurden in 2–3 wöchigem Abstand mittels Rasenmäher kahlgeschoren, während die Restfläche entweder als Futtergras Verwendung fand oder als Heu bzw. Ohmd von den Landwirten genutzt wurde.

Nach Westen und zum Teil nach Süden (s. Abb. 1) grenzt das Gebiet an freie Ackerflächen und vereinzelt an Baumschulen. Die letzteren sind vor allem beim Einzug der Stieglitze ins Brutgebiet von Bedeutung. Im oberen Teil der Untersuchungsfläche schließen sich an die Westseite Weinberge an. Außerdem befinden sich sechs Beerengärten (Stachelbeeren *Ribes grossularia*, Johannisbeeren *Ribes rubrum*, *R. nigrum*) mit einer Gesamtfläche von ca. 1 ha im Untersuchungsgebiet.

3. Material und Methodik

3.1 Freilanduntersuchungen

Den Hauptteil der Untersuchungen führte ich in den Jahren 1974–1977 durch. Das Untersuchungsgebiet beging ich während der Brutzeit ab 1974 an mindestens 4 Tagen in der Woche, 1975 an 5 Tagen und 1976 und 1977 täglich, wobei ich zwischen 8–15 Stunden beobachtete.

Die Jung- und Altvögel kennzeichnete ich mit einem Aluminiumring und ein bis drei Zelluloid-Farbringen der Vogelwarte Radolfzell, so daß jedes Tier individuell erkennbar war.

Ich führte von insgesamt 396 gefundenen Nestern Nestkarten. Die Lage der Nester, die Größe der Nestbezirke oder Reviere, sowie die dazugehörigen Nahrungsflächen wurden in Flurkarten (Maßstab 1:2500) eingetragen.

Die Ernährung der Vögel wurde durch direktes Beobachten mit Fernglas oder Spektiv bestimmt. Die Ernährung der Nestlinge konnte bei den Nestkontrollen mitbestimmt werden, da die Nahrung (Pflanzensamen, Tiere) durch die Kropfhaut sichtbar ist. Die Nahrungsart, Pflanzendichte und die Ausdehnung der Nahrungsareale wurde in Flurkarten eingetragen. Die Anzahl der Vögel und ihre jeweilige Gewinnungsweise der Nahrung wurde festgehalten. Die farbige Beringung der Individuen erlaubte eine zeitlich-räumliche Zuordnung von Nest- und Gruppenzugehörigkeit in Beziehung zum Nahrungsareal.

Lautäußerungen nahm ich mit einem tragbaren Uher-Tonbandgerät (Uher 4400 Report, Mikrofon Uher) und einem Parabolspiegel (GRAMPIAN, 70 cm Durchmesser) auf, und wertete sie mit einem Klangspektrographen der Kay Electric Company aus.

3.2 Laboruntersuchungen

3.2.1 Stoffwechseluntersuchungen

Der Sauerstoffverbrauch und die CO₂-Abgabe von 1 ♂ und 1 ♀ Stieglitz wurde im offenen System bei einer Umgebungstemperatur von 20° C gemessen (LD 12:12). Als Meßgeräte für O₂ und CO₂ dienten ein Hartmann u. Braun Magnos 2 T und URAS 2 T mit jeweils 2% Meßbereich. Der Meßluftdurchsatz betrug 30 l/h (Einzelheiten siehe PRINZINGER 1976). Die Vögel blieben 14 Tage in der Apparatur.

3.2.2 Nährwertanalyse von Nahrungselementen (Milchreife Samen der verschiedenen Nahrungspflanzen)

Von den Nahrungspflanzen, welche die Stieglitze zur Aufzucht ihrer Jungen verwendeten, sammelte ich 1–3 kg und lagerte sie in einem Gefrierschrank (Bosch) bei –22° C bis zu Beginn der Analyse. Die Samenköpfchen wurden aufgetaut und folgende Untersuchungen durchgeführt:

Fette:

Der Rohfettgehalt wurde in der Soxhlettapparatur mit Trichloräthylen als Lösungsmittel extrahiert, das Lösungsmittel in Vakuum abdestilliert und der Rohfettgehalt nach Trocknen und Abkühlen gewogen (BEYTHIEN & DIEMAIR 1972).

Proteine:

Das getrocknete, fettlose Rohmaterial wurde im Turrax zerkleinert und mit Fresenius Ringerlösung behandelt. Die Proteine mit Perchlorsäure (TCA-Fällung) gefällt und abzentrifugiert, getrocknet und gewogen (Methode pers. Mitteilung STOCK 1978).

Kohlehydrate:

Die Bestimmung der Kohlehydrate erfolgte mittels Anthron (BERGMEYER 1970).

Wasser:

Die abgewogene Probe frischer Samen wurde bei 90° C im Trockenschrank bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und zurückgewogen; die Differenz ergab den Wassergehalt.

3.2.3 Statistische Auswertung der Daten

Die Ergebnisse wurden folgenden statistischen Testverfahren unterworfen und auf ihre Signifikanz geprüft: Chi-Quadrat-Test, MANN-WHITNEY U-Test, (SIEGEL 1956, MARDIA 1972, SACHS 1974) und die p-Werte angegeben.

3.2.4 Definitionen:

Nestgruppe: Hat ein Paar seinen Nestplatz gefunden, so gruppieren sich um dieses weitere Paare in geringem Abstand. Der mittlere Abstand der Nester von 35 untersuchten Nestgruppen betrug 40 Meter (± 25 m, 99% Vertrauensbereich des Mittelwertes = ± 7 m). Eine Nestgruppe besteht aus 2 bis 5 Paaren. Die Mitglieder dieser Nestgruppen stehen in sozialem Kontakt. Sie führen mehrmals täglich Gruppentreffen durch, zu denen sie sich in einem bestimmten Areal innerhalb des Gruppenterritoriums einfinden. Individuen (bzw. Paare), die an diesen Gruppentreffen teilnahmen, wurden der Gruppe zugeordnet und ihre Nestabstände ausgemessen (s.o.), sie werden „Gruppenmitglieder“ genannt.

4. Nahrung

4.1 Vegetabilische Nahrung

Die Nahrung der Stieglitz wurde schon mehrfach in verschiedenen Gebieten untersucht: EBER (1956) in Schleswig-Holstein, SOKOLOWSKI (1962) in Polen, NEWTON (1967) in England, MIDDLETON (1970) in Australien (Tab. 1). In die Tabelle aufgenommen sind die Futterwahlversuche von SCHWARZ (1908), der beim Stieglitz und einigen anderen Finkenarten aber vollreife Samen verwendet hat und die Angaben von SABEL (1961). Die Angaben der anderen Autoren beziehen sich auf direkte Beobachtungen von Stieglitzen an den einzelnen Nahrungspflanzen. Interessant ist, daß der Stieglitz in Fütterungsversuchen (SCHWARZ 1908) die Körner von sehr vielen Pflanzen frißt, die er im Freiland offensichtlich nicht gewinnt (Tab. 1). Andererseits verschmäht er in Wahlversuchen einige Samenarten, die er im Freiland frißt; so beispielsweise die reifen Samen von *Pinus silvestris*, *Achillea millefolium*, *Helianthus annuus* und *Taraxacum officinale*. Eine Erklärung für dieses Wahlverhalten könnte sein, daß die Samen dieser Pflanzen in

Tab. 1 Nahrungspflanzen und gefressene reife Samen des Stieglitzes nach SCHWARZ (1908), SABEL (1961), SOKOLOWSKI (1962), NEWTON (1967), MIDDLETON (1970) und GLÜCK in den Jahren 1974-77 (Einzelheiten s. Text). - Foods of the Goldfinch after SCHWARZ (1908), SABEL (1961), SOKOLOWSKI (1962), NEWTON (1967), MIDDLETON (1970) and GLÜCK in the years from 1974 to 1977.

	SCHWARZ	SABEL	SOKOLOWSKI (Polen)	NEWTON (England)	MIDDLETON (Australien)	GLÜCK (SW- Deutsch- land)
<i>Larix europaea</i>	+					
<i>Picea excelsa</i>	+		+			
<i>Pinus montana</i> (<i>P. mugo</i>)	+					
<i>Pinus austriaca</i>	+					
<i>Pinus strobus</i>	+					
<i>Pinus silvestris</i>	-	-	+	+	-	+
<i>Alnus glutinosa</i>	+	+	+	+	-	+
<i>Alnus incana</i>	+					
<i>Betula alba</i>	+					+
<i>Betula verrucosa</i>			+			
<i>Betula</i> sp.		+		+		
<i>Platanus</i> sp.		+				
<i>Acer platanoides</i>			+			
<i>Amates cirdellaris</i>			+			
<i>Amates helveola</i>			+			
<i>Conistra rubiginea</i>			+			
<i>Xanthium strumarium</i>			+			
<i>Xanthium riparium</i>			+			
<i>Cosmea</i> sp.		+				
<i>Ulex europaeus</i>		+				
<i>Trifolium pratense</i>						+
<i>Oenothera biennis</i>					+	
<i>Juncus</i> sp.					+	
<i>Panicum miliaceum</i>	+		+			
<i>Echinochloa crus-galli</i>					+	
<i>Cynosurus cristatus</i>	+					
<i>Agrostis stolonifera</i>	+					
<i>Agrostis capillaris</i>	+					
<i>Agrostis schraderiana</i>	+					+
<i>Avena elatior</i>	+					
<i>Sesleria coerula</i>	+					
<i>Aera flexuosa</i>	+					
<i>Aera caespitosa</i>	+					
<i>Holcus lunatus</i>	+				+	
<i>Dactylis glomerata</i>	+					+
<i>Phleum pratense</i>						+
<i>Phleum</i> sp.				+		
<i>Lolium perenne</i>	+					
<i>Lolium multiflorum</i>	+					
<i>Bromus pratensis</i>	+					
<i>Bromus mollis</i>	+					
<i>Bromus giganteus</i>	+					

Tab. 1 (Fortsetzung)

	SCHWARZ	SABEL	SOKOLOWSKI (Polen)	NEWTON (England)	MIDDLETON (Australien)	GLÜCK (SW- Deutsch- land)
<i>Poa annua</i>				+		
<i>Poa nemoralis</i>	+					
<i>Poa pratensis</i>	+					
<i>Poa trivialis</i>	+					
<i>Poa compressa</i>	+					
<i>Festuca fluitans</i>	+					
<i>Festuca rubra</i>	+					
<i>Festuca duriscula</i>	+					
<i>Festuca pratensis</i>	+					
<i>Festuca angustifolia</i>	+					
<i>Festuca ovina</i>	+					
<i>Festuca elatior</i>	+					
<i>Anthocanthum pueli</i>	+					
<i>Alopecurus pratensis</i>	+					
<i>Milium effusum</i>	+					
<i>Phalaris canariensis</i>	+		+			
<i>Cannabis sativa</i>	+		+			
<i>Urtica pilulifera</i>	+					
<i>Urtica urens</i>	+					
<i>Urtica dioica</i>	+					
<i>Rumex acetosa</i>		+				+
<i>Rumex crispus</i>					+	
<i>Fagopyrum esculentum</i>	+					
<i>Polygonum aviculare</i>					+	
<i>Polygonum persica</i>					+	
<i>Rheum undulatum</i>	+					
<i>Spinacea oleracea</i>	+					
<i>Chenopodium album</i>					+	
<i>Chenopodium sp.</i>		+				
<i>Atriplex sp.</i>		+				+
<i>Amaranthus hybridus</i>					+	
<i>Stellaria media</i>			+	+		
<i>Papaver rhoeas</i>	+					
<i>Papaver somniferum</i>		+	+			
<i>Brassica rapa</i>	+					
<i>Brassica elongata</i>	+					
<i>Brassica napus</i>			+			
<i>Sinapis alba</i>	+					
<i>Raphanus radicularis</i>	+					
<i>Myagrum sativum</i>	+					
<i>Sysimbrium officinale</i>	+					
<i>Camelina microcarpa</i>		+				
<i>Filipendula ulmaria</i>				+		+
<i>Linum usitatissimum</i>	+		+			
<i>Myosotis sp.</i>		+				

Tab. I (Fortsetzung)

	SCHWARZ	SABEL	SOKOLOWSKI (Polen)	NEWTON (England)	MIDDLETON (Australien)	GLÜCK (SW- Deutsch- land)
<i>Anchusa officinalis</i>		+				
<i>Nepeta cataria</i>	+					
<i>Betonica officinalis</i>	+					
<i>Hyssopus officinalis</i>	+					
<i>Salvia pratensis</i>	+					
<i>Nicotiana tabacum</i>	+					
<i>Plantago major</i>						+
<i>Plantago lanceolata</i>	-				+	
<i>Dipsacus silvestris</i>	+	+				+
<i>Dipsacus laciniatus</i>	+					
<i>Dipsacus fullonum</i> (<i>D. sativus</i>)	+			+		
<i>Knautia arvensis</i>	-	+		+		+
<i>Succisa pratensis</i>		+				
<i>Lappa minor</i>	+					
<i>Carduus</i> sp.	+			+		+
<i>Carduus acanthoides</i>			+			
<i>Cirsium vulgare</i>		+		+	+	+
<i>Cirsium palustre</i>		+				
<i>Cirsium arvense</i>		+	+	+		+
<i>Cirsium oleraceum</i>		+	+			+
<i>Cirsium lanceolatum</i>			+	+		
<i>Arctium pubens</i>				+		
<i>Arctium lappa</i>		+	+			
<i>Arctium minus</i>			+	+		
<i>Arctium tomentosum</i>			+			
<i>Centaurea jacea</i>		+				+
<i>Centaurea cyanus</i>			+			
<i>Centaurea</i> sp.				+		
<i>Aster</i> sp.						+
<i>Aster dumosus</i>					+	
<i>Inula graveolans</i>					+	
<i>Inula helenium</i>				+		
<i>Senecio vulgaris</i>		+		+		+
<i>Senecio jacobaea</i>				+		
<i>Senecio squalidus</i>				+		
<i>Artemisia vulgaris</i>		+				
<i>Bellis perennis</i>	-				+	
<i>Achillea millefolium</i>	-	+				
<i>Erigeron bonariense</i>					+	
<i>Tussilago farfara</i>		-		+		+
<i>Bidens tripartitus</i>	+					
<i>Helianthus annuus</i>	-		+	-		+
<i>Cichorium intybus</i>	+	+	+			+
<i>Hypochoeris radicata</i>				+	+	

Tab. 1 (Fortsetzung)

	SCHWARZ	SABEL	SOKOLOWSKI (Polen)	NEWTON (England)	MIDDLETON (Australien)	GLÜCK (SW- Deutsch- land)
<i>Leontodon hispidus</i>						+
<i>Leontodon autumnalis</i>		+				
<i>Tragopogon pratensis</i>		+	+			+
<i>Picris hieratioides</i>						+
<i>Taraxacum officinale</i>	-	+	+	+	+	+
<i>Lactuca sativa</i>		+	+			
<i>Lactuca serriola</i>		+				
<i>Crepis biennis</i>						+
<i>Sonchus arvensis</i>				+		+
<i>Sonchus oleraceus</i>				+	+	+
<i>Sonchus asper</i>						+
<i>Sonchus</i> sp.		+			+	
<i>Calendula arvensis</i>					+	
<i>Solidago virgaurea</i>		+				
<i>Chondrilla juncea</i>		+				
<i>Chrysanthemum</i> sp.		+				
<i>Guizotia oleifera</i>	+					
<i>Zinnia</i> sp.					+	
<i>Liquidamber syraciflua</i>					+	
<i>Oenothera biennis</i>			+			
<i>Capsella bursa pastoris</i>			+			

vollreifem Zustand eine zu harte Schale aufweisen, die der Stieglitz nicht öffnen kann (vgl. SOKOLOWSKI 1962). Der Stieglitz kann die Samen von insgesamt 152 verschiedenen Pflanzenarten fressen (vgl. Tab. 1). Die meisten Samen, die der Stieglitz in natürlicher Umgebung gewinnt, holt er sich direkt aus den Samenständen der jeweiligen Pflanzen. Nur im Winter, wenn die Nahrung knapp wird, kann man ihn auch beim Aufsammeln einzelner Samen (z. B. von Disteln) vom Boden beobachten. Lokal bevorzugt er je nach Angebot unterschiedliche Samenarten. Er kann mehrere Pflanzenarten nebeneinander benutzen (s. Abb. 2). So konnte ich Stieglitze nacheinander an folgenden Pflanzen beobachten: *Cirsium oleraceum*, *Centaurea jacea* und *Filipendula ulmaria*. Auch die Nestlinge werden zeitweilig mit verschiedenen Samenarten gleichzeitig gefüttert.

Während der Brutzeit werden die Samen beinahe ausschließlich in milchreifem Zustand gefressen. Im Untersuchungsgebiet nutzten die Stieglitze die in Tab. 2 und 3 aufgeführten Nahrungspflanzen.

Im Jahresverlauf ändert sich die Nahrungszusammensetzung: auf dem Rückweg vom Winterquartier ernähren sie sich häufig von Kiefern Samen *Pinus silve-*

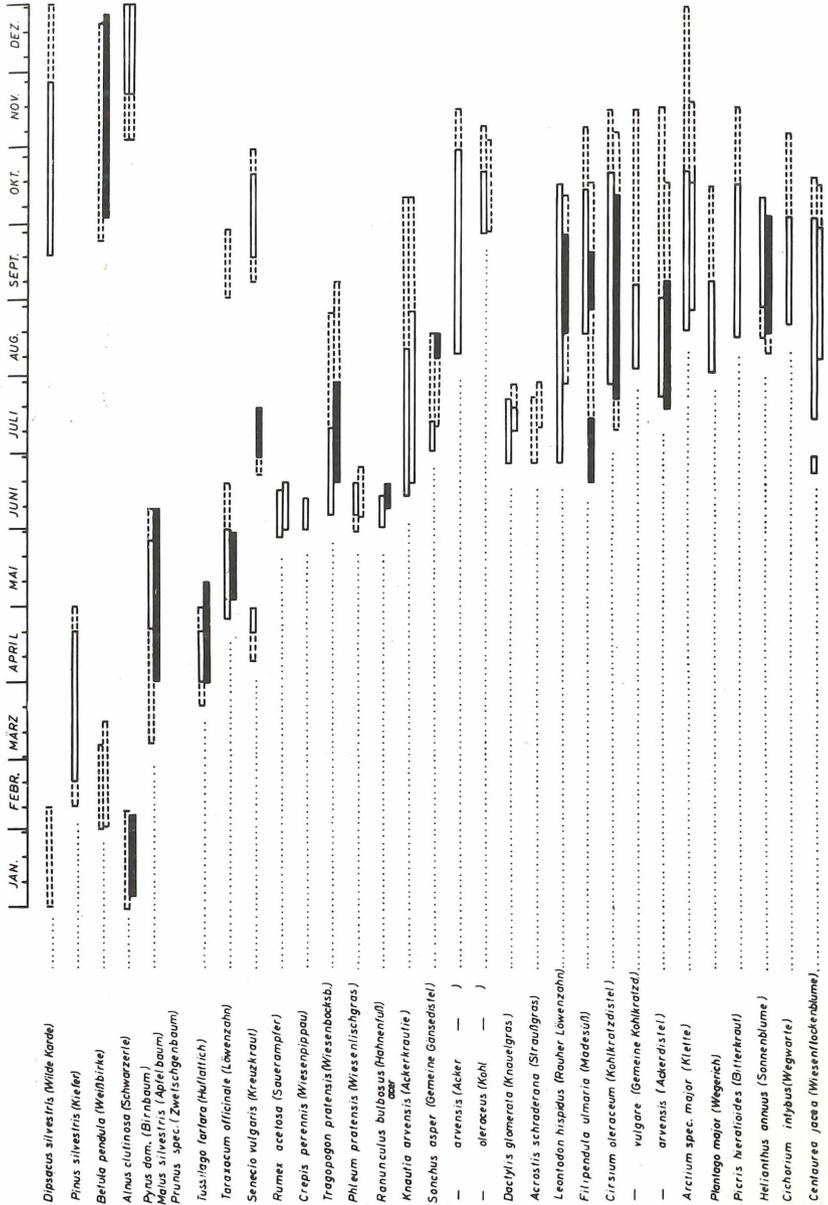


Abb. 2: Nahrungspflanzen des Stieglitzes im Jahresverlauf (untere Balken aus 1976, obere aus 1977, gestrichelt sporadisches Fressen, durchgezogen Hauptnutzungszeit der Pflanzenarten. — The main foods of the Goldfinch through the year (upper lines 1977, lines below 1976).

stris. Mit beginnender Samenreife des Huflattichs *Tussilago farfara* erscheinen im Albvorland die ersten größeren Stieglitztrupps. Die Stieglitze bevorzugen Plätze, an denen der Huflattich völlig frei wächst und die Vögel Gefahren rechtzeitig erkennen können. Bei Störungen ziehen sie sich auf höhere Bäume zurück oder wechseln das Nahrungsgebiet. Der nächste Nahrungsplatz ist in aller Regel 50–500 m vom vorigen entfernt. Nach dem Abernten des Huflattichs ernähren sich die Stieglitze meist von den Samen des Kreuzkrautes *Senecio vulgaris*. Dieses kann manchmal die Hauptnahrung in dieser Zeit ausmachen.

Senecio wächst meist auf den das Obstwiesengebiet anschließenden brachliegenden Äckern oder Baumschulen (z. B. zwischen eng gepflanzten Kieferersetzlingen). Als Zusatz werden die Knospen der Obstbäume gefressen. Später werden weitaus häufiger die Blüten dieser Bäume verzehrt (bis 45% der Gesamtnahrung). Die Stieglitze fressen die Staubblätter, Narben sowie den Blütenboden.

Etwa ab Ende April fressen sie beinahe ausschließlich (bis 73%) Löwenzahn *Taraxacum officinale*. Dieser ist im Gebiet fast überall anzutreffen. Auch hiervon werden die „milchreifen“ Samen verzehrt. Später werden gelegentlich von Vögeln, die keine Jungen haben, auch vollreife Körner abgelesen und verzehrt. Anfang Juni, mit zu Ende gehender Fruktifikationsperiode des Löwenzahns, werden innerhalb des Gebietes mehrere Pflanzenarten aufgesucht: Sauerampfer *Rumex acetosa* (18%) macht mit Wiesenpippau *Crepis perennis* (35%) den Hauptanteil der pflanzlichen Nahrung aus, daneben werden auch Wiesenbocksbart *Tragopogon pratensis*, Wiesenflockenblume *Centaurea jacea*, Hahnenfuß (*Ranunculus acer*, *R. bulbosus*) sowie Wiesenlischgras *Phleum pratense* gefressen. In der 1. Junidekade wurden neun verschiedene Futterquellen festgestellt. Dies läßt darauf schließen, daß entweder der Nahrungsgehalt oder aber das Vorkommen der einzelnen Pflanzenarten nicht ausreichend ist. *Crepis perennis* erreicht in dieser Zeit ein Maximum mit 35% der Gesamtnahrung. Der Sauerampfer *Rumex acetosa* hat mit 46% in der 2. Junidekade sein Maximum; *Tragopogon pratensis* erreicht 19% und *Knautia arvensis* 23%. Die übrigen Arten (*Poa annua*, *Centaurea jacea*, *Ranunculus*, *Crepis perennis*, *Leontodon hispidus* und *Taraxacum officinale*) füllen den Rest des Speisezettels. In der 3. Junidekade werden nur von vier Pflanzenarten die Samen gefressen; dabei erreicht *Knautia arvensis* den größten Anteil an der Nahrung mit 71%, dazu kommt *Dactylis glomerata* mit 15%, daneben werden noch *Rumex acetosa* und *Tragopogon pratense* verzehrt.

In der 1. Julidekade sinkt der Anteil von *Knautia arvensis* auf 13% und der von *Leontodon hispidus* steigt auf 34%. *Dactylis glomerata* erreicht 28%, den Rest machen *Sonchus asper*, *Centaurea jacea* und *Taraxacum officinale* aus. In der 2. Julidekade erreicht *Dactylis glomerata* ein Maximum mit 34%. Einen großen Anteil machen noch *Leontodon hispidus* (18%) und *Knautia arvensis* (20%) aus, sowie *Tragopogon pratensis* (16%), während *Centaurea jacea* nur noch 7% der

verzehrt Pflanzensamen ausmacht. In der 3. Julidekade stellt *Centaurea jacea* (34%) wieder den Hauptanteil an pflanzlicher Samennahrung, weiter werden *Leontodon hispidus* (21%), *Knautia arvensis* (21%) und *Dactylis glomerata* mit 13% gefressen. Dazu kommt jetzt mit geringem Anteil *Cirsium oleraceum* (3%).

In der 1. Augustdekade fressen die Stieglitze hauptsächlich Samen von *Centaurea jacea* (32%), *Cirsium oleraceum* (33%) und *Dactylis glomerata* (22%), während *Leontodon hispidus*, *Tragopogon pratensis*, *Cirsium vulgare* und *C. arvensis* und *Plantago major* nur in geringeren Mengen aufgenommen werden. In der 2. Augustdekade erreicht *Cirsium oleraceum* (40%) das Maximum, während

Tab. 3 Nahrungsanteile der Pflanzen- und Tierarten in % der Gesamtnahrung während der Brutzeit (1977: 21. 3.–18. 8.; 1976: 10. 4.–28. 8.) – Food stuff proportion of plant seeds and animals during the whole breeding season (1977: 21. 3.–18. 8.; 1976: 10. 4.–28. 8.)

	1977	1976
<i>Tussilago farfara</i>	3,910	2,670
<i>Senecio vulgaris</i>	0,410	1,400
<i>Malus silvestris</i>	15,620	13,110
<i>Prunus cerasus</i> } <i>Prunus avium</i> } <i>Pyrus communis</i> }	0,060	0,470
<i>Betula alba</i>	0,003	
<i>Taraxacum officinale</i>	0,040	
<i>Parmelia spec.</i>	21,480	17,910
Aphiden	0,010	0,002
<i>Rumex acetosa</i>	1,170	2,040
<i>Crepis perennis</i>	5,190	5,590
<i>Tragopogon pratensis</i>	1,710	0,001
<i>Ranunculus acer</i>	1,710	0,570
<i>Ranunculus bulbosus</i>		
<i>Centaurea jacea</i>	0,030	0,010
<i>Phleum pratense</i>	7,500	5,100
<i>Dactylis glomerata</i>	0,010	0,700
<i>Knautia arvensis</i>	4,340	2,190
<i>Leontodon hispidus</i>	11,530	5,300
<i>Sonchus asper</i>	7,190	
<i>Cirsium oleraceum</i>	0,002	0,001
<i>Cirsium vulgare</i>	13,350	36,700
<i>Cirsium arvensis</i>		
<i>Plantago major</i>	0,410	1,410
<i>Trifolium pratense</i>	0,280	
<i>Cichorium intybus</i>		0,120
Atriplex	0,420	
<i>Filipendula ulmaria</i>		0,320
„Diptera“	3,570	0,780
Lepidoptera	0,002	
		0,002

der Brutzeit *Filipendula ulmaria* (25%). Den Rest füllen *Plantago major*, *Cirsium vulgare*, *C. arvensis* und *Centaurea jacea*. Weiter wurden verschiedene Flechten (*Parmelia*-Arten) verzehrt, sowie in den Jahren 1975, 1976 (s. Tab. 2, 1976) im Nahrungsgebiet *Helianthus annuus* und dieselben 1977 außerhalb des Untersuchungsgebietes. Außerdem wurden noch Samen von *Trifolium pratense*, *Atriplex spec.* und von Zierastern *Callistephus spec.*, sowie gelegentlich Blätter von Roten Beeten *Beta vulgaris* gefressen.

Die Herbstnahrung (s. Abb. 2) besteht aus den Samen von *Cirsium oleraceum*, *Filipendula ulmaria*, *Dipsacus silvestris* und vereinzelt *Senecio vulgaris*. Im Spätherbst und im Winter ernähren sich die Stieglitze hauptsächlich von Birkenamen *Betula pendula*, Erlensamen *Alnus glutinosa* und z. T. von Kiefernarnen *Pinus silvestris*, sowie vereinzelt von den Samen der *Cirsium*-Arten und denen von *Dipsacus silvestris*.

4.2 Animalische Nahrung

Die tierische Nahrung besteht hauptsächlich aus Aphiden (Blattläusen). Diese können in einzelnen Dekaden bis zu 19% der Gesamtnahrung ausmachen, insbesondere dann, wenn die anderen Nahrungsquellen sehr schwer zugänglich, d. h. weit entfernt vom Nest sind. Manche Autoren schließen aus solchen Beobachtungen, daß Stieglitze ihre Jungen nur mit Blattläusen großziehen (u. a. NIETHAMMER 1937). Auch andere Tiere werden gelegentlich aufgenommen. Ein ♂ brachte eine grüne Lepidopterenraupe zum Nest und fütterte damit das ♀. Ein Stieglitz erbeutete durch Flugjagd Dipteren.

JOURDAIN (in WITHERBY et al. 1938) erwähnt, daß der Speisezettel des Stieglitzes durch Larven von Dipteren, Hymenopteren, Coleopteren, Lepidopteren und Aphiden bereichert sein kann. Als weitere tierische Gelegenheitsnahrung fraßen Stieglitze in Schleswig-Holstein den Wickler *Epiblema pankleriana* (EBER 1956). SOKOLOWSKI (1962) gibt an, daß die Stieglitze im Frühjahr und Sommer kleine Insekten verzehren und zwar: Lepidopteren-Raupen, verschiedene kleine Coleopteren, Aphiden. In England verzehrten Stieglitze verschiedene Coleopteren (Larven und Imagines) und Aphiden (NEWTON 1967). In Australien fand MIDDLETON (1970) in den Mägen von 40 erlegten Stieglitzen folgende Tiere: Aphiden (Blattläuse), Psylliden (Blattflöhe), *Tortrix postvittana* (Apfelmotte), Jassiden (Zikaden), Curculioniden-Larven (Rüsselkäfer), Noctuiden (Lepidoptera, Eulen), Dipteren (Zweiflügler), Thysanopteren (Fransenflügler), Collembolen (Springschwänze) und Monomachiden (Wespen). Der gesamte Anteil der animalischen Nahrung betrug während der Brutzeit nur 2% der Gesamtnahrung (vgl. Tab. 3). NEWTON (1967) gibt den Anteil an tierischer Nahrung mit 3% an.

4.3 Gewinnungsweise der Nahrung

4.3.1 Körperstellungen und Bewegungsweisen

Die Verschiedenartigkeit der Pflanzen und ihrer Samenträger bzw. Samenanlagen erfordert vom Vogel ein hohes Maß an Wendigkeit. Der Stieglitz (und z. T. auch die anderen Finkenarten vgl. NEWTON 1967) hat sich an Pflanzen angepaßt, deren Samen in versteckten Samenträgern heranreifen (wenige Ausnahmen: *Filipendula*, *Rumex*, *Ranunculus*). Diese Pflanzen tragen ihre Samen gehäuft und lassen sie mittels Fallschirm durch den Wind verbreiten. Die versteckten Samenanlagen sind als Schutzmechanismus gegen Fraß anzusehen. Die Stieglitze haben eine Nahrungsstrategie entwickelt, mit der sie diese „geschützten“ (versteckten) Samen ausbeuten können. Die Pflanzen reagierten auf diesen vorzeitigen „Samenausfall“ wohl mit einer Überproduktion an Samen. Weiter kommt hinzu, daß diese vom Stieglitz genutzten Pflanzen, lokal berentzt in großer Anzahl auftreten können und somit die Nahrungspflanzen und die Nahrungsplätze zeitlich-räumlichen Schwankungen unterliegen.

RÜGGERBERG (1960) bezeichnet den Stieglitz als „Hüpfer“, der sich überwiegend in Bäumen aufhält. KEAR (1962) und NEWTON (1967) untersuchten die verschiedenen Positionen, die von Fringilliden beim Nahrungserwerb eingenommen werden können. Es zeigte sich, daß sich der Stieglitz beim Nahrungserwerb zu 99% in der Vegetation aufhält.

Beim Erwerb der Samennahrung konnten sieben verschiedene Bewegungsweisen beobachtet werden (Abb. 3).

- a. Auf dem Boden stehen
- b. Sitzen auf dem Ast und vorbeugen
- c. Kopfüber, so daß der Schwerpunkt weit vor den Beinen ist
- d. Seitlich hängend, Kopf nach oben
- e. Hochklettern am Pflanzenstengel und dessen Abbiegen bis zur Waagrechten oder zum Boden
- f. Klettern und Sitzen am senkrechten Stengel
- g. Hängend mit dem Rücken zum Boden.

Bei den verschiedenen Körperhaltungen bilden Schnabel und Fuß eine hervorragende funktionelle Einheit. Der Stieglitz kann sich mit meisenartiger Gewandtheit in seinen Nahrungspflanzen bewegen und gleichzeitig aber auch Nahrungsteile bzw. Pflanzenteile mit dem Fuß festhalten. Auf dem Boden stehend fressen die Stieglitze seltener. Sie halten dabei ihre Nahrung häufig (z. B. *Phleum pratensis*) mit einem, gelegentlich auch mit beiden Füßen fest. Beim Sitzen recken die Tiere ihren Hals oder ihren Oberkörper vor bis sie die Nahrung erreichen. In normal sitzender Stellung kann auch ein Fuß zum Festhalten der Nahrung eingesetzt werden (vgl. Gewinnung von Aphiden). Das Vorrecken und Absenken

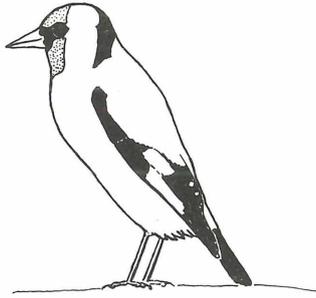


Abb. 3 a: Nahrungserwerb: Auf dem Boden stehend. – Feeding position: standing on the ground.

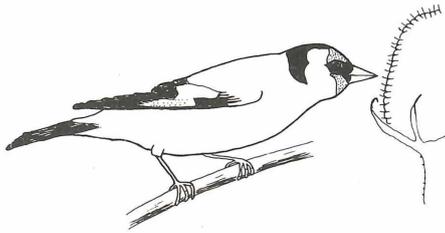


Abb. 3 b: Nahrungserwerb: Sitzen auf dem Ast und vorbeugen – Feeding position: normal perching and leaning forward

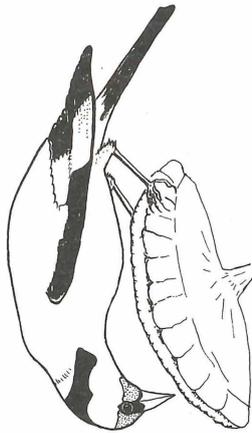


Abb. 3 c: Nahrungserwerb: Kopfüber, so daß der Schwerpunkt weit vor den Beinen ist. – Feeding position: leaning forward, the center of gravity is in front of the bird legs

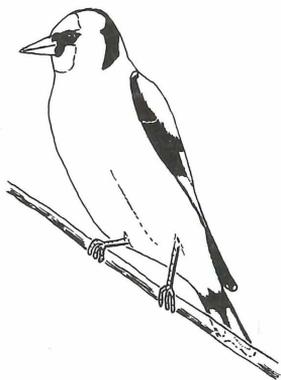


Abb. 3 d: Nahrungserwerb: Hochklettern am Pflanzenstengel und dessen Abbiegen bis zur Waagrechteten oder zum Boden – Feeding position: perching on a bent plantstem

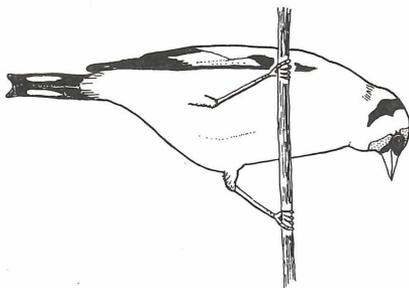


Abb. 3 e: Nahrungserwerb: Klettern und Sitzen am senkrechten Stengel – Feeding position: perching and sitting on a vertical plantstem

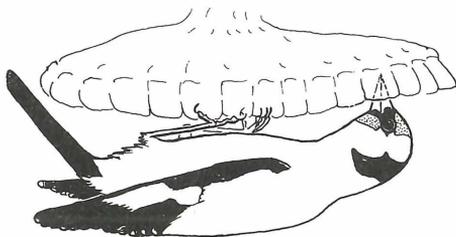


Abb. 3 f: Nahrungserwerb: Hängend mit dem Rücken zum Boden – Feeding position: hanging upside down

des Oberkörpers kann soweit ausgeführt werden, daß der Schwerpunkt weit vor den Beinen ist und die sitzende Haltung in die Kopfüber-Position übergeht.

Eine häufige Gewinnungsweise von Nahrung ist das Hochklettern am Stengel und dessen Abbiegen bis zur Waagrechten. Der Stieglitz fliegt dazu einen Pflanzenstengel unten an und klettert hoch bis sein Körpergewicht den Stengel abbiegt und er den Samenstand erreichen kann, oder er fliegt einen Pflanzenstengel schräg an und drückt ihn mit seinem Gewicht in die Horizontale. Dieses Anfliegen eines Pflanzenstengels ist sehr häufig beim Sammeln von *Taraxacum* zu beobachten. Eine weitere Variante des Hochkletterns ist das Anfliegen und Umklammern von mehreren dünnen Halmen (*Dactylis glomerata*, *Agrostis schradlerana*). Die Stieglitze fliegen dazu den Pflanzenstengel knapp über dem Boden an und umgreifen ihn danach, und ziehen sich mit dem Schnabel einen weiteren Halm heran, den sie gleichfalls umklammern. Dann beginnen sie hochzuklettern. Schwanken die umklammerten Halme, so können sich die Stieglitze nochmals weitere Halme mit dem Schnabel heranziehen und diese gleichfalls umgreifen. Auf diese Weise erreichen sie am senkrechten, oder je nach Neigung am schrägen Stengel aufwärts kletternd die Samenstände. Beim Fressen in Erlen oder Birken können die Stieglitze häufiger an dünnen Zweigen mit dem Rücken zum Boden hängend beobachtet werden.

In Tab. 4 sind die Pflanzenarten und die gebräuchlichsten Freßpositionen des Stieglitzes zusammengefaßt. Die am häufigsten gezeigte Position ist normales Sitzen mit vorbeugen (42,5%).

4.3.2 Bearbeitungsweise der Samen

Die Aufnahme der Nahrung bzw. der eigentliche Freßakt ist in starkem Maße von der Ausgestaltung und Form der Samenanlage abhängig, dagegen beeinflussen die Samenträger nur die Freßpositionen. Alle Samen, die die Stieglitze im milchreifen Zustand verzehren, werden aufgenommen, ohne sie vorher zu schälen. Von vollreifen Samen, die die Vögel vor allem im Winter fressen, werden die Hüllspelzen abgetrennt (Mechanismus: SCHWARZ 1908, KEAR 1962, ZISWILER 1965).

Der Stieglitz zeigt drei verschiedene Bearbeitungsweisen:

- a) Ablesen der Samen von offenen Fruchtständen z.B. *Filipendula*, *Rumex*, *Plantago*
- b) Auszirkeln aus halbversteckten Samenträgern (*Dipsacus*, *Pinus*, *Helianthus*)
- c) Aufmeißeln der Hüllblätter und Auszupfen versteckter Samen (*Tussilago*, *Taraxacum*, *Senecio*).

Beim Ablesen der Samen von offenliegenden Fruchtständen picken die Stieglitze jedes einzelne Korn (bei *Plantago* die ganze Samenkapsel) vom Samenträger ab. Bei halbversteckten Samenträgern z.B. *Dipsacus silvestris*, wird das Korn mit dem Schnabel erfaßt und ausgezupft. Bei einzelnen tiefliegenden Körnern erwei-

Tab. 4 Körperstellungen und Bewegungsweisen bei der Nahrungsgewinnung (Näheres im Text). – Postures and movements of birds on the food plants, while obtaining seeds.

Pflanzenart	a Stehen auf d. Boden	b normales Sitzen Sitzen mit Vorbeugen	c kopfüber .	d seitlich hängend	e schräges Hoch- klettern	f Stehen oder Klettern am senkr. Stengel	g hängend mit dem Rücken zum Boden
<i>Dipsacus silvestris</i>		+	+	+			+
<i>Pinus silvestris</i>		+	+	+			+
<i>Betula pendula</i>		+					+
<i>Alnus glutinosa</i>		+					+
<i>Pyrus communis</i>	}						
<i>Malus silvestris</i>							
<i>Prunus cerasus</i>							
<i>Prunus avium</i>			+				
<i>Tussilago farfara</i>		+	+			+	
<i>Taraxacum officinale</i>	+	+			+		
<i>Senecio vulgaris</i>	+	+					
<i>Rumex acetosa</i>		+			+		
<i>Crepis perennis</i>		+					
<i>Tragopogon pratensis</i>	+			+	+	+	
<i>Phleum pratensis</i>	+	+			+		
<i>Ranunculus acer</i>							
<i>Ranunculus bulbosus</i>		+			+		
<i>Knautia arvensis</i>		+			+	+	
<i>Sonchus asper</i>		+			+		
<i>Sonchus arvensis</i>		+			+		
<i>Sonchus oleraceus</i>		+			+		
<i>Atriplex spec.</i>		+					
<i>Dactylis glomerata</i>		+			+	+	
<i>Agrostis schraderana</i>		+			+	+	
<i>Leontodon hispidus</i>		+			+		
<i>Filipendula ulmaria</i>		+			+	+	
<i>Cirsium oleraceum</i>		+	+	+			
<i>Cirsium vulgare</i>		+	+	+			
<i>Cirsium arvensis</i>		+					
<i>Arctium spec.</i>		+				+	
<i>Plantago major</i>	+	+			+		
<i>Picris hieratioides</i>		+			+		
<i>Helianthus annuus</i>		+	+	+		+	
<i>Cichorium intybus</i>		+			+		
<i>Centaurea jacea</i>		+			+		
<i>Trifolium pratense</i>		+			+		
<i>Beta vulgaris</i>		+					
<i>Parmelia spec.</i>		+					
Verschiedene Bewegungsweisen in % während der Nahrungssuche	7	42	6	7	23	7	6

tern die Vögel durch Hin- und Herbewegen des Schnabels das Samenbett und zupfen anschließend den Samen aus. Bei versteckten Samenträgern meißeln die Stieglitze seitlich an der Basis ein Loch durch die Hüllblätter oder entfernen diese z.T. und picken danach ein Samenkorn nach dem anderen heraus. Mit einer schlenkernden Aufblickbewegung wird der Pappus verworfen und das Samenkorn verschluckt. Die Samenstände werden selten ganz leer gefressen, meist bleibt ein kleiner Rest zurück. Das Aufmeißeln von versteckten Samen müssen die Stieglitze von den Altvögeln erlernen. Handaufgezogene Vögel waren auch nach mehrtägigem Darbieten nicht in der Lage versteckten Samen (*Taraxacum officinale*) zu gewinnen. Nachdem ich einen Altvogel (Fängling) zugesetzt hatte und dieser die Samen fraß, lernten die Jungvögel die versteckten Samen zu gewinnen.

Die Bearbeitungsweisen der Samenträger der Pflanzen sind in Tab. 5 zusammengefaßt.

Tab. 5 Bearbeitungsweisen der Nahrung (Näheres im Text) – Different treatments of food stuffs

	Ablesen	Auszirkeln	Aufmeißeln u. Auszupfen
<i>Dipsacus silvestris</i>		+	
<i>Pinus silvestris</i>		+	
<i>Betula pendula</i>	+		
<i>Alnus glutinosa</i>		+	
<i>Tussilago farfara</i>			+
<i>Taraxacum officinale</i>			+
<i>Senecio vulgaris</i>			+
<i>Rumex acetosa</i>			
<i>Crepis perennis</i>			+
<i>Phleum partense</i>		(+)	
<i>Ranunculus</i>	+		
<i>Knautia arvensis</i>			
<i>Sonchus asper</i>			+
<i>Sonchus arvensis</i>			+
<i>Sonchus oleraceum</i>			+
<i>Atriplex spec.</i>			+
<i>Dactylis glomerata</i>		+	
<i>Agnostis schraderana</i>		+	
<i>Leontodon hispidus</i>			+
<i>Filipendula ulmaria</i>	+		
<i>Crisium oleraceum</i>			+
<i>Crisium vulgare</i>			+
<i>Crisium arvensis</i>			+
<i>Arctium spec.</i>		+	(+)
<i>Plantago major</i>	+		
<i>Picris hieratioides</i>			+
<i>Helionthus annuus</i>		+	
<i>Cichorium intyb</i>		+	
<i>Centaurea jacea</i>			+
<i>Trifolium partense</i>		(+)	

4.3.3 Gewinnung tierischer Nahrung

Aphiden: Die Blattläuse wurden im Untersuchungsgebiet, sobald sie auftraten, gefressen. Da im Gebiet nur vereinzelt zur Schädlingsbekämpfung gespritzt wurde, waren sie je nach Witterung und Jahr ab Ende Mai, Anfang Juni (s. Tab. 2) sehr häufig. Die Aphiden sitzen meist an der Blattunterseite. Die Stieglitze gewinnen sie sitzend oder hängend. Bei sitzender Gewinnung haben die Stieglitze eine besondere Technik entwickelt. Sie drehen die Blätter mit dem Schnabel um und halten sie mit dem Fuß fest. So können sie bequem die Aphiden ablesen.

Lepidoptera: Es werden nur vereinzelt Raupen von den Blättern der Bäume abgelesen und gefressen. Werden die Raupen zum Nest getragen, verschlucken die Vögel sie nicht, sondern tragen sie im Schnabel, so wie es sich bei Kernbeißern beobachten läßt (ROBERTSON 1951, MOUNTFORD 1957).

Diptera: Bisher liegt nur die Beobachtung von einem Individuum vor, das fliegenschnäpperartig über 30 Minuten lang Luftjagd betrieb und dazu fortlaufend von einem erhöhten Ast steil nach oben flog und wieder zu ihm zurückkehrte.

4.4 Strategien zur Ausnutzung von Nahrungsflächen

Die Stieglitze brüteten im Untersuchungsgebiet in Gruppen von jeweils mehreren Brutpaaren nebeneinander auf engem Raum und pflegten sozialen Kontakt untereinander (GLÜCK 1979). Diese Nestgruppen wurden immer inmitten oder in unmittelbarer Nähe von Nahrungsgebieten angelegt, so daß eine optimale Nahrungsversorgung der Jungen möglichst gewährleistet ist. Die Entfernungen Nest-Nahrungsgebiet ändern sich natürlich mit dem Verteilungsmuster der Nahrungspflanzen bzw. Nahrungsareale, da ein Nahrungsareal oder eine Nahrungspflanzenart in aller Regel nicht über die gesamte Nestlingsperiode benutzbar bleibt. Für das Befliegen eines Nahrungsareals ist neben der Entfernung vom Nest auch die Größe und Ergiebigkeit (Nahrungspflanzendichte) von Bedeutung. So kann es für einen Stieglitz ernährungsstrategisch von Vorteil sein, eine größere Entfernung in ein ergiebiges Nahrungsgebiet zurückzulegen. Die weitesten Nahrungsflüge von nestbesitzenden Vögeln waren bis zu einer Entfernung von 800 m vom Nest zu beobachten.

4.4.1 Nahrungssuchflüge

4.4.1.1 Arealsuchflüge

Einzelne Paare oder Individuen einer Nestgruppe führen Nahrungssuchflüge aus. Sie fliegen dabei in niedriger Höhe (3–8 m) im Gebiet kontaktrufend umher. Entweder sie entdecken dabei selbst ein neues Nahrungsgebiet (optisch) oder sie werden von bereits in einem Gebiet fressenden Stieglitzen mittels (zididitt)

Lockruf (Abb. 4) akustisch angelockt. Entdecken sie selbständig ein Areal, so verharren sie minutenlang über dem Gebiet erhöht auf einer Warte sitzend und sichern. Hat sich dann noch keine Störung oder Gefahr eingestellt, fliegen sie auf die betreffende Nahrungspflanze. Werden sie von einem oder mehreren anderen Stieglitzen angelockt, beobachten sie ebenfalls vorher die Umgebung, jedoch ist die Beobachtungsdauer merklich verkürzt. Genau gleich verhalten sich die nahrungssuchenden Stieglitze, wenn sie andere Finken, beispielsweise Hänflinge oder Grünfinken, an entsprechenden Nahrungspflanzen erkennen.

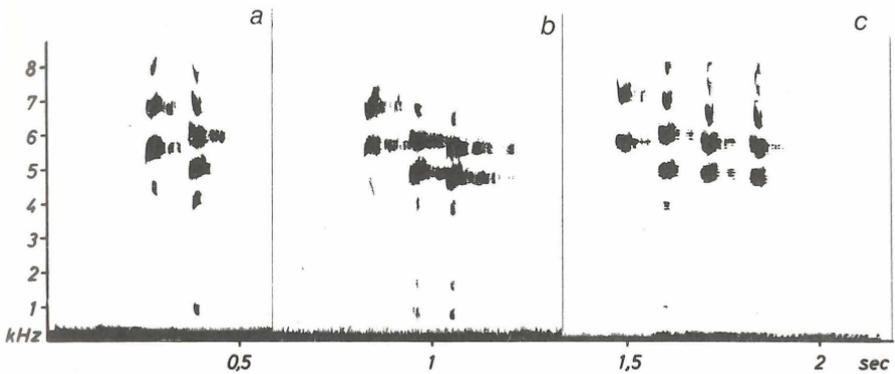


Abb. 4: Lockruf 2-4fach (a-c). – Call notes of goldfinches for attracting an other goldfinch

4.4.1.2 Pflanzensuchflüge

Pflanzensuchflüge führen die Stieglitze direkt im Nahrungsareal aus. Sie fliegen mit gefächertem und nach unten gedrücktem Schwanz und langsamen Flügelschlägen in geringer Höhe über die Vegetation. Haben sie eine Nahrungspflanze entdeckt, lassen sie sich darauf oder auf einer in der Nähe stehenden anderen Pflanze nieder.

4.4.2 Verteilung der Nahrung (Nahrungsflächen)

Die Verteilung der möglichen Nahrungsflächen ist abhängig von:

- den ökologischen Ansprüchen der Pflanzenarten (Lichtbedarf, Feuchtigkeit, Tageslänge, Untergrundbeschaffenheit, pH-Wert des Bodens usw.),
- der Fruktifikationsdauer der verschiedenen Pflanzenarten,
- der Parzellierung und damit verbunden der unterschiedlichen Schnittfolge.

Aus der Abb. 5 ist die Lage und die Verteilung der Nahrungsflächen für die einzelnen Dekaden (aus 1976) ersichtlich. Der Abstand der jeweiligen ausgewählten Nahrungsflächen wurde zu der gebietsräumlichen Lage der Nester in Bezie-

hung gesetzt. Dabei ergab sich im mittleren Abstand der Nester von den Nahrungsflächen in den einzelnen Dekaden kein statistisch sicherbarer Unterschied ($p > 0,01$). Die mittlere Entfernung vom Nest zum Nahrungsgebiet beträgt 44 m. Der 99%ige Vertrauensbereich des Mittelwertes liegt bei 110 m ($n = 126$ Messungen). Somit ergibt sich eine gesicherte mittlere Entfernung zwischen Nest und Nahrungsgebiet von 154 m, innerhalb der die Stieglitze normalerweise ihre Nahrung holen.

Die Stieglitze legen immer dort neue Nestgruppen an, wo sie Nahrungsflächen erkennen bzw. erschließen. Sie wandern also beim Anlegen von Ersatz- oder Folgebruten in „optimale“ Nahrungsgebiete ein. Fehlte dieses Einwandern, müßten die Abstände der Nester von den Nahrungsgebieten im Brutzeitverlauf unterschiedlich sein. Natürlich unternehmen einzelne Paare Weitstreckenflüge, wenn in der Nähe liegende Nahrungsgebiete fehlen bzw. abgeerntet sind. Die weitesten beobachteten Nahrungsflüge betragen 800 m Luftlinie. Meist sind die Nahrungsgebiete aber nicht weiter als 400 m vom Nest entfernt (vgl. Abb. 5).

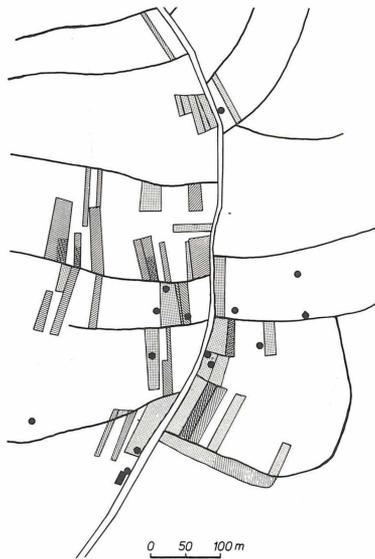


Abb. 5a: Nahrungsflächen und gebietsräumliche Lage der Nester in der ersten Maidekade (1976). – Feedings areas and distribution of nests in the first decade of may (1976).

- besetzte Nester; intact nests.
- ⊗ Nester erfolglos; unsuccessful nests.
- ⦿ Nester erfolgreich (Junge ausgeflogen); successful nests (young hatched).
- ▨ Nahrungsflächen; feeding areas.
- ▩ abgemähte Flächen; areas mowed off.

In dieser Dekade abgemähte Nahrungsflächen; feedings areas mowed off in this decade (dazugehörige Nahrungsarten s. Tab. 2), (the food stuff for the decades are shown in table 2).

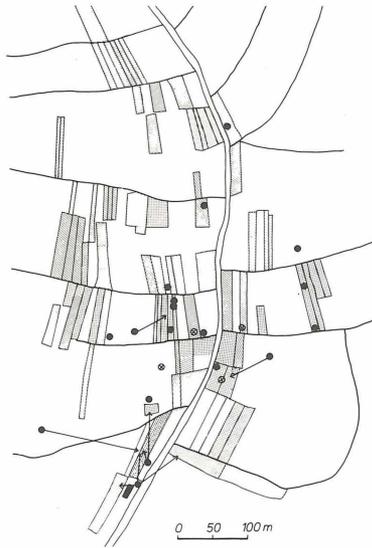


Abb. 5 b: Nahrungsflächen und gebietsräumliche Lage der Nester in der zweiten Maidekade (1976). (Pfeile = nachgewiesene Freßplätze beringter Paare, Zeichen wie in Abb. 5 a). – Feeding areas and distribution of nests in the second decade of may (1976) (arrows = feeding areas of colour marked pairs, signs equal as in fig. 5 a).

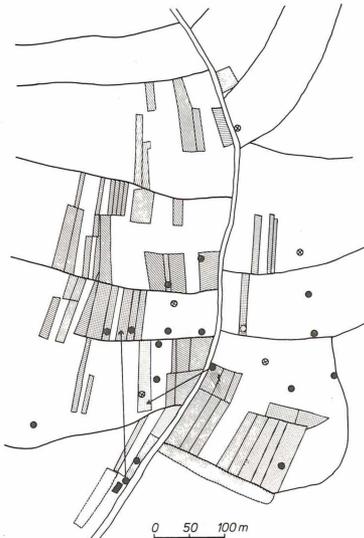


Abb. 5 c: Nahrungsflächen und gebietsräumliche Lage der Nester in der dritten Maidekade (1976), Zeichen wie in Abb. 5 a. – Feeding areas and distribution of nests in the third decade of may (1976), signs equal to fig. 5 a.

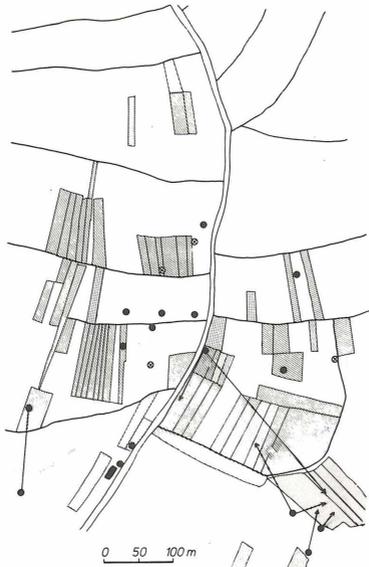


Abb. 5 d: Nahrungsflächen und gebietsräumliche Lage der Nester in der ersten Junidekade (1976), Zeichen wie in Abb. 5 a. — Feeding areas and distributions of nests in the first decade of June, signs equal to fig. 5 a.

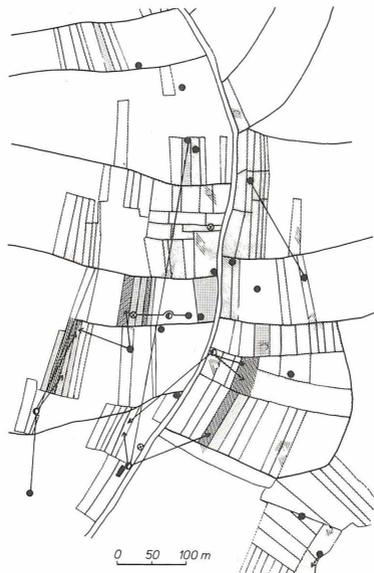


Abb. 5 e: Nahrungsflächen und gebietsräumliche Lage der Nester in der zweiten Junidekade (1976), Zeichen wie in Abb. 5 a. — Feeding areas and distribution of nests in the second decade of June (1976), signs equal to fig. 5 a.

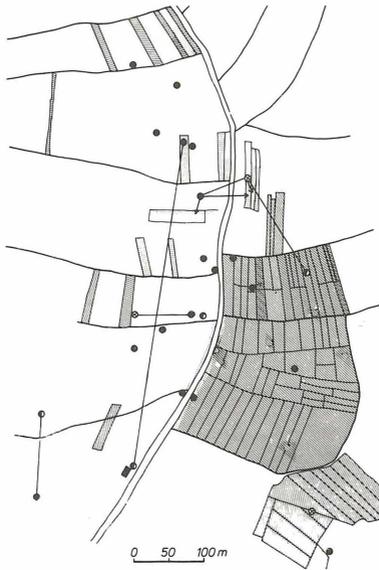


Abb. 5 f: Nahrungsflächen und gebietsräumliche Lage der Nester in der dritten Junidekade (1976), Zeichen wie in Abb. 5 a. — Feeding areas and distribution of nests in the third decade of June (1976), signs equal to fig. 5 a.

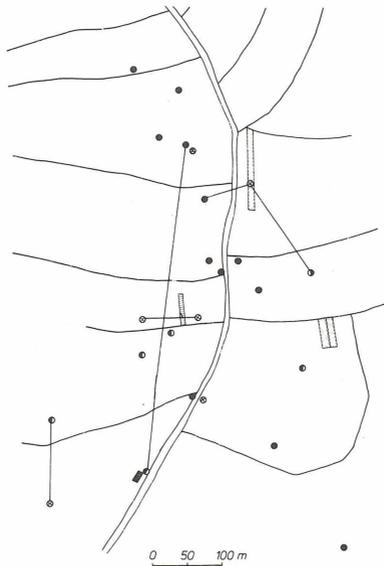


Abb. 5 g: Nahrungsflächen und gebietsräumliche Lage der Nester in der ersten Julidekade (1976), Zeichen wie in Abb. 5 a. — Feeding areas and distribution of nests in the first decade of July (1976), signs equal to fig. 5 a.

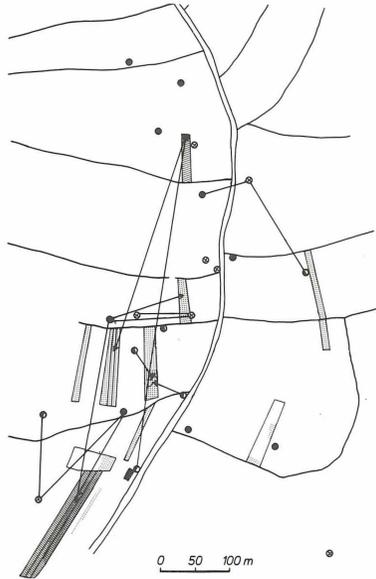


Abb. 5 h: Nahrungsflächen und gebietsräumliche Lage der Nester in der zweiten Julidekade (1976), Zeichen wie in Abb. 5 a. — Feeding areas and distribution of nests in the second decade of July (1976), signs equal to fig. 5 a.

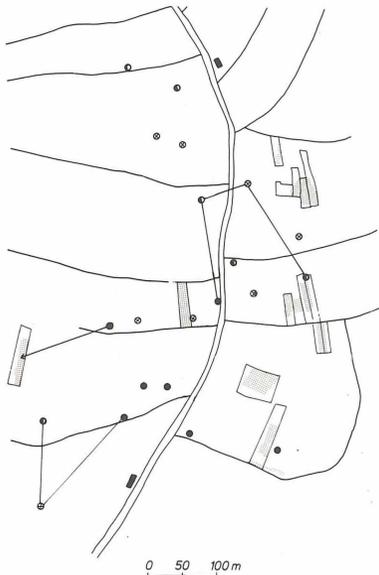


Abb. 5 i: Nahrungsflächen und gebietsräumliche Lage der Nester in der dritten Julidekade (1976), Zeichen wie in Abb. 5 a. — Feeding areas and distribution of nests in the third decade of July (1976), signs equal to fig. 5 a.

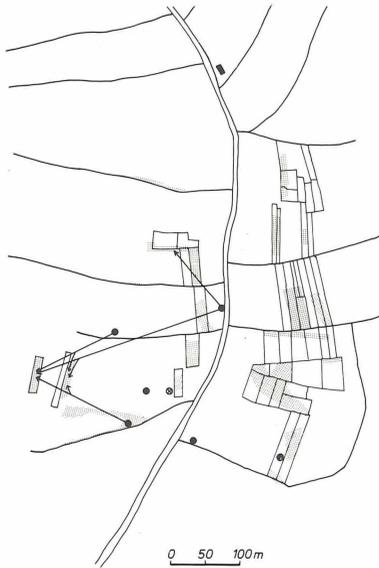


Abb. 5k: Nahrungsflächen und gebietsräumliche Lage der Nester in der ersten Augustdekade (1976), Zeichen wie in Abb. 5a. — Feeding areas and distribution of nests in the first decade of august, signs equal to fig. 5a.

Werden diese statistisch abgesicherten mittleren Entfernungen überschritten, handelt es sich um eine außerordentlich gute Nahrungsquelle. So konnte ich bei einem Paar 1976 beobachten, als die Jungen keinen Gewichtszuwachs mehr aufwiesen, daß das ♂ Entfernungen von 600 m zum Nahrungsgebiet zurücklegte. Die Art der Nahrung spielt natürlich hier ebenfalls eine außerordentliche Rolle; im vorliegenden Fall handelte es sich um Klee *Trifolium pratense*, der beim Stieglitz nur Gelegenheits- bzw. Ausweichnahrung ist, da er wegen der geringen Samengröße nicht sehr effektiv genutzt werden kann.

In der Abb. 5 sind zusammenfassend für die einzelnen Dekaden in der Brutperiode 1976 die Lage der Nester und der jeweiligen Nahrungsgebiete bzw. die einzelnen Areale auf denen Stieglitze fressend angetroffen wurden und die in der jeweiligen Dekade abgemähten Flächen dargestellt. Ebenfalls mit eingezeichnet ist das Wegenetz der gesamten Untersuchungsfläche (vgl. Abb. 1).

Zu Anfang der Brutperiode (1. Maidekade, Abb. 5a) besiedelten die Stieglitze das Gebiet beidseits der „Weinsteige“. Allmählich kam es zur Konzentration von Nestgruppen im Zentrum des Gebietes (2. und 3. Maidekade, Abb. 5b, c). Einzelne Nester in den Randgebieten der Gruppen fielen Nesträubern zum Opfer. Zur Mitte der Brutperiode (1. Junidekade) entstand in einem neu entdeckten Nahrungsareal eine Nestgruppe aus 3 Paaren (Abb. 5d unten rechts). Nach

dem Abmähen von weiten Teilen im unteren Bereich des Gebiets bildete sich eine Nestgruppe im oberen Gebietsteil heraus (Abb. 5 e, f). Im Juli konzentrierten sich die Stieglitze auf wenige Nahrungsplätze, da beinahe das gesamte Gebiet gemäht war (Abb. 5 g, h, i). Am Ende der Brutperiode bauten die Stieglitze ihre Nester wieder im unteren Gebietsteil (3. Julidekade, 1. Augustdekade, Abb. 5 j, k), der etwas feuchter ist und deswegen das Wachstum von *Cirsium oleraceum* begünstigt, das von den Stieglitzen in dieser Zeit als Hauptnahrungsquelle benutzt wurde (vgl. Tab. 2).

4.4.3 Nahrungspflanzendichte und Freßplätze

Der Fruktifikationsstand und die momentane Nahrungspflanzendichte hat natürlich Einfluß auf die Anordnung der ausgewählten Nahrungsflächen. Die Vögel fressen meist dort, wo beim jeweiligen Fruktifikationsstand eine optimale Nahrungspflanzendichte der präferierten Pflanzen erreicht wird. Bei einigen Pflanzenarten werden auch einzelne Pflanzen bzw. Stengel noch angefliegen (*Taraxacum*, *Tragopogon*). Neben der Nahrungspflanzendichte hat die räumliche Ausdehnung und die Lage zum Nest Einfluß auf die Wahl der Nahrungsgebiete. Dies soll am Beispiel von *Taraxacum* aufgezeigt werden. Mit beginnender Reife fressen die Stieglitze *Taraxacum* zuerst an den Wegrändern und selten inmitten der Wiesen. Sind diese Flächen abgeerntet, weicht der Stieglitz auf den Löwenzahn inmitten der Wiesen aus. Kleinere Bäume in der Nähe dienen als „Fluchtversteck“. Zu Ende der Fruktifikationsperiode des Löwenzahns fressen die Stieglitze direkt unter den Bäumen. Die spätere Reife ist wohl durch den beschatteten Standort bedingt. Gleichzeitig scheinen diese Freßplätze aber die unbeliebtesten zu sein, da die Vögel nur dort fressen, wenn ihnen keine anderen Nahrungsplätze zur Verfügung stehen, da hier ein Feind aus der Luft beim Fressen unter Umständen spät erkannt wird.

4.4.4.1 Verhalten bei der Nahrungsaufnahme

4.4.4.1.1 Einzelvögel

Beim Fressen sind die Vögel gefährdet, da sie in der unübersichtlichen Vegetation Gefahren u. U. nicht rechtzeitig bemerken. Ebenso wie beim Kreuzschnabel das Entschuppen mit einer Aufblickbewegung gekoppelt ist (PFLUMM 1978), ist beim Stieglitz nach dem Aufmeißeln der Samenträger und der Entnahme des Samens die Abtrennung des Pappus mit einer schlenkernden Kopfbewegung verbunden, bei der das Tier aufblickt. Einzeln fressende Tiere scheinen häufiger Aufblickbewegungen zu machen als in Gruppen fressende Tiere. Beim einzeln fressenden Vogel konnten auch Pausen beim Fressen und wiederholtes Umheräugen beobachtet werden. Die Fluchtdistanz ist beim Einzelvogel, falls er einen Feind (= Beobachter) entdeckt hat, größer als bei paarweise oder zu mehreren fressenden Vögeln. Trotzdem gibt es Stieglitze, die auch alleine fressen. Man

findet sie während der Winter- und Frühjahrsmonate, wenn sie entweder vom Trupp abgesprengt sind, oder einzeln, zeitlich befristet, ein Areal erkunden. Dabei handelt es sich um einzelne ♂, die in der Zeit kurz vor dem Einzug in das Brutgebiet in diesem stundenweise verweilen. Während der Brutzeit sind diese Vögel entweder Junggesellen oder Gruppenindividuen, die sich auf Nahrungssuchflügen befinden. Bei geringer Nahrungspflanzendichte oder bei abnehmender Populationsdichte können auch die ♂ einzeln brütender Paare allein Futter suchen.

4.4.4.1.2 Paare

Neben einzeln brütenden Paaren fressen auch Paare allein, die erst kurz in das Brutgebiet eingezogen sind oder sich im Stadium der Nestpositionsuntersuchungen oder des Nestbaus befinden, in denen das Paar in Baupausen des ♀ Nahrung aufnimmt. Dabei frisst das ♀ zuerst und das ♂ sichert, anschließend fressen beide.

4.4.4.1.3 Trupps und Gruppen

Außerhalb der Brutzeit

Außerhalb der Brutzeit fressen die Stieglitze immer in Trupps oder größeren Ansammlungen (bis maximal einige tausend). Die Futterplätze liegen immer so, daß in der Umgebung Fluchtbäume oder höhere Warten (Zäune etc.) stehen. Die Stieglitze beginnen am, dem Einflug am nächsten gelegenen Teil des Nahrungsfeldes zu fressen und breiten sich von hier in „Wellen“ über das Nahrungsfeld aus. Die letzten Vögel überfliegen die ersten usw. (MIDDLETON 1969). Dabei bleiben meist einzelne Vögel erhöht sitzen, um bei Gefahr sofort zu warnen.

In der Brutzeit

In der Brutzeit fressen die Stieglitze einmal als Gruppenmitglieder einer Nestgruppe zusammen, und in wechselnder Zusammensetzung und Truppgröße bis maximal 30 Individuen in Nahrungsgebieten außerhalb der Nestgruppen. In diesen Nahrungsgebieten singen die ♂ häufig. Aggressionen treten nur auf, wenn die Individualdistanz eines Tieres unterschritten wird. Die Ausnützung des Nahrungsfeldes und das „Sicherheitssystem“ ist gleich wie in den Schwärmen außerhalb der Brutzeit.

4.4.4.2 Verhalten in den Nahrungsgebieten innerhalb des Gesamtterritoriums einer Nestgruppe

Wie oben beschrieben befindet sich zu Beginn des Nestbaues in Nestnähe immer ein Nahrungsfeld. Da sich die Gruppenmitglieder während der Errichtung ihrer Territorien persönlich kennenlernen, kommt es zwischen ihnen während der gemeinsamen Nahrungsaufnahme innerhalb des Gebietes der Nestgruppe zu keinen Aggressivitäten mehr. Außer in den Fällen, wo die Individualdistanz unterschritten wird. Die Gruppenmitglieder werden nur aus dem Nestbaum durch Anfliegen abgedrängt. Beim gemeinschaftlichen Fressen können die Grup-

penmitglieder unterschiedlich in die Territorien der jeweiligen Nestgruppenmitglieder eindringen. Versuchen sich Stieglitze, die nicht der Nestgruppe angehören (Einzelvögel oder Paare), den Nestgruppenmitgliedern anzuschließen, werden sie, falls sie den Gruppenmitgliedern nicht persönlich bekannt sind, aus dem gemeinschaftlichen Territorium vertrieben. Dieses Revierverhalten beschränkt sich auf das Gebiet einer „Nestgruppe“, d.h. erfolgt nur innerhalb des Gebiets. Auf Nahrungsplätzen außerhalb des Areals einer Nestgruppe kommt es nur zu Aggressionen bei Unterschreitung der Individualdistanz oder beim „Drängeln“ um eine Nahrungspflanze. Solche Auseinandersetzungen sind jedoch beschränkt auf unmittelbare Kontakte zweier Vögel. Errichten dagegen Paare in einem solchen Areal eine neue Nestgruppe, treten natürlich massive Vertreibungsaktionen auf.

4.4.4.3 Nahrungsaufnahme im Tagesverlauf und Komforthandlungen

Nach dem Erwachen „besuchen sich“ die Mitglieder einer Gruppe meist kurz und geben durch eine Gesangsstrophe oder bei der Eiablage über länger andauernden Gesang ihren Aufenthaltsort an. Die erste Nahrung wird dann häufig in den Bäumen gesucht (Blüten, später im Jahr Blattläuse). Dies geschieht wohl, weil um diese Zeit das Gras noch naß ist. Später fliegen die Gruppenmitglieder in ihre Nahrungsgebiete ein. Die tageszeitliche Rhythmik der Fressphasen von *Serinus serinus* und *Acanthis cannabina* und einigen Insektenfressern wurden von BÖCK (1973) ausführlich abgehandelt.

Jeder Fressphase schließt sich ausgiebiges Schnabelwischen an einem dünnen Ast an, manchmal putzen sich die Tiere auch schon zwischendurch den Schnabel. Das häufige Schnabelputzen ist nötig, weil viele von den Stieglitzen präferierte Pflanzenarten Milchsaft führen. Oft waren bei den im Netz gefangenen Vögeln die Schnäbel sehr verklebt und erschienen durch schon verkrusteten Milchsaft tief schwarz.

Häufig baden die Vögel am späten Morgen und manchmal noch nachmittags. Diesem Bad schließt sich ein vollständiger Gefiederpflegezyklus an. Sonst finden sich einzelne Putzaktionen über den ganzen Tag verteilt. Eine Zunahme der Putzbewegungen besonders nachmittags, zeigen die Vögel am Ende der Brutzeit mit beginnender Mauser. Die Putzhandlungen der Stieglitze werden an anderer Stelle beschrieben (GLÜCK in Vorbereitung).

4.4.4.4 Mechanismen zur Sicherstellung der Nahrung

Für den Stieglitz konnte PLATZ (1938) in Käfigversuchen nachweisen, daß die einmal an einer Einzelpflanze gemachten Erfahrungen auf den ganzen Pflanzentyp übertragen werden. Da eine Pflanzenart nicht während des ganzen Jahres Nahrung liefert, also nicht generell als die Vorzugsnahrung gelten kann, schließt EBER (1956), daß die Finkenvögel die Nahrungspflanzen mehr nach deren Art-

merkmalen als nach Familienmerkmalen auszuwählen scheinen. Bei einer Spezialisierung auf wenige Körner nehmen die Öffnungsgeschwindigkeiten zu (ZISWILER 1965), und damit einhergehend wird schnelleres Fressen erzielt. Nach PLATZ (1938) verstärkt die Massendarbietung einer Pflanze den Entscheidungswillen eines Vogels zugunsten der häufigeren Pflanze. Außerdem vermögen Stieglitze infolge ihres Erinnerungsvermögens die bessere von zwei Futtersorten auszuwählen. Im Untersuchungsgebiet profitierten weniger ortskundige Vögel von der Gebietserfahrung der vor- und mehrjährigen Vögel. Es konnte immer wieder beobachtet werden, daß alte (farbig gekennzeichnete) Vögel Areale im Nahrungssuchflug überflogen, wo im Vorjahr die betreffende Nahrungspflanze im ganzen Gebiet am frühesten reif war. Dies läßt den Schluß zu, daß alte gebietserfahrene Vögel abschätzen können, wo sich die jeweils größten Vorkommen einer Pflanze bzw. die nächstfolgenden Nahrungsfelder befinden werden. Dies wäre vor allem wichtig bei einem Wechsel von einer Nahrungspflanzenart zur nächsten. So profitiert die gesamte Population von der Erfahrung älterer Individuen.

Die Information über die Lokalisation von Nahrungsfeldern kann innerhalb einer Nestgruppe auf verschiedene Art und Weise übermittelt werden (GLÜCK 1979):

a) Die einzelnen Gruppenmitglieder führen täglich zu bestimmten Zeiten „Gruppentreffen“ durch. Zu diesen Treffen finden sich die Mitglieder der Nestgruppe in einem bestimmten Areal innerhalb des Nestgruppengebietes ein. Im Anschluß an diese Treffen können die daran teilnehmenden Vögel gemeinsam in ein Nahrungsareal einfliegen und dort Nahrung suchen.

b) Die männlichen Gruppenmitglieder legen „Gesangstraßen“ vom Nest bis zu den von ihnen entdeckten Nahrungsplätzen an. Sie fliegen dabei in Etappen und legen auf den Spitzen hoher Bäume Flugpausen ein, während denen sie eine kurze Strophe singen oder aber sie fliegen kontaktrufend vom Nest ins Nahrungsgebiet. Damit kommt anderen Stieglitzen die Möglichkeit zu, akustisch angelockt, den ins Nahrungsareal fliegenden Vögeln zu folgen.

c) In Nahrungsarealen fressende Tiere können überfliegende Stieglitze anlocken. Einmal indem sie von überfliegenden Vögeln bemerkt werden und zum anderen durch akustische Signale. Die fressenden Tiere antworten auf den Kontaktruf überfliegender Stieglitze mit dem Lockruf (Abb. 4), was die letzteren zum Einschwenken und Fressen im betreffenden Nahrungsareal veranlassen kann.

d) Weiter tragen zur Nahrungssicherung die Jungesellen bei, deren jährlicher Anteil zwischen 5–10% der Population ausmacht. Die ledigen ♂ singen in guten Nahrungsgebieten. Obwohl ihr Gesang in erster Linie wahrscheinlich der Gattenwerbung dient, wirkt er auf andere Stieglitze anlockend und erschließt ihnen so weitere Nahrungsgebiete.

4.5 Nährwertgehalt der Nahrungspflanzen

Der Nährwertgehalt der milchreifen Samen von 20 Nahrungspflanzen wurde bestimmt (s. 3.). Dabei verwendete ich folgende Umrechnungswerte: 1 g Fett = 9,3 kcal, 1 g Protein = 4,1 kcal, 1 g Kohlehydrat = 4,1 kcal. Es sollte geprüft werden, ob die einzelnen vom Stieglitz zur Aufzucht seiner Jungen benutzten Samenarten unterschiedliche Nahrungsqualität besitzen und somit für eine verzögerte oder beschleunigte Nestlingsentwicklung verantwortlich sein können. Die Samen der untersuchten Pflanzenarten hatten unterschiedliche Anteile an Wasser, Fetten, Proteinen und Kohlehydraten (s. Tab. 6). Den höchsten Wassergehalt (81%) bestimmte ich bei den Samen von *Tussilago farfara* und den niedrigsten (44%) bei den Samen von *Dipsacus silvestris*. Berechnet auf das Frischgewicht ist der Nährwert von *Dipsacus silvestris* und *Arctium spec.* sehr hoch, jedoch sind beide für die Aufzucht des Nachwuchses ohne Bedeutung, da ihr Samenwachstum erst nach Ende der Brutzeit einsetzt. Einen höheren Nährwert haben *Taraxacum officinale*, *Rumex acetosa*, *Knautia arvensis*, *Dactylis glomerata*, *Cirsium arvensis*, *C. vulgare* und *Plantago major* (s. Tab. 6).

Tab. 6 Wasser, Nährwert- und Energiegehalt der Samen der Nahrungspflanzen. Content of seeds: water, nutritive quality (lipids, proteins, carbohydrates), and energy of the milky ripe seeds of plants.

	Wasser- gehalt in %	Trocken- substanz (Tr) in %	Lipide in % der Tr	Proteine in % der Tr	Kohlen- hydrate in % der Tr	Energiegehalt in kcal pro g Trocken- gewicht	Energiegehalt in kcal pro g Trocken- gewicht
<i>Dactylis glomerata</i>	22,2	77,8	11,09	2,69	63,20	3,73	2,90
<i>Dipsacus silvestris</i>	44,3	55,73	26,29	4,91	19,00	3,43	1,91
<i>Arctium sp.</i>	34,8	65,2	21,20	2,14	14,56	2,66	1,73
<i>Cirsium vulgare</i>	44,9	55,1	18,46	2,38	19,62	2,62	1,44
<i>Rumex acetosa</i>	53,2	46,8	4,88	3,14	42,72	2,34	1,09
<i>Cirsium arvensis</i>	53,7	46,3	14,37	1,83	23,17	2,36	1,09
<i>Plantago major</i>	54,7	45,3	6,35	2,02	41,85	2,39	1,08
<i>Sonchus arvensis</i>	59,5	40,5	14,51	6,07	26,08	2,67	1,08
<i>Knautia arvensis</i>	56,2	43,8	10,08	3,29	32,90	2,42	1,06
<i>Taraxacum officinale</i>	65,3	34,7	19,34	4,17	25,94	3,03	1,05
<i>Tragopogon pratensis</i>	66,7	33,3	13,62	1,83	36,69	2,85	0,95
<i>Centaurea jacea</i>	62,7	37,3	7,88	5,28	37,44	2,48	0,93
<i>Leontodon hispidus</i>	57,4	42,6	5,20	3,59	37,18	2,16	0,92
<i>Senecio vulgaris</i>	77,1	22,9	27,52	13,81	21,50	4,01	0,92
<i>Filipendula ulmaria</i>	53,8	46,2	8,54	4,68	21,84	1,88	6,87
<i>Crepis perennis</i>	67,0	33,0	7,18	9,15	35,43	2,50	0,82
<i>Sonchus oleraceus</i>	72,0	28,0	18,92	6,73	3,90	2,20	0,61
<i>Ranunculus acer</i>	72,9	27,1	9,53	1,52	30,75	2,21	0,60
<i>Cirsium oleraceum</i>	71,1	28,9	6,24	3,71	22,08	1,64	0,47
<i>Tussilago farfara</i>	81,4	18,6	14,84	1,90	22,89	2,40	0,45

Nach KORODI-GAL (1965 a, b) benötigt ein Stieglitz bei 20° C pro Tag und Gramm Körpergewicht 769 cal. Dieser Wert wurde verwendet und für ein ♂ von 16,04 g (Mittelwert von n = 81 gefangenen ♂♂) der tägliche Nahrungsbedarf auf der Basis des Energiegehalts der einzelnen Pflanzensamen errechnet (Tab. 7). Fressen die Vögel Pflanzensamen mit geringerem Energiegehalt, müssen sie notwendigerweise mehr Nahrung aufnehmen. Danach müssen die Vögel von *Dactylis glomerata*, *Cirsium vulgare*, *Arctium spec.* und *Dipsacus silvestris* relativ geringe Mengen (unter 10 g pro Tag) fressen, während sie von *Tussilago farfara*, *Ranunculus acer* und *Cirsium oleraceum* beträchtliche Mengen (über 20 g pro Tag) verzehren müssen, um ihren Energiebedarf zu decken. Natürlich ist erst bei der Kenntnis der in den Pflanzensamen enthaltenen Spurenelemente und der Aminosäurezusammensetzung eine vollständige Erfassung der Nahrungsqualität der verschiedenen Pflanzensamen gegeben. Hier müssen weitere Untersuchungen ansetzen, um ein vollständiges Bild über die Nahrungsqualität der vom Stieglitz benützten Pflanzensamen zu erhalten.

Tab. 7 Täglicher Nahrungsbedarf eines Stieglitzes (16 g Körpergewicht) beim Fressen der Samen einer Nahrungspflanzenart. — Requirement of food stuff of a Goldfinch (weight: 16 g) for one day by feeding on a specific plant.

Pflanzennamen	Nahrungs- frischge- wicht in g	Trockenge- wicht der Nahrung in g	Frischge- wicht der Nahrung pro g Körpergewicht	Trockenge- wicht der Nahrung pro g Körpergewicht
<i>Tussilago farfara</i>	27,59	5,13	1,73	0,32
<i>Senecio vulgaris</i>	13,39	3,07	0,84	0,19
<i>Taraxacum officinale</i>	11,62	4,09	0,73	0,25
<i>Rumex acetosa</i>	11,25	5,27	0,70	0,33
<i>Crepis perennis</i>	14,93	4,93	0,93	0,31
<i>Tragopogon pratensis</i>	12,98	4,32	0,81	0,27
<i>Ranunculus acer</i>	20,58	5,57	1,29	0,55
<i>Knautia arvensis</i>	11,61	5,08	0,73	0,32
<i>Sonchus oleraceus</i>	20,01	5,60	1,25	0,35
<i>Sonchus arvensis</i>	11,38	4,61	0,71	0,29
<i>Dactylis glomerata</i>	4,24	3,30	0,26	0,21
<i>Leontodon hispidus</i>	13,39	5,71	0,84	0,36
<i>Filipendula ulmaria</i>	14,16	6,54	0,88	0,41
<i>Cirsium oleraceum</i>	25,95	7,51	1,62	0,47
<i>Cirsium vulgare</i>	8,53	4,70	0,53	0,29
<i>Cirsium arvensis</i>	11,26	5,21	0,70	0,33
<i>Arctium spec.</i>	7,1	4,61	0,44	0,29
<i>Plantago major</i>	11,36	5,15	0,71	0,32
<i>Centaurea jacea</i>	13,27	4,95	0,83	0,31
<i>Dipsacus silvestris</i>	6,44	3,59	0,40	0,22

4.6. Gewinnungseffektivität

Um die Gewinnungseffektivität bzw. die Nahrungseffizienz der verschiedenen Pflanzensamen zu bestimmen, wurde

- der Energiegehalt der Samen bestimmt und die daraus täglich aufzunehmende Menge in g der betreffenden Samen errechnet (s. 4.5).
- Von jeder dieser Pflanzen zählte ich die Anzahl der Samen von 10 Samenanlagen und bestimmte ihr Frischgewicht.
- Aus Beobachtungen ($n = 25$) wurde eine mittlere Aufnahmedauer für ein Samenkorn von 1,11 sec ermittelt. Dabei ist nicht mit eingerechnet die Zeit, die die Stieglitze zum Anfliegen der jeweiligen Samenträger benötigen.

In Tab. 8 ist die Anzahl der Samenköpfchen zusammengefaßt, die die Tiere für ein Gramm Nahrung benötigen. Aus diesen Angaben läßt sich die Nahrungseffizienz der einzelnen Pflanzensamen berechnen. In die Effizienzberechnung geht ein: der Energiegehalt der Samen und daraus resultierend die aufzunehmende Samenmenge, die Anzahl der Samen, welche dieser Menge entsprechen, und die Geschwindigkeit, mit der ein Samenkorn respektive die der Nahrungsmenge entsprechenden Samenkörner verzehrt werden. Dabei ist vorausgesetzt, daß die

Tab. 8 Ergiebigkeit der Pflanzen: Gewicht der Nahrung und Anzahl der Samenkörner, die eine Samenanlage („Köpfchen“) enthält, und die Anzahl der Samenanlagen („Köpfchen“), die ein Vogel bearbeiten muß, um 1 g der entsprechenden Samen zu erhalten (Näheres im Text). – Productiveness of plants: weight of food and the number of seeds that is represented in one seed carrier, and number of seed carriers that a bird has to obtain to get one gramm of food stuff.

	Frischgewicht in g der Samen einer Samenanlage	Anzahl d. Körner	Anzahl der Samenanlagen für 1 g Nahrung
<i>Dipsacus silvestris</i>	2,44	499	0,41
<i>Arctium spec.</i>	1,70	92	0,59
<i>Tragopogon pratensis</i>	1,04	61	0,96
<i>Plantago major</i>	0,51	10 (170)	1,95
<i>Cirsium vulgare</i>	0,49	166	2,04
<i>Cirsium oleraceum</i>	0,47	136	2,14
<i>Knautia arvensis</i>	0,43	85	2,30
<i>Taraxacum officinale</i>	0,19	231	5,17
<i>Tussilago farfara</i>	0,16	252	6,28
<i>Centaurea jacea</i>	0,12	63	8,4
<i>Leontodon hispidus</i>	0,11	76	8,82
<i>Crepis perennis</i>	0,10	78	10,49
<i>Sonchus oleraceus</i>	0,08	170	13,33
<i>Cirsium arvensis</i>	0,07	85	14,32
<i>Ranunculus acer</i>	0,07	38	14,29
<i>Sonchus arvensis</i>	0,05	57	20,69
<i>Senecio vulgaris</i>	0,02	66	45,83

pflanze für den Vogel ernährungsstrategisch am günstigsten ist, bei der er in kürzester Zeit seinen Energiebedarf abdecken kann, d.h. bei der er die wenigste Zeit für die Nahrungsaufnahme verwenden muß.

Von den Pflanzen, die zur Aufzucht der Jungen und als Nahrung der Altvögel während der Brutzeit dienen, hat *Tragopogon pratensis* die höchste Nahrungseffizienz. In dieses Bild fügen sich Beobachtungen, bei denen Stieglitze angetroffen wurden, die eine einzeln auf einer Wiese (Fläche 2 ha) stehende *Tragopogon pratensis* Pflanze noch ausbeuteten. Bei dieser Pflanze reicht eine Samenanlage aus, um eine Kropffüllung (ca. 1 Gramm) zu erhalten (vgl. Tab. 4.6.1). Die Samen von *Knautia arvensis*, *Cirsium vulgare*, *Plantago major* und *Dactylis glomerata* wiesen ebenfalls eine günstige Nahrungseffizienz auf. Beim Fressen dieser Pflanzensamen kann ein Vogel seinen Nahrungsbedarf in einer Zeit, die unter 100 Minuten pro Tag liegt, decken. Auffällig ist, daß Stieglitze diese Pflanzensamen noch effektiv zur Aufzucht ihrer Nestlinge benutzen können, wenn sie über der „normalen“ Entfernung (vgl. 4.4.2) von Nest zum Nahrungsgebiet hinaus noch gewonnen werden. Die Stieglitze können beispielsweise Weitstreckenflüge (bis 800 m) zu Nahrungsplätzen, auf denen *Dactylis glomerata* wächst, ausführen

Tab. 9 Nahrungseffizienz der Pflanzarten. Tageswerte berechnet für 1 ♂ Stieglitz von 16 g Körpergewicht (Näheres im Text) – Feeding efficiency of a Goldfinch at various types of foodplants examined.

	Anzahl der Körner pro g Frischgew.	Aufnahmezeit f. 1 g Nahrung in Min.	Nahrungsmenge pro Tag in g	Anzahl der pro Tag benötigten Körner	Ernährungszeit in Min.
<i>Arctium spec.</i>	54	1,0	7,11	384	7,10
<i>Tragopogon pratensis</i>	59	1,08	12,98	760	14,06
<i>Dipsacus silvestris</i>	204	3,46	6,44	1 314	24,31
<i>Knautia arvensis</i>	196	3,62	11,61	2 270	41,99
<i>Cirsium vulgare</i>	339	6,26	8,53	2 889	53,45
<i>Plantago major</i>	332	6,13	11,36	3 766	69,67
<i>Dactylis glomerata</i>	950	17,58	4,24	4 028	74,52
<i>Centaurea jacea</i>	529	9,79	13,27	7 023	129,92
<i>Rumex acetosa</i>	634	11,72	11,25	7 129	131,88
<i>Cirsium oleraceus</i>	291	5,38	25,96	7 555	139,77
<i>Leontodon hispidus</i>	670	12,40	13,39	8 976	166,06
<i>Ranunculus acer</i>	543	10,05	20,58	11 175	206,74
<i>Crepis perennis</i>	818	15,14	14,93	12 216	226,00
<i>Cirsium arvensis</i>	1 217	22,52	11,26	13 706	253,55
<i>Taraxacum officinale</i>	1 194	22,09	11,62	13 877	256,73
<i>Filipendula ulmaria</i>	1 340	24,78	14,16	18 969	350,94
<i>Sonchus arvensis</i>	1 179	21,82	11,38	25 730	476,01
<i>Sonchus oleraceus</i>	2 266	41,92	20,01	45 344	755,74
<i>Senecio vulgaris</i>	3 025	55,96	13,39	40 502	749,28
<i>Tussilago farfara</i>	1 583	29,28	27,59	43 662	807,76

und mit diesen Samen ihre Jungen ernähren, während bei der Ernährung mit den Samen von *Trifolium pratense* schon bei geringeren Entfernungen die Nestjungen nicht mehr optimal versorgt werden können.

Pflanzensamen, die eine schlechtere Nahrungseffizienz aufweisen, wie *Senecio vulgaris* und *Tussilago farfara* werden nur außerhalb der Brutzeit (vgl. Tab. 2) vor dem Abzug ins Winterquartier oder bei der Rückkehr aus diesem, wenn die Stieglitze nicht durch den Besitz eines Nestes ortsgebunden sind, genützt. In Tab. 9 sind die Berechnungsergebnisse zusammengefaßt. Die im Spätherbst und im Winter aufgenommenen Samen von *Dipsacus silvestris* und *Arctium spec.* sind in ihrer Nahrungseffizienz sehr günstig. Die Stieglitze können beim Fressen dieser Samen innerhalb kürzester Zeit ihren Energiebedarf abdecken. Dieses schnelle Abdecken des Nahrungsbedarfs könnte ein entscheidender Faktor beim Überwintern einzelner Vögel sein, da ihnen an sehr kurzen Tagen relativ wenig Zeit für die Nahrungssuche bleibt, und zudem bei tiefen Temperaturen der Nahrungsbedarf erhöht ist (KORODI-GAL 1965). Ebenso kann die Benützung dieser Pflanzen als Nahrung für die Vögel während der Mauser von Vorteil sein, da sie in dieser Zeit ebenfalls einen erhöhten Energiebedarf haben.

4.7 Stoffwechselfmessungen

Da die Stieglitze verschiedenartige Pflanzen zur Nahrungsgewinnung nutzen und dabei verschiedene Bewegungs- und Aufschlußweisen anwenden, stellte sich die Frage, ob der energetische Aufwand, den der Vogel erbringen muß, davon beeinflusst wird. Um diese Frage zu beantworten, wurde bei einem männlichen und einem weiblichen Stieglitz der Sauerstoffverbrauch unter verschiedenen Ernährungsbedingungen gemessen. Als „offenliegendes“ Futter erhielten die Vögel einmal Waldvogel-Mischfutter (s. Tab. 10) und *Filipendula ulmaria*, als „verstecktes“ Futter diente *Tussilago farfara* und *Taraxacum officinale*. Es zeigte sich, daß der Sauerstoffverbrauch während des Tages beim Fressen von *Taraxacum* und *Tussilago* signifikant ($p < 0,01$ MW-U-Test) höher war im Vergleich zu Körnerfutter und *Filipendula*. Der Ruheumsatz war nicht signifikant verschieden. Das Ergebnis stützt die Hypothese, daß *Filipendula* bzw. offenliegende Samen-träger beim Gewinnen der Nahrung für den Vogel energetisch günstiger sind als Arten mit geschlossenen Samenträgern.

Tab. 10 O₂-Verbrauch in ml von einem ♂ und einem ♀ Stieglitz im Tagesverlauf beim Füttern mit: K. = Körnerfutter, T. f. = *Tussilago farfara*, T. o. = *Taraxacum officinale*, F. u. = *Filipendula ulmaria* und der mittlere O₂-Verbrauch (x̄) und Streuung (s) während der Hell- und Dunkelzeit - Oxygen consumption of a male and a female goldfinch during day and night, while feeding on different plant seeds (K. = mixture of dry seeds, T. f. = *Tussilago farfara*, T. o. = *Taraxacum officinale*, F. u. S = *Filipendula ulmaria*)

Stunden	K.		T. f.		T. f.		T. f.		T. f.	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
0 - 1	19,04		20,04		21,04		22,04		23,04	
1 - 2	11,50	14,00	7,00	8,50	7,50	9,50	7,50	9,00	7,00	9,00
2 - 3			8,50	11,50			7,50	9,00	7,50	9,00
3 - 4	8,50	10,00	7,50	9,50	7,50	10,00	8,00	9,50	7,50	8,50
4 - 5			7,50	9,50			8,00	9,50	8,00	9,50
5 - 6					8,50	11,00			8,00	9,50
6 - 7	19,50	23,00	17,00	22,00	17,00	21,50	17,00	20,00	19,00	20,00
7 - 8			15,00	17,50	19,50	21,50	19,50	22,00	17,50	21,50
8 - 9	16,00	19,00	16,00	18,00	19,00	22,00	19,50	22,00	17,50	21,50
9 - 10	19,00	23,00	18,00	19,00	17,50	21,50	18,00	20,00	17,50	19,50
10 - 11			17,00	19,00	19,00	21,00	17,00	19,00	17,00	20,00
11 - 12	18,50	22,00	17,00	19,00	19,00	21,00	17,00	19,00	17,00	21,50
12 - 13	18,00	22,00	15,00	18,00	18,50	20,00	18,00	20,00	18,00	20,00
13 - 14			11,00	14,00	11,00	14,00	11,00	14,00	11,00	14,00
14 - 15	15,00	18,00	11,00	14,00	11,00	14,00	11,00	14,00	11,00	14,00
15 - 16	11,00	14,00	11,00	14,00	11,00	14,00	11,00	14,00	11,00	14,00
16 - 17	11,00	14,00	11,00	14,00	11,00	14,00	11,00	14,00	11,00	14,00
17 - 18			7,50	9,50	8,50	11,00	7,50	9,50	9,00	10,50
18 - 19	6,50	8,50	7,00	9,50	8,00	10,00	8,50	9,00	9,00	10,50
19 - 20			7,00	9,50	7,50	9,00	7,50	9,00	8,00	9,50
20 - 21	9,00	10,50	7,00	8,50	7,50	9,00	7,50	9,00	8,00	9,50
21 - 22			7,00	8,50	7,50	9,00	7,00	8,50	7,50	9,00
22 - 23	7,50	9,00	7,00	8,50	7,50	9,00	7,00	8,50	7,50	9,00
23 - 24			7,50	9,00	7,50	9,00	7,00	8,50	7,00	8,00
Hellzeit	16,71	20,14	16,71	19,57	18,42	21,25	18,50	20,71	17,67	20,42
Dunkelzeit	3,00	3,34	1,50	1,92	0,97	0,69	1,35	1,25	0,75	0,86
s =	8,60	10,40	7,42	9,50	7,81	9,88	7,67	9,00	7,90	9,31
s =	1,88	2,16	0,58	1,10	0,46	0,79	0,52	0,32	0,73	0,59

Tabelle 10 (Fortsetzung)

Stunden	K. 25.04.		K. 26.04.		T. o. 27.04.		T. o. 28.04.		T. o. 29.08.		T. o. 30.04.		F. u. 30.04.		ol.05.
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
0 - 1															
1 - 2	7,50	10,50	6,50	8,50	7,00	8,00	8,00	8,00	8,50	10,00	9,50	11,50	11,50	12,00	
2 - 3															
3 - 4	7,00	8,50	6,50	8,50	7,00	8,50	8,00	8,50	8,50	10,50	9,00	11,00	10,50	12,00	
4 - 5															
5 - 6	7,50	9,50	7,50	9,50	8,00	9,50	9,00	9,50	10,00	11,50	10,00	12,00	10,00	11,50	
6 - 7	16,50	21,00	15,00	18,00	14,50	18,00	17,00	18,50	18,50	20,50	18,00	20,00	18,00	19,50	
7 - 8															
8 - 9	15,00	18,00	18,00	19,00	16,00	18,00	18,00	18,00	18,50	20,50	19,00	20,00	17,50	19,00	
9 - 10															
10 - 11	16,00	18,00	16,00	19,00	17,00	19,50	18,00	19,50	19,00	19,50	19,00	20,00	17,50	18,50	
11 - 12															
12 - 13	16,00	18,00	15,50	17,50	19,00	19,50	17,00	19,00	19,00	20,50	19,50	19,50	16,00	17,00	
13 - 14															
14 - 15	20,00	23,00	14,00	15,50	21,00	21,50	16,50	18,00	19,00	20,00	18,50	19,00	15,00	16,50	
15 - 16															
16 - 17	16,50	19,00	14,50	16,00	20,50	21,00	16,50	19,00	19,00	19,50	18,50	19,00	13,00	14,50	
17 - 18															
18 - 19	7,00	8,50	8,50	9,00	10,50	12,00	9,00	11,00	9,50	10,50	9,50	11,00	11,00	12,50	
19 - 20	7,00	8,50	7,00	8,00	10,50	12,00	8,50	10,50	9,50	11,00	10,00	11,00	11,00	12,00	
20 - 21															
21 - 22	7,50	9,00	6,50	8,00	9,00	10,00	8,00	9,00	10,00	11,00	10,00	11,00	11,00	12,00	
22 - 23															
24 - 24	7,00	9,00	6,50	9,50	8,00	9,00	9,50	11,50	10,00	11,00	10,00	11,00	11,00	12,00	
Hellzeit	16,67	19,50	15,40	17,00	17,29	18,93	17,17	18,67	18,42	19,83	18,17	19,42	15,57	17,00	
	1,72	2,07	1,60	1,89	3,03	2,19	0,68	0,61	0,49	0,61	0,88	0,49	2,35	2,16	
Dunkelzeit	7,21	9,07	6,75	8,67	8,25	9,50	8,57	9,93	9,33	10,75	9,71	11,21	10,83	12,00	
	0,27	0,73	0,42	0,68	1,33	1,41	0,61	1,13	0,68	0,52	0,39	0,39	0,52	0,32	

5. Diskussion

Das gemeinsame Nahrungssuchen in Gruppen während der Brutzeit hat für die Vögel den Vorteil einer „sicheren und effektiven“ Nahrungssuche (vgl. HORN 1968, PULLIAM 1973, KREBS 1974, PFLUMM 1978). Individuen, die in sozialen Verbänden fressen, haben eine größere Nahrungseffektivität (MURTON & ISAACSON 1962, HORN 1968, KREBS et al. 1972, KREBS 1973, PULLIAM 1973, KREBS 1974). Das Sozialverhalten kann an die Futterversorgung und an den Feinddruck (Nesträuber) angepaßt sein (CROOK 1970, WALTHER 1972). Die Verteilung der Nahrung des Stieglitzes ist in dem untersuchten Biotop neben der pflanzenartspezifischen zeitlich-räumlichen Anordnung auch von der Schnittfolge der Grasvegetation durch die Landwirte abhängig. Daraus resultiert für den Stieglitz eine zeitlich-räumlich nicht vorhersagbare Konstellation der Nahrungsflächen.

Zur optimalen Ausbeutung dieser meist unvorhersagbaren Flächen hat der Stieglitz mehrere Anpassungen entwickelt: Die Paarpartner leben in saisonaler Ehe mit starker Paarbindung; diese ist Voraussetzung für das Brüten in den Gruppen. Verhaltensweisen und Lautäußerungen, die das Brüten in Gruppen und die Gruppentreffen sowie das anschließende gemeinsame Einfliegen in die Nahrungsgebiete ermöglichen. Nahrungsgebiete, die von Gruppenmitgliedern bei ihren Nahrungssuchflügen oder ihren Nahrungsinspektionsflügen (Vorprüfung von Nahrungsgebieten durch „ältere“ Gruppenmitglieder) entdeckt werden, können von der Gruppe im Anschluß an die Gruppentreffen ausgebeutet werden. Die ♂ legen Gesangsstraßen zu den Nahrungsgebieten an, denen andere Stieglitze in ein Nahrungsgebiet folgen können. Ein Gebiet überfliegende Vögel werden von den in Nahrungsarealen fressenden Individuen angelockt. Die Junggesellen tragen durch andauerndes Singen in Nahrungsgebieten zur Entdeckung von diesen bei. Neue Nestgruppen werden immer in, oder in unmittelbarer Nähe von optimalen Nahrungsgebieten angelegt (GLÜCK 1979).

Die Stieglitze holen ihre Samen aus unterschiedlicher Entfernung heran. Zu einzelnen Samenpflanzenarten legen sie nach dem Ausfallen der nestnahen Nahrungsgebiete (Abernten durch die Vögel, Abmähen) eine größere Entfernung vom Nest zum Nahrungsgebiet zurück, als zu anderen. Die Ursache kann in der unterschiedlichen Gewinnungseffektivität für die Vögel und der Nahrungseffizienz der einzelnen Pflanzenarten gesehen werden. Bei kleinsamigen Pflanzen ist der Zeitaufwand für eine Kropffüllung (ca. 1 g) größer als bei großsamigen Pflanzen, d.h. die Stieglitze müssen beim Fressen kleiner Samen länger am Nahrungsplatz verweilen als beim Gewinnen von größeren Samen. Dadurch erhöht sich die Gesamtzeit, die die Vögel benötigen, um zum Nest zurückzukehren. Die Fütterungsrate der Nestjungen sinkt dadurch ab, und die Nestlingsdauer der Jungen wird verlängert.

Der Stieglitz kann nur bis zu einer Entfernung von maximal 800 Metern bei

Benützung einer für ihn effektiven Pflanze, Nahrung für seine Jungen heranschaffen. Bei der Benützung ineffektiverer Pflanzen (vgl. Tab. 9) ist sein Aktionsradius geringer. Durch die kleinflächige Nutzungsweise dieses Streuobstwiesengebietes sind in aller Regel die Nahrungsflächen näher am Nest. Bei Schlechtwetterperioden haben diese nahe am Nest liegenden Nahrungsplätze (bis 100 m Entfernung) entscheidende Bedeutung für den Fortbestand der Brut.

In jüngster Zeit sind in Baden-Württemberg Pläne vorhanden und z. T. schon ausgeführt (vgl. ULLRICH 1975), nach denen in Flurbereinigungsverfahren diese kleinflächig genutzten Streuobstwiesengebiete in großflächig genutzte Areale umgewandelt werden. Diese Großflächen werden in der Regel von einem Landwirt bewirtschaftet, und somit beispielsweise zur Zeit der Heuernte innerhalb weniger Tage vollständig abgemäht und abgeräumt sein. Dies hat auf die in diesen Gebieten brütenden und sich von den Samen der Pflanzen ernährenden Finkenvögel katastrophale Folgen. Brütet der Stieglitz beispielsweise innerhalb einer solchen Großfläche, und ist die Entfernung zum nächsten noch bestehenden „Nahrungsfeld“ (nicht gemähte Wiese) weiter als 800 m, kann daraus ein Totalausfall der Brut resultieren. Ähnliches gilt für die anderen Finkenarten. Bei künftigen Veränderungen in Streuobstwiesengebieten muß dieses Ergebnis unbedingt berücksichtigt werden, wenn der Bestand dieser Arten nicht gefährdet werden soll.

Literatur

- ALBRECHT, W. A. (1945): Discriminations in food selection by animals. *Sci. Monthly* 60: 345-352. - ANTONY, M. (1919): Über Speicheldrüsen der Vögel. *Zool. Jb. Anat.* 41: 547-660. - BARNETT, S. A. (1953): Problems of food selection by rats. *Anim. Behaviour* 1: 159. - BEECHER, W. J. (1953): A phylogeny of the oscines. *Auk* 70: 270-333. - BELL, R. H. V. (1970): The use of herb layer by grazing ungulates in the Serengety. *Brit. Ecol. Soc. Symp.* 10: 111-122. - BERNDT, R., & W. MEISE (1959): *Naturgeschichte der Vögel*. Band 1, Franckh'sche Verlagshandlung Stuttgart.
- BERNDT, R., & W. WINKEL (1967): Die Gelegegröße des Trauerschnäppers (*Ficedula hypoleuca*) in Beziehung zu Ort, Zeit, Biotop und Alter. *Vogelwelt* 88: 97-136. - BERGMAYER, H. U. (1970): Methoden der enzymatischen Analyse 2. Auflage Verlag Chemie, Weinheim. - BERTHOLD, P. (1976): Animalische und vegetabilische Ernährung omnivorer Singvogelarten: Nahrungsbevorzugung, Jahresperiodik der Nahrungswahl, physiologische und oekologische Bedeutung. *J. Orn.* 117: 145-209. - BEYTHIEN, A., & W. DIEMAIR (1972): *Laboratoriumsbuch für den Lebensmittelchemiker*. 8. Auflage Verlag Lidl, München. - BOCK, W. J. (1960): The palatine process of the premaxilla in Passeres. *Bull. Mus. comp. Zool. Harv.* 122: 361-488. - BÖCK, F. (1973): Untersuchungen zur lokomotorischen Aktivität einheimischer Singvögel im Hinblick auf ihre Nahrungsaufnahme. *Diss.* Wien. - BRUNS, A., & A. HABERKORN (1960): Beiträge zur Ernährungsbiologie des Stars (*Sturnus vulgaris*). *Orn. Mitt.* 12: 81-103. - COLLINGE, W. E. (1913): The food of some British wild birds. London. - CROOK, J. H. (1963): Monogamy, polygamy and food supply. *Discovery*: 35-41. - CROOK, J. H. (1965): The adaptive significance of avian social organisations. *Symp. Zool. Soc. London* 14: 181-218. - CROOK, J. H. (1970): Social behaviour in birds and mammals. Academic Press. - DECKERT, G. (1968): Der Feldsperling. Neue Brehm-Bücherei. Ziemsen, Wittenberg, Lutherstadt. - DOLNIK, V. R., & T. I. BLYUMENTAL (1964): The bioenergetics of bird migrations. *Succ. Mod. Biol.* 58: 280-301. - EBER, G. (1956): Vergleichende Untersuchung über die Ernährung einiger Finkenvögel. *Biol. Abh.* 13/14: 1-60. - FIELD, C. R. (1968): A comparative study of the food habits of some wild ungulates in the Queen Elizabeth National Park, Uganda. *Prel. Rep. Symp. Zool. Soc. London* 21: 135-151. - GARDARSSON, A., & R. MOSS (1968): Selection of food by Icelandic ptarmigan in relation to its availability and nutritive value. *Brit. Ecol. Soc. Symp.* 10: 47-69. - GLÜCK, E. (1979): Verhaltens-Ökologie des Stieglitzes (*Carduelis carduelis* L.) während der Brutzeit. *Diss. Fachber. Biologie Universität Tübingen*. 243 S. - GROEBBELS, F. (1932): *Der Vogel* Bd. 1, Borntträger, Berlin. - GROEBBELS, F. (1937): *Der Vogel* Bd. 2, Geschlecht und Fortpflanzung. Berlin. - GRÜN, G. (1975): Die Ernährung der Sperlinge *Passer domesticus* (L.) und *Passer montanus* (L.) unter verschiedenen Umweltbedingungen. Working Group Graniv. Birds 8: 24-103 *Inst. Ecol. Polish Acad. Sci. Lomianki*. - HARTLEY, P. H. T. (1953): An ecological study of the feeding habits of the English Titmice. *J. Anim. Ecol.* 72: 261. - HARTLEY, P. H. T. (1954): Wild

fruits in the diet of British thrushes. *Brit. Birds* 47: 97. - HESPENHEIDE, H. A. (1966): The selection of seed size by finches. *Wils. Bull.* 78: 191-197. - HOLYOAK, D. T. (1970): Sex differences in feeding behaviour and size in the Carrion Crow. *Ibis* 112: 399-400. - HOPPE, R., (1973): Die Nahrung einheimischer Vögel: Knospen, Nadeln, Blätter und Triebe als Vogelnahrung. *Gef. Welt* 97: 169-171. - HORN, H. S. (1968): The adaptive significance of colonial nesting in the Brewer's Blackbird (*Euphagus cyanocephalus*). *Ecol.* 49: 682-694. - IMMELMANN, K. (1962): Beiträge zu einer vergleichenden Biologie australischer Prachtfinken. *Zool. Jb. Syst.* 90: 1-196. - JOURDAIN, F. C. R. (1938): Contributions to the handbook of British birds. Ed. H. F. WITHERBY, London. - JUUTINEN, P. (1953): Referat: Über Nahrung und forstwirtschaftliche Bedeutung des Fichtenkreuzschnabels. *Comment. Inst. Forest. Fenicae* 41: 1-41. - KADEN, L. (1936): Über Epithel und Drüsen des Vogelschlundes. *Zool. Jb. Anat.* 61: 421-466. - KEAR, J. (1962): Food selection in finches with special reference to interspecific differences. *Proc. Zool. Soc. London* 138: 163-204. - KEAR, J. (1972): Feeding habits of birds. *Biology Nutrition. Internat. Encycl. Food. Nutrition* 18: 471-502. - KENDEIGH, S. C. (1961): *Animal ecology*. Englewood Cliffs 1961. - KLEIN, D. R. (1970): Food selection by North American deer and their response to over-utilisation of preferred plant species. *Brit. Ecol. Soc. Symp.* 10: 25-44. - KOENIG, O. (1951): Das Aktionssystem der Bartmeise. *Österr. Z. Zool.* 3: 1-82, 247-325. - KORODI-GAL, J. (1965 a): Der Nahrungsverbrauch und sein Zusammenhang mit der Tagesaktivität einiger Vögel. *Zool. Abh.* 28: 95-102. - KORODI-GAL, J. (1965): Über Nahrungsbedarf bei verschiedenen Wärmebedingungen gehaltener Vögel (*Erethacus rubecula*, *Carduelis carduelis*, *Passer domesticus*). *Zool. Abh.* 28: 113-125. - KREBS, J. R. (1973): Social learning and the adaptive significance of mixed-species flocks of chickadees. *Can. J. Zool.* 51: 1275-1288. - KREBS, J. R. (1974): Colonial nesting and social feeding as strategies for exploiting food resources in the Great Blue Heron (*Ardea herodias*). *Behav.* 51: 99-134. - KREBS, J. R., M. H. MAC ROBERTS & J. M. CULLEN (1972): Flocking and feeding in the Great Tit *Parus major* - an experimental study. *Ibis* 114: 507-530. - LACK, D. (1947): The significance of clutch size I und II. *Ibis* 89: 302-352. - LACK, D. (1954): The natural regulation of animal numbers. Clarendon Press, Oxford. - LIEFF, B. C., C. D. MAC INNES & P. K. MISRA (1970): Food selection experiments with young geese. *J. Wildl. Mgmt.* 34: 321-327. - MAC FARLAND, L. Z., & H. GEORGE (1966): Preference of selection grains by geese. *J. Wildl. Mgmt.* 30: 9-13. - MARDIA, K. V. (1972): *Statistics of Directional Data*. London-New York. - MARTIN, E. W. (1968): The effects of dietary protein on the energy and nitrogen balance of the Tree Sparrow (*Spizella arborea arborea*). *Physiol. Zool.* 41: 313-331. - MICHAEL, V. L. & S. L. BECKWITH, (1955): Quail preference for seed of farm crops. *J. Wildl. Mgmt.* 19: 281-296. - MIDDLETON, A. L. A. (1970): Food and feeding habits of the European Goldfinch near Melbourne. *Emu* 70: 12-16. - MIDDLETON, A. L. A. (1970): The breeding biology of the Goldfinch in South-Eastern Australia. *Emu* 70: 159-167. - MÖHRING, G. (1957): Zur Beerennahrung der Mönchsgrasmücke. *Falke* 4: 205-208. - MOUNTFORD, G. (1957): The Hawfinch. London Collins. - MORRIS, D. (1955): The seed preferences of certain finches under controlled conditions. *Auvid. Mag.* 61: 271-287. - MÜLLER, H. J. (1964): Vogelschädel und Systematik. *J. Orn.* 105: 67-77. - MURTON, R. K., & A. J. ISAACSON (1962): The functional basis of some behaviour in the wood pigeon *Columba palumbus*. *Ibis* 104: 503-521. - MURTON, R. K. (1971 a): The significance of a specific search image in the feeding behaviour of the wood pigeon. *Behav.* 39: 10-42. - MURTON, R. K. (1971 b): Why do some birds feed in flocks. *Ibis* 113: 534-536. - MURTON, R. K., A. J. ISAACSON & N. J. WESTWOOD (1972): The significance of gregarious feeding behaviour and adrenal stress in a population of wood pigeons *Columba palumbus*. *J. Zool. London* 165: 53-84. - MYTON, B. A., & R. W. FICKEN (1967): Seed size preference in chickadees and titmice in relation to ambient temperature. *Wilson Bull.* 79: 319-321. - NAUMANN, G. (1897-1905): *Natargeschichte der Vögel Mitteleuropas*. Band III. Hrsg. R. HENNIGE, Gera. - NEWTON, I. (1964 b): Bud-eating by Bullfinches in relation to the natural food-supply. *J. appl. Ecol.* 1: 265-279. - NEWTON, I. (1967 a): The feeding ecology of the Bullfinch (*Pyrrhula pyrrhula*) in southern England. *J. Animal. Ecol.* 38: 721-744. - NEWTON, I. (1967 b): The adaptive radiation and feeding ecology of some British

- finches. Ibis 109: 33–98. – NEWTON, I. (1972): Finches. Collins London. – NICE, M. M. (1941): The role of territory in bird life. Amer. Midl. Nat. 26: 441–487. – NICOLAI, J. (1956): Zur Biologie und Ethologie des Gimpels (*Pyrrhula pyrrhula* L.). Z. Tierpsychol. 13: 93–132. – NICOLAI, J. (1959): Verhaltensstudien an einigen afrikanischen und palarktischen Girlitzen. Zool. Jb. Syst. 87: 317–362. – NIETHAMMER, G. (1933): Anatomisch-biologische und physiologische Untersuchungen über die Kropfbildungen der Vögel. Z. wiss. Zool.-Abt. A 144: 12–101. – NIETHAMMER, G. (1937): Handbuch der deutschen Vogelkunde. Band 1, Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig. – NORDBERG, S. (1942): Über die Ernährungsweise der Vögel während der Zugzeit. Ornis Fennica 19: 85–88. – OPDAM, P., J. THISEN, P. VER VERSCHUREN & G. MÜSKENS (1977): Feeding ecology of a population of Goshawk *Accipiter gentilis*. J. Orn. 118: 35–51. – PEARSON, D. J. (1972): The wintering and migration of palaeartic passerines at Kampala, southern Uganda. Ibis 114: 43–60. – PEIPONEN, V. A. (1962): Über Brutbiologie, Nahrung und geographische Verbreitung des Birkenzeisigs (*Carduelis flammea*). Ornis Fennica 39: 37–60. – PEIPONEN, V. A. (1967): Südliche Fortpflanzung und Zug von *Carduelis flammea* L. im Jahre 1965. Ann. Zool. Fennici 4: 547–559. – PEIPONEN, V. A. (1974): Food and breeding of the Scarlet Rosefinch *Carpodacus erythrinus* in Southern Finland. Ann. Zool. Fennici 11: 155–165. – PFIRTER, A. (1975): Distelfinken fressen Grünzeug. Vögel Heimat 45: 128. – PELUMM, W. (1978): Zur Nahrungsaufnahme des Fichtenkreuzschnabels (*Loxia curvirostra*) auf Lärchen. J. Orn. 119: 308–324. – PLATZ, E. (1938): Wahrnehmung und Erinnerung bei der Futterwahl von Vögeln. Zeitschr. Tierpsychol. 3: 1–29. – PRINZINGER, R. (1976): Temperatur- und Stoffwechselregulation der Dohle *Corvus monedula* L., Rabenkrähe *Corvus corone* L. und Elster *Pica pica* L.; Corvidae. Anz. orn. Ges. Bayern 15: 1–47. – RENSCH, B. (1948): Organproportionen und Körpergröße bei Säugetieren. Zool. Jb. Syst. 61: 337–412. – RICHTER, C. P. (1942): Total self-regulatory functions in animals. Harvey Lectures 38: 63–103. – RÜGGERBERG, T. (1955): Zur funktionellen Anatomie der hinteren Extremität einiger mitteleuropäischer Singvogelarten. Diss. Kiel. – RÜGGERBERG, T. (1960): Zur Funktionellen Anatomie der hinteren Extremität einiger mitteleuropäischer Singvogelarten. Z. wiss. Zool. 164: 1–106. – SABEL, K. (1961): Vogelfutterpflanzen. Gefiederte Welt, Sonderh. Pfungstadt. – SACHS, L. (1974): Angewandte Statistik, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New-York. – SCHUSTER, L. (1930): Über die Beerennahrung der Vögel. J. Orn. 78: 273–308. – SCHWARZ, M. (1908): Beiträge zur Ernährungsbiologie unserer körnerfressenden Singvögel. Arbeiten aus der kaiserlichen biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin 6: 445–485. – SEEL, D. L. (1969): Food, feeding rates and body temperature in the nestling house sparrow *Passer domesticus* at Oxford. Ibis 111: 36–47. – SIEGEL, S. (1956): Non parametric statistics. McGraw-Hill Kogakusha, LTD. – SNOW, D. (1958): A study of Blackbirds. London. – SOKOLOWSKI, J. (1947): Comparative study of anatomy of skulls of song-birds. (In Polnisch). Poznanzkie Tow. Prz. Naut. B 10: 97–121. – SOKOLOWSKI, J. (1962): Studies on the individual variation and biology of the Goldfinch (*Carduelis carduelis* L.) in Poland. (Polnisch mit engl. Zusammenfassung). Acta orn. Warsz. 7: 33–67. – SOUMALAINEN, H. (1934): Karotinoidien fysiologisesta merkityksestä, luonnonuuraillille linnuilar le, lähinnä punarinnalla, *Erithacus rubecula* L. tethyjen kokeiden perusteella. Ornis Fenn. 22: 65–75. – SPITZER, G. (1972): Jahreszeitliche Aspekte der Biologie der Bartmeise (*Panurus biarmicus*). J. Orn. 113: 241–275. – STRESEMANN, E. (1934): Aves. In Kükenthal & Krumbach, Handbuch der Zoologie 7, 2. De Gruyter & Co., Berlin und Leipzig. – SZLIVKA, L., & B. TOPOLA (1975): Plodivi drvenastog bilja kao vazan faktor u zmisnoj ishrani pojedinih vrsta ptica. Larus 26–28: 189–194. – TAITE, M. J. (1973): Winter food and feeding requirements of the starling. Bird Study 20: 226–236. – TAST, J. (1970): Group nesting and breeding of the Linnet, *Carduelis cannabina* L. in Finland. Ornis Fennica 47: 74–82. – THORPE, W. H. (1956): Records of the development of original and unusual feeding methods by wild passerine birds. Brit. Birds. 49: 389. – TICHOMIROV, B. (1925): Eine vergleichende anatomische Übersicht der Speicheldrüsen der Vögel. Trav. soc. naturalistes. Leningrad 55: 61–64. – TORDOFF, H. B. (1954): A systematic study of the avian family Fringillidae, based on the structure of the skull. Misc. Pub. Mus. of Zool. Univ. Michigan 81: 1–42. – ULLRICH, B. (1971): Untersuchungen zur Ethologie und Ökologie des Rotkopfwürgers

(*Lanius senator*) in Südwestdeutschland. Vogelwarte 26: 1-77. - ULLRICH, B. (1975): Bestandgefährdung von Vogelarten im Ökosystem „Streuobstwiese“ unter besonderer Berücksichtigung von Steinkauz (*Athene noctua*) und den einheimischen Würgerarten der Gattung *Lanius*. Beih. Veröffentl. Natursch. Landschaftspflege Bad.-Württemberg 7: 90-110. - WALTHER, R. (1972): Social grouping in Grant's Gazelle (*Gazella granti*) in the Serengeti National Park. Z. Tierpsychol. 31: 348-403. - WEST, G. C. (1973): Foods eaten by tree sparrows in relation to availability during summer in northern Manitoba. Arctic. 26: 7-21. - WICKLER, W. (1961): Über die Stammesgeschichte und den taxonomischen Wert einiger Verhaltensweisen bei Vögeln. Zeitschrift für Tierpsychol. 18: 320-342. - WILLSON, M. F. (1971): Seed selection in some North American Finches. Condor 73: 415-429. - WITHERBY, H. F., F. C. R. JOURDAIN, N. F. TICEHURST & B. W. TUCKER (1938): The Handbook of British Birds. 1 London, Witherby. - ZBINDEN, N. (1978): Zur Winternahrung des Haselhuhns in Fageten des Chasseral (Berner Jura). J. Orn. 119: 480. - ZETTEL, J. (1974): Nahrungsökologische Untersuchungen am Birkhuhn *Tetrao tetrix* in den Schweizer Alpen. Orn. Beob. 71: 186-246. - ZIETSMANN, O., E. ACKERKNECHT & H. GRAUE (1943): Vergleichende Anatomie der Haustiere. Springer Verlag Berlin. - ZISWILER, V. (1965): Zur Kenntnis des Samenöffnens und der Struktur des höرنernen Gaumens bei Oscines. J. Orn. 106: 1-49. - ZISWILER, V. (1967): Vergleichende morphologische Untersuchungen am Verdauungstrakt körnerfressender Singvögel zur Abklärung ihrer systemischen Stellung. Zool. Jb. Syst. Bd. 94: 427-520.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Ökologie der Vögel. Verhalten Konstitution Umwelt](#)

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Glück Erich

Artikel/Article: [Ernährung und Nahrungsstrategie des Stieglitzes *Carduelis carduelis* L. 43-92](#)