



universität  
wien

# DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

ZEITLICHES ELTERLICHES INVESTMENT IN DER AUFZUCHT BEI  
RAUCHSCHWALBEN (*Hirundo rustica*)

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer.nat.)

Verfasser: Martin Emmer  
Matrikel-Nummer: 9309058  
Studienrichtung: Biologie  
Betreuer: Ao. Univ.-Prof. Dr. Gerhard Spitzer

Wien, am 03.10.2008

Summary:

EMMER M.: Temporal pattern of parental investment during rearing phase among Barn Swallow (*Hirundo rustica*)

Key-words: Hirundinidae, *Hirundo rustica*, feeding, parental investment, temporal pattern

In a breeding-colony of Barn Swallows in the northern part of Burgenland (province of Austria), the feeding activities of 4 couples were recorded with video cameras and analysed.

A recording time of 16 hours per day over a period of 12 days was taken as a basis for analysis.

The percentage of feeding activity in females is with 55% significant higher than in males (45%). This difference remains constant during the whole breeding period.

The diurnal distribution of the feeding activities can be described by two sine oscillations: A two-phase oscillation per 24 hour period with the peak at 12:00 noon is detected. A night and a day maximum are present, following the solar rhythm. Second oscillation pattern: A three-phase oscillation in a 24 hour period with a peak in the morning, one in the afternoon and one at night. This oscillation has its reason in the increasing need for food of the juveniles in the morning or before night.

Other significant factors influencing the feeding activities of the couples are: the precipitation (significant decrease of the feeding activity), and the age of the offspring. The temperature and the wind speed seem to have no influence on the diurnal parental activities.

The number of the offspring does not necessarily correlate with the number of the feeding flights.

The feeding activities of females and males are positively correlated.

## Zusammenfassung

EMMER M.: Zeitliches elterliches Investment in der Aufzucht bei Rauchschwalben (*Hirundo rustica*)

In einer Brutkolonie im nördlichen Burgenland, Österreich, wurde die Fütterungsaktivität von 4 Rauchschwalben-Paaren mit Videokameras erfasst und analysiert.

Zur Auswertung kamen, über die Brutsaison 2007 verteilt, je 3 Tage pro Brutpaar zu á 16 Stunden.

Der Fütterungsanteil der Weibchen liegt mit 55% über dem der Männchen (45%). Dieser Unterschied besteht über die gesamte Aufzuchszeit der Jungen. Die tageszeitliche Verteilung der Fütterungsanflüge für beide Elternteile lässt sich durch 2 Sinusschwingungen beschreiben: Eine zweiphasige Sinusschwingung über einen 24 h Tag. Sie beschreibt ein Nacht- und ein Tagesmaximum und verstärkt den Sonnengang. Und eine dreiphasige Sinusschwingung mit einem Gipfel am Vormittag, einen am Nachmittag und einen in der Nacht. Diese Schwingung geht auf den Bedarf nach Nahrung der Jungvögel am Morgen bzw. für die Nacht ein.

Als weitere wirksame Faktoren auf die Fütterungsaktivität der Paare erwiesen sich: Der Niederschlag, wobei es zu einer signifikanten Abnahme der Fütterungszahl kam, und das Alter der Jungen. Die Temperatur und die Windgeschwindigkeit scheinen keinen Einfluss auf die tägliche Aktivität der Elternvögel zu haben.

Die Anzahl der Jungen steht nicht zwangsläufig im Zusammenhang mit der Anzahl der Fütterungsanflüge.

Die Fütterungsaktivitäten von Männchen und Weibchen sind positiv miteinander korreliert.

# INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG .....	1
1.1	Die Rauchschwalbe ( <i>Hirundo rustica</i> ), Linnaeus 1758 .....	1
1.2	Themenstellung .....	2
1.3	Zielsetzung .....	3
2	UNTERSUCHUNGSGEBIET .....	4
2.1	Geographische Lage .....	4
2.2	Siedlungsstruktur .....	5
2.3	Klima .....	5
3	MATERIAL UND METHODE .....	6
3.1	Freilandmethodik .....	6
3.2	Beschreibung der Nester .....	7
3.3	Auswertung der Daten .....	11
3.3.1	Statistische Datenauswertung .....	11
3.3.2	Signifikanz .....	11
4	ERGEBNISSE .....	12
4.1	Unterschiede bei den Fütterungen pro Phase und Geschlecht .....	12
4.2	Regressionsmodelle .....	13
4.2.1	Gesamtmodell beider Geschlechter .....	13
4.2.2	Modell für die Männchen .....	16
4.2.3	Modell für die Weibchen .....	17
5	DISKUSSION .....	23
6	ANHANG .....	25
7	LITERATURVERZEICHNIS .....	28
8	DANKSAGUNG .....	29
9	LEBENS LAUF .....	30

# 1 EINLEITUNG

## 1.1 Die Rauchschwalbe (*Hirundo rustica*), Linnaeus 1758

GB: Barn Swallow F: Hirondelle rustique

Bei den, zu den Passeriformes (Sperlingsvögel) zählende Familie der Hirundinidae (Schwalben), handelt es sich um kleine bis mittelgroße Luftinsektenjäger mit stromlinienförmigem Körper, kurzem Hals und langen spitzen Flügeln.

Der Schnabel ist kurz und breit. Die Geschlechter sind sehr ähnlich, wobei das Weibchen aber meist etwas blasser gefärbt und bei langschwänzigen Arten kürzere Schwanzspieße aufweist. Sie weisen eine Jahresmauser auf, die über mehrere Monate sich ausdehnt; die Flugfähigkeit bleibt in dieser Zeit bestehen.

Nach BAUER et al. (2005) unterscheidet man ca. 80 Arten in 16 – 19 Gattungen und 2 Unterfamilien. Die Verbreitung ist weltweit. Die Familie nimmt innerhalb der Überfamilie der Sylvioidea (Grasmückenartige) eine relativ basale Stellung ein. Die genaue Schwestergruppe ist nicht sicher bekannt.

Die Gattung *Hirundo* ist über ganz Europa verbreitet, wobei das Hochgebirge gemieden wird (Höhengrenze meist 800 -1000m).

Die Rauchschwalbe, als holarktisches Faunenelement, zählt zu den häufigsten Singvögeln der nördlichen Hemisphäre. Sie ist ursprünglich ein Höhlen- und Außenbrüter an steilen Wänden wie Fels oder Löß. Als Kulturfolger nistet sie heute in Mitteleuropa aber fast ausschließlich in und an menschlichen Bauwerken (vgl. DVORAK et al., 1993).

Der europäische Bestand wird nach BAUER et al. (l.c.) auf 16 – 36 Mio. Brutpaare geschätzt (rückläufig). In Mitteleuropa werden etwa 3,8 – 6,3 Mio. Brutpaare gezählt, davon ca. 90.000 – 170.000 in Österreich (ebenfalls rückläufig).

Die Rauchschwalbe ist ein weit verbreiteter Brutvogel aller Bundesländer. Die ersten Vögel treffen ab Mitte März in den Brutgebieten ein. Der Wegzug beginnt im September und kann bis in den November hinein dauern (DVORAK et al., 1993).

Die Winterquartiere der heimischen Rauchschwalben befinden sich in Afrika südlich der Sahara, etwa ab 12 Grad Nord bis an die Küsten Süd-Afrikas.

Zur Nahrung zählen: Fliegende Insekten, vor allem dominieren Dipteren (Fliegen und Mücken), weiters Ephemeroptera ( Eintagsfliegen), Homoptera (Gleichflügler) und Coleoptera (Käfer). Vgl. dazu auch LOSKE (1994).

Verhalten: Rauchschwalben sind prinzipiell tagaktive Vögel.

Die Geschlechtsreife wird nach einem Jahr erreicht, wobei die Erstbrut aber oft erst im zweiten Lebensjahr erfolgt. Ein häufig viertelkugeliges Schalennest aus lehmigen Erdklümpchen mit eingewobenen Haaren und Halmen wird an Wänden, Vorsprüngen oder ähnlichem befestigt. Die Nestmulde wird weich ausgepolstert (FALLY & SPITZER, 2004). Die Altvögel lassen sich dank mehr oder weniger stark verlängerter Schwanzfedern leicht voneinander unterscheiden (GLUTZ, 1985).

## 1.2 Themenstellung

Über die Anzahl und Verteilung der Fütterungsanflüge bei Rauchschnalben gibt es in der Literatur verschiedene Angaben.

So erstellte VIETINGHOFF-RIESCH (1955) folgende Tabelle auf Grundlage der Angaben folgender Beobachter:

Beobachter	Jahr	Beobachtungsdauer (in Stunden)	Anzahl der Fütterungen		
			Gesamt	Je Stunde	Eine Fütterung alle
LOOS lt. GROEBBELS	(k.A.)	12	526	20 - 71	1min 21s
STEINFATT	1952	15	456	30	2 min
EMMET	1939	(k.A.)	(k.A.)	48	-
MOREAU	1939/40	(k.A.)	(k.A.)	6 - 21	-
v. VIETINGHOFF	1948	15	398	4 - 42	2,22 min
HEGENDORF lt. GROEBBELS	1932	14,5	800(?)	55	-
DE BRAEY	1946	13	-	3 - 73	-

Tab.1: Anzahl der Fütterungen. Vgl. Abbildung aus: VIETINGHOFF-RIESCH (1955:101)

Nach VIETINGHOFF-RIESCH (l.c.) schwankt die Zahl der Fütterungsflüge stark nach Nahrungsreichtum und Wetterlage, ist aber auch abhängig von der Zahl und dem Alter der Jungen, obwohl diese wieder durch die Größe der herbei geschleppten Nahrungstiere abgefangen werden kann. Aber auch das Ausbleiben einer Fütterung über einen ganzen Tag ist möglich.

Auch PRÖGER (1979) stellt eine starke Beeinflussung der Fütterungsaktivität durch das Wetter fest, wobei er die Temperatur als primären Faktor ansieht.

Bezüglich der tageszeitlichen Verteilung der Fütterungsanflüge bei Rauchschnalben finden sich folgende Angaben in der Literatur:

Die kürzesten Fütterungsintervalle von 1,5 min sind nach VIETINGHOFF-RIESCH (l.c.) in der Zeit zwischen 14 und 16 Uhr.

Während einer 13stündigen Beobachtungsdauer an einem mit 5 zwölfstägigen Jungen besetzten Nest stellte er ein durchschnittliches Fütterungsintervall je Junges von zehn Minuten fest.

Die Beteiligung der Geschlechter an der Fütterung:

VIETINGHOFF-RIESCH (1955) stellt bei einer Beobachtung fest, dass an der Tagesfütterung der zu  $\frac{3}{4}$  erwachsenen Jungen sich während 13 Beobachtungsstunden das Männchen mit 61% (242 Fütterungen), das Weibchen mit 35% (144 Fütterungen) beteiligten. (Die restlichen 4% konnten nach Angaben des Autors nicht klar ausgewertet werden.) In den einzelnen Stunden schwankte die Beteiligung des Männchens zwischen 50% und 76%.

Nach BEZZEL (1993), aber auch nach BAUER et al. (2005) füttert bis zum dritten Tag nach dem Schlupf der Jungen hauptsächlich das Männchen, dann nimmt der Anteil des Weibchens auf bis zu 50 % zu.

### **1.3 Zielsetzung**

Bei der vorliegenden Arbeit soll die tageszeitliche Verteilung der Fütterungsaktivität der Elterntiere während der Aufzuchtphase der Jungen analysiert werden. Der Einfluss abiotischer Faktoren auf die Verteilung der Fütterungsaktivität soll in Bezug auf Temperatur, Niederschlag und Wind untersucht werden. Der Einfluss biotischer Faktoren soll auf das Alter der Jungen und den Fütterungsanteil der Brutpartner beschränkt bleiben.

## 2 UNTERSUCHUNGSGEBIET

### 2.1 Geographische Lage

Die vorliegende Studie wurde an der WWF-Bildungswerkstätte Seewinkelhof nahe A-7143 Apetlon durchgeführt. Der Standort liegt im nördlichen Burgenland und gehört zum Verwaltungsbezirk Neusiedel am See.

Die geographischen Koordinaten des Untersuchungsgebietes betragen: 16° 53' 21'' E und 47° 45' 27'' N. Seehöhe: 106 Meter über Adria.

(Quelle: [www.austrianmap.at](http://www.austrianmap.at) [23.05.2008])

Der Seewinkelhof liegt nahe der Bewahrungszone Lange Lacke am Rande des Nationalparks Neusiedlersee-Seewinkel.

Abb. 1 zeigt die Lage des Untersuchungsgebietes östlich der Langen Lacke:

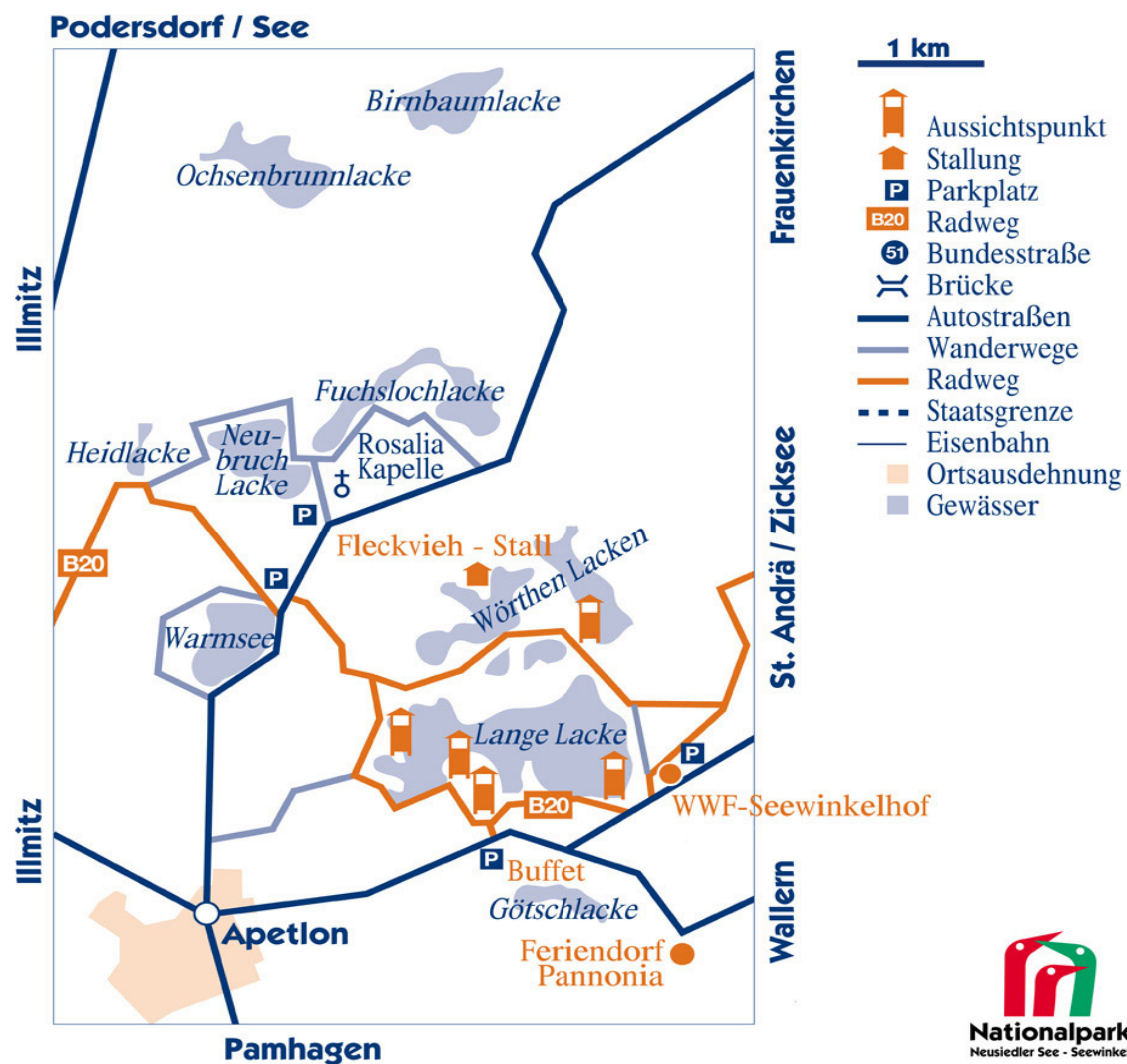


Abb.1: Geographische Lage des Untersuchungsgebietes

URL: <http://www.nationalpark-neusiedlersee-seewinkel.at/besucher/anreise.html> [12.06.2008]



## **2.2 Siedlungsstruktur**

Die Flächen rund um die Lange Lacke und die Wörthenlacken sind als Wasserwildschutzzone jagdfrei. Die traditionelle Beweidung mit Rindern hält die Vegetation für bodenbrütende Vogelarten kurz und stellt somit eine selektive Pflegemaßnahme dar. Auf rund 80 ha Äckern betreibt die Nationalparkverwaltung biologischen Landbau.

## **2.3 Klima**

Das Nordburgenland, speziell aber der Seewinkel, liegt im pannonischen Klimabereich. Die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge beträgt ca. 600 mm. Die Temperaturen können im Jahresverlauf erheblich, zwischen über 35°C im Sommer und unter -15°C im Winter schwanken. Der Einfluss atlantischer Strömungen ist bereits deutlich abgeschwächt, es herrscht pannonisches, also leicht kontinental geprägtes Klima. Es gibt zwei bis drei niederschlagsreiche Perioden. Mit einem Temperaturmittel von mindestens 10°C und durchschnittlich 61 Sommertagen mit Temperaturen über 25°C gilt die Region als die wärmste Österreichs.

Die Sommermonate sind heiß und trocken - viele Pflanzenarten legen daher während der Hitzeperiode eine Ruhepause ein und beginnen erst wieder im Herbst mit einer zweiten Wachstumsperiode. Das Zusammenwirken von geringem Niederschlag, hohen Temperaturen, geringer Luftfeuchtigkeit und ständigem Wind führt zu einer derart hohen Verdunstung, dass es im Sommerhalbjahr während längerer Trockenperioden zu richtiggehend semiariden Bedingungen kommt. Das warme und trockene Klima trägt dazu bei, dass zahlreiche wärme- und trockenheitsliebende Tier- und Pflanzenarten vorkommen. Die Winter sind normalerweise schnee- und nebelarm, der See ist, wenn überhaupt, an höchstens hundert Tagen von Eis bedeckt.

# 3 MATERIAL UND METHODE

## 3.1 Freilandmethodik

Die Untersuchungen, die dieser Arbeit zugrunde liegen, erfolgten im Zeitraum vom 12. Juni bis 19. August 2007.

Es wurde von 4 Brutpaaren jeweils über einen gesamten Lichttag an 3 Tagen (je Paar) das Fütterungsgeschehen gefilmt.

Für die Videoaufzeichnungen kamen 2 Kameras zum Einsatz: zum Einen eine Kamera der Marke Canon EX2Hi (8mm Video Camcorder) mit einem Canon Zoom Objektiv CL 8 - 120mm; zum Anderen ein Panasonic NV-DS60EG Mini DV Camcorder.

Die Kameras wurden immer in derselben Höhe und Entfernung zum jeweiligen Nest auf einem Deckensteher positioniert. Die Aktivität der Vögel wurde von zwei Videorekordern der Marke JVC VHC Recorder HR-J700E auf VHS-Kassetten der Marke EMTEC EQ 300 bzw. TDK HS 300 mittels Longplay aufgezeichnet und danach ausgewertet. Die Aufnahmezeit umfasste 16 Stunden pro Aufnahmetag (05:00 bis 21:00h MESZ) und endete mit dem Sonnenuntergang.

Daten für Witterung und Temperatur wurden von der Klimamessstelle der Biologischen Station Illmitz übernommen. Die Messungen erfolgten im 15 Minuten Rhythmus. Diese Klimamessstelle befindet sich an der Fuchslochlake, ca. 4,5km Luftlinie vom Untersuchungsgebiet entfernt.

Ausgewertet wurden von den 4 Brutten folgende Aufzuchtstage: (siehe Tab.2):

	Frühe Aufzuchtphase	Mittlere Aufzuchtphase	Späte Aufzuchtphase
Nest I	6 (17.06.07)	16 (27.06.07)	22 (02.07.07)
Nest II	7 (02.07.07)	16 (11.07.07)	21 (16.07.07)
Nest III	9 (04.07.07)	16 (11.07.07)	21 (16.07.07)
Nest IV	7 (02.08.07)	16 (11.08.07)	21 (16.08.07)

Tab.2: Alter der Jungen (in Tagen) in den verschiedenen Aufzuchtphase von *Hirundo rustica*. In Klammer ist das Datum des Auswertungstages angegeben.

## 3.2 Beschreibung der Nester

### Nest I:

Ein bereits bestehendes Nest aus dem Vorjahr wurde übernommen. Es wurden von dem Brutpaar nur Ausbesserungsarbeiten vorgenommen.

Lage: Außenbrut mit Überdachung, neben Eingangstüre zum Wohnbereich.

Ausrichtung des Nestes: Veranda nach Süden offen, Nest nach Westen zur Hauswand orientiert.

Höhe über Boden bis Nestoberkante: 2,42m

Innenradius: ca. 10cm

Nestform: 1/8 Kugel

Erste Brut

Schlupftag der Jungen: 12. Juni 2007

Anzahl der Jungen: 5

Erstmaliges Ausfliegen der Jungen: 3. Juli 2007

Nestlingszeit: 23 Tage



**Abb.2:** Nest I (links neben der Eingangstür).  
Im Vordergrund ist der Deckensteher mit der Kamera zu erkennen.

## Nest II:

Auch hier handelt es sich um ein bestehendes Nest aus dem Vorjahr. Es wurden nur Ausbesserungsarbeiten von den Altvögeln vorgenommen.

Lage: Außenbrut mit Überdachung, neben Eingangstüre zum Seminarraum.

Ausrichtung des Nestes: Veranda nach Süden offen, Nest nach Westen zur Hauswand orientiert.

Höhe über Boden bis Nestoberkante: 2,31m

Innenradius: ca. 10,5 (bis 13cm)

Nestform: 1/8 Kugel

Erste Brut

Schlupftag der Jungen: 26. Juni 2007

Anzahl der Jungen: 4

Erstmaliges Ausfliegen der Jungen: 18. Juli 2007

Nestlingszeit: 23 Tage



**Abb.3:** Nest II mit Kotbrett links oben neben der Eingangstür.

### **Nest III:**

Ein bestehendes Nest aus dem Vorjahr. Es wurden von den Brutvögeln nur Ausbesserungsarbeiten vorgenommen.

Lage: Außenbrut mit geringer Überdachung (Dachvorsprung ca. 40cm). Ausrichtung des Nestes: Das Nest wurde an der Nordwand des Hauses befestigt.

Höhe über Boden bis Nestoberkante: 2,38m

Innenradius: ca. 10cm

Nestform: 1/8 Kugel

Erste Brut

Schlupftag: 26. Juni 2007

Anzahl der Jungen: 4

Erstmaliges Ausfliegen der Jungen: 18. Juli 2007

Nestlingszeit: 23 Tage



**Abb.4:** Nest III (oberhalb des Fensters).

Im Vordergrund ist der Deckensteher mit der Kamera zu erkennen.

### **Nest IV Weinkeller:**

Auch hier handelt es sich um ein bestehendes Nest aus dem Vorjahr. Es wurde von den Bruttieren nur Ausbesserungsarbeiten vorgenommen.

Lage: Innenbrut an der Deckenstruktur eines alten Weinkellers (Halbkeller: 90cm unter Erdoberfläche). Der Zugang für die Vögel erfolgte über ein grob vergittertes Fenster, das genügend Platz bot um mit angelegten Flügeln durchfliegen zu werden.

Höhe über Boden bis Nestoberkante: 2,50m

Innenradius: ca. 11cm

Nestform: 1/4 Kugel

Zweite Brut

Schlupftag: 27. Juli 2007

Anzahl der Jungen: 4

Erstmaliges Ausfliegen der Jungen: 19. August 2007

Nestlingszeit: 24 Tage



**Abb.5:** Nest IV, befestigt an einer Deckenstruktur des Weinkellers.

### 3.3 Auswertung der Daten

Insgesamt wurden 192 Stunden Videomaterial für die Auswertung herangezogen. Alle Zeitangaben wurden auf die Wahre Ortszeit (WOZ) korrigiert.

#### 3.3.1 Statistische Datenauswertung

Gesamt wurden 6732 Anflüge (Männchen n=2829; Weibchen n=3903) über alle Bruten ausgewertet. Davon waren 6169 Fütterungsanflüge (Männchen n=2771; Weibchen n=3398). Die Fütterungsanflüge von beiden Altvögeln wurden für die weiteren Berechnungen jeweils in 15-Minuten-Einheiten zusammengefasst.

Mittels Fourier-Zerlegung lässt sich die tageszeitliche Verteilung der Fütterungsanflüge in vier modulierenden Sinus-Schwingungen darstellen (siehe Tab.3). (KURZ, 2004:7)

Frequenz	Parameter	Symbol
einphasig	$\ln[(\sin(t_{\min}/4-90))+2]$	$\ln x_1$
zweiphasig	$\ln[(\sin(t_{\min}/2-270))+2]$	$\ln x_2$
dreiphasig	$\ln[(\sin(3*t_{\min}/4+90))+2]$	$\ln x_3$
vierphasig	$\ln[(\sin(t_{\min}-90))+2]$	$\ln x_4$

Tab. 3: Algorithmen der angewendeten Sinusschwingungen

Die einphasige Sinusschwingung ( $\ln x_1$ ) über einen 24 h Tag beschreibt den Tag- und Nachtzyklus bzw. den Sonnenauf- und Sonnenuntergang.

Die zweiphasige Sinusschwingung ( $\ln x_2$ ) über einen 24 h Tag beschreibt ein Nacht- und ein Tagmaximum. Diese Schwingung verstärkt den Sonnengang.

Die dreiphasige Sinusschwingung ( $\ln x_3$ ) über einen 24 h Tag beschreibt einen Gipfel am Vormittag, einen am Nachmittag und einen in der Nacht. Diese Schwingung geht möglicherweise auf den Bedarf nach Nahrung der Jungvögel am Morgen bzw. für die Nacht ein.

Die vierphasige Sinusschwingung ( $\ln x_4$ ) über einen 24 h Tag beschreibt einen Vormittags-, einen Nachmittagsgipfel und zwei nicht wirksame Gipfel in der Nacht.

Mit Ausschluss dieses tageszeitlichen Einflusses, ist es möglich die partielle Wirkung anderer Parameter zu erkennen.

Folgende Parameter mit einer Wirkung auf die tageszeitlichen Muster der Futteranflüge wurden zusätzlich in das Modell aufgenommen:

Einfluss von:

- Außentemperatur (in Grad Celsius)
- Niederschlag (in mm)
- Mittlere Windgeschwindigkeit (in km/h)
- Alter der Jungen (in Tagen)

Für die Berechnungen wurde aus dem Statistikprogrammpaket SPSS Version 15.0 die Pakete zur Berechnung von Varianzanalysen und multipler Regressionen verwendet.

#### 3.3.2 Signifikanz

Für statische Entscheidungen wurde  $p \leq 0,05$  als Signifikanzschranke festgelegt.

## 4 ERGEBNISSE

### 4.1 Unterschiede bei den Fütterungen pro Phase und Geschlecht

Die Gesamtzahl der ausgewerteten Fütterungsanflüge für Männchen und Weibchen aller Nester beträgt 6169. Vergleiche dazu auch Tab. 4.

45% der Fütterungsanflüge werden vom Männchen übernommen, 55% vom Weibchen. Es konnten keine Fütterungen durch andere Altvögel oder flügge Junge beobachtet werden.

Die Gesamtzahl der Fütterungsanflüge für die Weibchen der Nester I - IV beträgt 3398. Dies entspricht einem Durchschnitt von 283 Fütterungen pro Auswertungstag.

Die häufigsten Fütterungen pro Tag konnten am 16. Aufzuchtstag vom Weibchen des Nests III mit 439 Anflügen gezählt werden. Dies entspricht durchschnittlich 27 Fütterungen pro Stunde.

Die häufigsten Anflüge in einer Stunde schaffte ebenfalls das Weibchen vom Nest III am selben Tag mit 63 Anflügen (um ca. 11h WOZ).

Bei den Männchen aller Nester konnten 2771 Fütterungsanflüge gezählt werden. Dies entspricht einem Durchschnitt von 231 Fütterungen pro Tag.

Die Männchen füttern im Allgemeinen konstanter, bei geringeren Schwankungen um den Median. Vergleiche dazu auch Abb. 6 im Anhang.

Fütterungen pro Aufzuchtphase

		Anfang	Mitte	Ende	Summe
I	Männchen	217	286	158	661
	Weibchen	190	242	265	697
II	Männchen	221	224	202	647
	Weibchen	316	329	284	929
III	Männchen	161	343	216	720
	Weibchen	225	439	362	1026
IV	Männchen	279	233	231	743
	Weibchen	160	305	281	746
	Gesamt	1769	2401	1999	6169

Tab.4: Fütterungen pro Tag



## 4.2 Regressionsmodelle

### 4.2.1 Gesamtmodell beider Geschlechter

Ergebnisse für das Modell der Futteranflüge beider Geschlechter gemeinsam.  
(Siehe Tab. 5)

Die partiellen Wirkungen der einzelnen Parameter:

#### Temperatur:

Die Außentemperatur zeigt im gemessenen Zeitraum und innerhalb des Minimums von 10,1°C und einem Maximum von 35,9°C (bei einem Durchschnitt von 23,2°C) keinen erkennbaren Einfluss auf die Fütterungshäufigkeiten der Elterntiere ( $p=0,258$ ). Abb.7 im Anhang zeigt die Streuung der Tagestemperatur an den Auswertungstagen.

#### Niederschlag:

Der Niederschlag zeigt einen signifikanten Einfluss auf die Fütterungsaktivität ( $p=0,001$ ). Logarithmiert ist die Funktion besser angepasst. Es kommt zu einer signifikanten Abnahme der Fütterungen bei Zunahme des Niederschlages (vergl. dazu auch Abb.8 im Anhang)

#### Windgeschwindigkeit:

Die logarithmierte mittlere Windgeschwindigkeit im gemessenen Zeitraum zeigt keinen Einfluss auf die Fütterungsaktivität beider Elterntiere ( $p=0,605$ ). Das Minimum betrug 0 km/h, das Maximum 22,3 km/h. Durchschnitt: 10 km/h. Abb. 9 im Anhang zeigt den Median und die Streuungsparameter an den Auswertungstagen.

#### Alter der Jungen:

Auch das Alter der Jungen zeigt einen signifikanten Einfluss auf das Fütterungsverhalten der Elterntiere ( $p=0,017$ ). Wobei hier ein Maximum in der mittleren Aufzuchtphase besteht. Quadriert ist die Funktion besser angepasst. Siehe dazu auch Abb. 10 im Anhang.

#### Oszillationsmodelle: $\ln x$

Die Wirkung der zweiphasigen Sinusschwingung ( $\ln x_2$ ),  $p=0,038$  ist ebenso wie die der dreiphasigen Sinusschwingung ( $\ln x_3$ )  $p=0,006$  signifikant.

$\ln x_2$ : Beschreibt den Sonnengang und damit auch den Tagesgang Temperatur.

$\ln x_3$ : beschreibt über die Lichtzeit einen Gipfel am Vormittag und einen am Nachmittag. Diese Schwingung könnte den Bedarf nach Nahrung der Jungvögel im Verlauf des Tages widerspiegeln.

## Modellzusammenfassung

		R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
Modell	1	<i>0.360(a)</i>	<i>0.130</i>	<i>0.125</i>	<i>2.39357</i>

a Einflussvariablen: (Konstante), Alter der Jungen,  $\ln x_1$ ,  $\ln x_2$ ,  $\ln x_3$ ,  $\ln x_4$ , Temperatur,  $\ln$  Windgeschwindigkeit, Alter der Jungen quadriert

## ANOVA(b)

		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz	
Modell	1	Regression	<i>1298.846</i>	<i>9</i>	<i>144.316</i>	<i>25.190</i>	<i>0.000(a)</i>
		Residuen	<i>8696.861</i>	<i>1518</i>	<i>5.729</i>		
		Gesamt	<i>9995.707</i>	<i>1527</i>			

a Einflussvariablen: (Konstante), Alter der Jungen,  $\ln x_1$ ,  $\ln x_2$ ,  $\ln x_3$ ,  $\ln x_4$ ,  $\ln$  Niederschlag, Temperatur,  $\ln$  der Durch. Windgeschwindigkeit, Alter der Jungen quadriert

b Abhängige Variable:  $\ln$  gemeinsame Fütterungen von Männchen und Weibchen

## Koeffizienten(a)

		Nicht standard. Koeffizienten	Standardisierte Koeffizienten	T	Signifikanz
		B	Beta	B	Standardfehler
	(Konstante)	<i>-3.389</i>		<i>-3.901</i>	<i>0.000</i>
	Temperatur	<i>-0.016</i>	<i>-0.042</i>	<i>-1.131</i>	<i>0.258</i>
	$\ln$ Niederschlag	<i>-0.700</i>	<i>-0.330</i>	<i>-13.418</i>	<i>0.001</i>
	$\ln$ Windgeschwindigkeit	<i>-0.057</i>	<i>-0.015</i>	<i>-0.517</i>	<i>0.605</i>
	Alter der Jungen	<i>0.243</i>	<i>0.554</i>	<i>2.380</i>	<i>0.017</i>
	(Alter der Jungen) <sup>2</sup>	<i>-0.011</i>	<i>-0.686</i>	<i>-2.889</i>	<i>0.004</i>
	$\ln x_1$	<i>0.175</i>	<i>0.026</i>	<i>1.083</i>	<i>0.279</i>
	$\ln x_2$	<i>-0.339</i>	<i>-0.050</i>	<i>-2.077</i>	<i>0.038</i>
	$\ln x_3$	<i>-0.439</i>	<i>-0.066</i>	<i>-2.747</i>	<i>0.006</i>
	$\ln x_4$	<i>-0.144</i>	<i>-0.022</i>	<i>-0.903</i>	<i>0.366</i>

a Abhängige Variable:  $\ln$  gemeinsame Fütterungen von Männchen und Weibchen

Tab.5: Ergebnisse der Berechnung beider Elternteile

Folgender Algorithmus beschreibt die Fütterungsaktivität beider Geschlechter der Nester 1- 4 über die 3 Aufzuchtphasen:

$$\ln F_{\text{ges}} = (-3.389) - 0.016 * \text{Temperatur} - 0.700 * \ln \text{Niederschlag} - 0.057 * \ln \text{Windgeschw.} + 0.243 * \text{Alter der Jungen} - 0.011 * (\text{Alter der Jungen})^2 + 0.175 * \ln x_1 - 0.339 * \ln x_2 - 0.439 * \ln x_3 - 0.144 * \ln x_4$$

## 4.2.2 Modell für die Männchen

Die Wirkung der einzelnen Parameter  
(Ergebnisse siehe auch Tab.6)

### Temperatur:

Die Außentemperatur zeigt im gemessenen Zeitraum keinen erkennbaren Einfluss auf die Fütterungshäufigkeiten der Männchen ( $p=0,351$ ).

### Niederschlag:

Der Niederschlag zeigt, wie auch beim Modell beider Geschlechter einen signifikanten Einfluss auf die Fütterungsaktivität. Es kommt zu einer signifikanten Abnahme der Fütterungen bei Zunahme des Niederschlages ( $p=0,001$ ).

### Windgeschwindigkeit:

Die mittlere Windgeschwindigkeit im gemessenen Zeitraum zeigt keinen Einfluss auf die Fütterungsaktivität der Männchen ( $p=0,734$ ).

### Alter der Jungen:

Auch das Alter der Jungen wirkt sich nicht erkennbar auf das Fütterungsverhalten aus ( $p=0,232$  bzw.  $p=0,094$  für das quadrierte Alter der Jungen).

### lnx:

Keine der Sinusschwingung (lnx) erscheint signifikant für die Fütterungsanflüge der Männchen.

Der Algorithmus für die Fütterungsanflüge des Männchens lautet:

$$\ln F_M = (-4.509) - 0.025 * \text{Temperatur} - 0.641 * \ln \text{Niederschlag} + 0.069 * \ln \text{Windgeschwindigkeit} + 0.226 * \text{Alter der Jungen} - 0.012 * (\text{Alter der Jungen})^2 + 0.296 * \ln x_1 - 0.330 * \ln x_2 + 0.141 * \ln x_3 - 0.165 * \ln x_4$$

### 4.2.3 Modell für die Weibchen

Die Wirkung der einzelnen Parameter  
(Ergebnisse siehe Tab.6)

Temperatur:

Die Außentemperatur zeigt keinen erkennbaren Einfluss auf die Fütterungsaktivität der Weibchen ( $p=0,864$ ).

Niederschlag:

Der Niederschlag zeigt wiederum einen signifikanten Einfluss auf die Fütterungsaktivität ( $p=0,001$ ).

Windgeschwindigkeit:

Die mittlere Windgeschwindigkeit im gemessenen Zeitraum zeigt einen Einfluss auf die Fütterungsaktivität der Weibchen ( $p=0,015$ ).

Alter der Jungen:

Auch das Alter der Jungen wirkt sich auf das Fütterungsverhalten der Weibchen aus ( $p=0,010$  bzw.  $0,013$  für das quadrierte Alter der Jungen).

lnx:

Keine der Sinusschwingung ( $\ln x_{1,2,3}$ ) erscheint signifikant für die Fütterungsanflüge der Weibchen.

Der Algorithmus für die Fütterungsanflüge des Weibchens lautet:

$$\ln F_w = (-5.509) - 0.004 * \text{Temperatur} - 0.737 * \ln \text{Niederschlag} - 0.439 * \ln \text{Windgeschwindigkeit} + 0.433 * \text{Alter der Jungen} - 0.015 * (\text{Alter der Jungen})^2 + 0.045 * \ln x_1 - 0.304 * \ln x_2 - 0.405 * \ln x_3 - 0.410 * \ln x_4$$

## Modellzusammenfassung

				R	R- Quadrat	Korrigiertes R- Quadrat	Standardfehler des Schätzers
Geschlecht	Männchen	Modell	1	<i>0.299(a)</i>	<i>0.090</i>	<i>0.079</i>	<i>3.12720</i>
	Weibchen	Modell	1	<i>0.322(a)</i>	<i>0.104</i>	<i>0.093</i>	<i>2.78503</i>

a Einflussvariablen: (Konstante), Alter der Jungen,  $\ln x_1$ ,  $\ln x_2$ ,  $\ln x_3$ ,  $\ln x_4$ ,  $\ln$  Niederschlag, Temperatur,  $\ln$  Windgeschwindigkeit, Alter der Jungen quadriert

## ANOVA(b)

				Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz	
Geschlecht	Männchen	Modell	1	Regression	<i>725.193</i>	<i>9</i>	<i>80.577</i>	<i>8.239</i>	<i>0.000(a)</i>
				Residuen	<i>7373.648</i>	<i>754</i>	<i>9.779</i>		
				Gesamt	<i>8098.841</i>	<i>763</i>			
	Weibchen	Modell	1	Regression	<i>676.504</i>	<i>9</i>	<i>75.167</i>	<i>9.691</i>	<i>0.000(a)</i>
				Residuen	<i>5848.332</i>	<i>754</i>	<i>7.756</i>		
				Gesamt	<i>6524.837</i>	<i>763</i>			

a Einflussvariablen: (Konstante), Alter der Jungen,  $\ln x_1$ ,  $\ln x_2$ ,  $\ln x_3$ ,  $\ln x_4$ ,  $\ln$  Niederschlag, Temperatur,  $\ln$  Windgeschwindigkeit, Alter der Jungen quadriert

b Abhängige Variable:  $\ln$  der Fütterungen pro Elternteil

Tab.6a: Teil I: Ergebnisse der Berechnungen für Männchen und Weibchen getrennt

### Koeffizienten(a)

		Nicht standard. Koeffizienten	Standardisierte Koeffizienten	T	Signifikanz
		B	Beta	B	Standardfehler
Männchen	(Konstante)	-4.509		-2.809	0.005
	Temperatur	-0.025	-0.050	-0.932	0.351
	ln Niederschlag	-0.641	-0.238	-6.652	0.000
	ln Windgeschwindigkeit	0.069	0.014	0.340	0.734
	Alter der Jungen	0.226	0.404	1.195	0.232
	(Alter der Jungen) <sup>2</sup>	-0.012	-0.579	-1.678	0.094
	lnx <sub>1</sub>	0.296	0.035	0.991	0.322
	lnx <sub>2</sub>	-0.330	-0.039	-1.096	0.273
	lnx <sub>3</sub>	0.141	0.017	0.478	0.633
	lnx <sub>4</sub>	-0.165	-0.019	-0.559	0.576
Weibchen	(Konstante)	-5.509		-3.854	0.000
	Temperatur	-0.004	-0.009	-0.171	0.864
	ln Niederschlag	-0.737	-0.304	-8.590	0.000
	ln Windgeschwindigkeit	-0.439	-0.099	-2.427	0.015
	Alter der Jungen	0.433	0.863	2.572	0.010
	(Alter der Jungen) <sup>2</sup>	-0.015	-0.847	-2.476	0.013
	lnx <sub>1</sub>	0.045	0.006	0.170	0.865
	lnx <sub>2</sub>	-0.304	-0.040	-1.132	0.258
	lnx <sub>3</sub>	-0.405	-0.053	-1.544	0.123
	lnx <sub>4</sub>	-0.410	-0.054	-1.564	0.118

a Abhängige Variable: ln der Fütterungen pro Elternteil

Tab.6b: Teil II: Ergebnisse der Berechnungen für Männchen und Weibchen getrennt

Wenn man in die Regressionsberechnung der Fütterungen eines Elternteiles auch die Fütterungen des anderen Elternteiles als weitere unabhängige Variable mit einbezieht, ergeben sich folgende Ergebnisse: Vergleiche dazu auch Tab.7 und 8.

Zusammenfassend kann gesagt werden: Die Fütterungen des einen Partners sind gute Prädiktoren für die Anflüge des anderen Geschlechtes. Die Fütterungen des jeweils anderen Partners sind mit diesem Modell gut vorhersagbar. Man kann auch sagen: Wenn einer der Partner viel füttert, tut dies der andere auch.

Im Detail:

Für die Weibchen:

(vergleiche Tab.7)

Die signifikanten Parameter blieben gegenüber dem letzten Modell soweit unverändert.

Die neue unabhängige Variable ln Fütterungen der Männchen erwies sich als hoch signifikant ( $p=0,001$ ).

Der Algorithmus für die Fütterungsanflüge des Weibchens lautet:

$$\ln F_W = (-3.451) + 0.005 * \text{Temperatur} - 0.456 * \ln \text{Niederschlag} - 0.472 * \ln \text{Windgeschwindigkeit} + 0.323 * \text{Alter der Jungen} - 0.010 * (\text{Alter der Jungen})^2 + 0.437 * \ln \text{Fütterungen Männchen} - 0.084 * \ln x_1 - 0.159 * \ln x_2 - 0.467 * \ln x_3 - 0.338 * \ln x_4$$

Für die Männchen konnten folgende Ergebnisse ermittelt werden:

(vergleiche Tab.8)

Auch hier kann in Bezug auf die erhaltenen Ergebnisse die gleiche Aussage wie bei den Weibchen getroffen werden ( $p=0,001$ ).

Der Algorithmus für die Fütterungsanflüge des Männchens lautet:

$$\ln F_M = (-1.521) - 0.021 * \text{Temperatur} - 0.235 * \ln \text{Niederschlag} + 0.312 * \ln \text{Windgeschwindigkeit} - 0.006 * \text{Alter der Jungen} - 0.003 * (\text{Alter der Jungen})^2 + 0.551 * \ln \text{Fütterungen Weibchen} + 0.551 * \ln x_1 - 0.163 * \ln x_2 + 0.364 * \ln x_3 + 0.364 * \ln x_4$$



## Modellzusammenfassung

		R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
<b>Modell</b>	<b>1</b>	<b>0.565(a)</b>	<b>0.320</b>	<b>0.310</b>	<b>2.42828</b>

a Einflussvariablen: (Konstante), Alter der Jungen,  $\ln x_1$ ,  $\ln x_2$ ,  $\ln x_3$ ,  $\ln x_4$ ,  $\ln$  Niederschlag,  $\ln$  Fütterungen Männchen, Temperatur,  $\ln$  Windgeschwindigkeit, Alter der Jungen quadriert

## ANOVA(b)

		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz	
<b>Modell</b>	<b>1</b>	<b>Regression</b>	<b>2084.733</b>	<b>10</b>	<b>208.473</b>	<b>35.355</b>	<b>0.000(a)</b>
		<b>Residuen</b>	<b>4440.104</b>	<b>753</b>	<b>5.897</b>		
		<b>Gesamt</b>	<b>6524.837</b>	<b>763</b>			

a Einflussvariablen: (Konstante), Alter der Jungen,  $\ln$  Niederschlag,  $\ln$  Fütterungen Männchen, Temperatur,  $\ln$  Windgeschwindigkeit, Alter der Jungen quadriert

b Abhängige Variable:  $\ln$  Fütterungen Weibchen

## Koeffizienten(a)

		Nicht standard. Koeffizienten	Standardisierte Koeffizienten	T	Signifikanz
		B	Beta	B	Standardfehler
	<b>(Konstante)</b>	<b>-3.451</b>		<b>-2.754</b>	<b>0.006</b>
	<b>Temperatur</b>	<b>0.005</b>	<b>0.011</b>	<b>0.239</b>	<b>0.811</b>
	<b><math>\ln</math> Niederschlag</b>	<b>-0.456</b>	<b>-0.189</b>	<b>-5.929</b>	<b>0.001</b>
	<b><math>\ln</math> Windgeschwindigkeit</b>	<b>-0.472</b>	<b>-0.107</b>	<b>-2.989</b>	<b>0.003</b>
	<b>Alter der Jungen</b>	<b>0.323</b>	<b>0.643</b>	<b>2.197</b>	<b>0.028</b>
	<b>(Alter der Jungen)<sup>2</sup></b>	<b>-0.010</b>	<b>-0.536</b>	<b>-1.793</b>	<b>0.073</b>
	<b><math>\ln</math> Fütterungen Männchen</b>	<b>0.437</b>	<b>0.487</b>	<b>15.457</b>	<b>0.001</b>
	<b><math>\ln x_1</math></b>	<b>-0.084</b>	<b>-0.011</b>	<b>-0.362</b>	<b>0.718</b>
	<b><math>\ln x_2</math></b>	<b>-0.159</b>	<b>-0.021</b>	<b>-0.681</b>	<b>0.496</b>
	<b><math>\ln x_3</math></b>	<b>-0.467</b>	<b>-0.061</b>	<b>-2.037</b>	<b>0.042</b>
	<b><math>\ln x_4</math></b>	<b>-0.338</b>	<b>-0.045</b>	<b>-1.480</b>	<b>0.139</b>

a Abhängige Variable:  $\ln$  Fütterungen Weibchen

Tab.7: Ergebnisse der Berechnungen für die Weibchen mit zusätzlicher Variable:  $\ln$  Fütterungen Männchen

## Modellzusammenfassung

		R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
<b>Modell</b>	<b>1</b>	<b>0.556(a)</b>	<b>0.309</b>	<b>0.300</b>	<b>2.72648</b>

a Einflussvariablen: (Konstante), Alter der Jungen,  $\ln x_1$ ,  $\ln x_2$ ,  $\ln x_3$ ,  $\ln x_4$ ,  $\ln$  Niederschlag,  $\ln$  Fütterungen Weibchen, Temperatur,  $\ln$  Windgeschwindigkeit, Alter der Jungen quadriert

## ANOVA(b)

			Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
<b>Modell</b>	<b>1</b>	<b>Regression</b>	<b>2501.286</b>	<b>10</b>	<b>250.129</b>	<b>33.648</b>	<b>0.000(a)</b>
		<b>Residuen</b>	<b>5597.555</b>	<b>753</b>	<b>7.434</b>		
		<b>Gesamt</b>	<b>8098.841</b>	<b>763</b>			

a Einflussvariablen: (Konstante), Alter der Jungen,  $\ln x_1$ ,  $\ln x_2$ ,  $\ln x_3$ ,  $\ln x_4$ ,  $\ln$  Niederschlag,  $\ln$  Fütterungen Weibchen, Temperatur,  $\ln$  Windgeschwindigkeit, Alter der Jungen quadriert

b Abhängige Variable:  $\ln$  Fütterungen Männchen

## Koeffizienten(a)

		Nicht standardisierte Koeffizienten	Standardisierte Koeffizienten	T	Signifikanz
		B	Beta	B	Standardfehler
	<b>(Konstante)</b>	<b>-1.521</b>		<b>-1.077</b>	<b>0.282</b>
	<b>Temperatur</b>	<b>-0.021</b>	<b>-0.044</b>	<b>-0.929</b>	<b>0.353</b>
	<b><math>\ln</math> Niederschlag</b>	<b>-0.235</b>	<b>-0.087</b>	<b>-2.670</b>	<b>0.008</b>
	<b><math>\ln</math> Windgeschwindigkeit</b>	<b>0.312</b>	<b>0.063</b>	<b>1.756</b>	<b>0.080</b>
	<b>Alter der Jungen</b>	<b>-0.006</b>	<b>-0.011</b>	<b>-0.038</b>	<b>0.970</b>
	<b>(Alter der Jungen)<sup>2</sup></b>	<b>-0.003</b>	<b>-0.174</b>	<b>-0.578</b>	<b>0.564</b>
	<b><math>\ln</math> Fütterungen Weibchen</b>	<b>0.551</b>	<b>0.495</b>	<b>15.457</b>	<b>0.001</b>
	<b><math>\ln x_1</math></b>	<b>0.271</b>	<b>0.032</b>	<b>1.041</b>	<b>0.298</b>
	<b><math>\ln x_2</math></b>	<b>-0.163</b>	<b>-0.019</b>	<b>-0.619</b>	<b>0.536</b>
	<b><math>\ln x_3</math></b>	<b>0.364</b>	<b>0.043</b>	<b>1.414</b>	<b>0.158</b>
	<b><math>\ln x_4</math></b>	<b>0.364</b>	<b>0.007</b>	<b>0.239</b>	<b>0.811</b>

a Abhängige Variable:  $\ln$  Fütterungen Männchen

Tab.8: Ergebnisse der Berechnungen für die Männchen mit zusätzlicher Variable:  $\ln$  Fütterungen Weibchen.

## 5 DISKUSSION

### Anflüge der fütternden Elternteile:

Die hohe Zahl von 800 Anflügen in einem Zeitraum von 14,5h (dies entspricht 55 Anflügen pro Stunde) wie HEGENDORF (1932) sie angibt, kann in der vorliegenden Studie nicht bestätigt werden: In der mittleren Aufzuchtphase erreichten die Eltern von Nest III innerhalb von 16 Auswertungsstunden die meisten registrierten Anflüge; nämlich 782 Fütterungen (dies entspricht einem Durchschnitt von fast 49 Anflügen pro Stunde).

Dieser Wert liegt aber bereits weit über dem Durchschnitt von 32 Anflügen pro Stunde für alle Nester.

Im Durchschnitt (Nest I - IV) wurden 45% der Fütterungsanflüge vom Männchen, 55% vom Weibchen übernommen. Wobei es abhängig vom Nest als auch dem Aufzuchtstag zu Unterschieden zwischen den Geschlechtern kommen konnte: so fliegt das Männchen (Nest I) am sechsten Aufzuchtstag in 53% der Fütterungsanflüge das Nest an. Bei Nest IV waren es am siebenten Aufzuchtstag 63% durch das Männchen. Dies steht im Einklang zu den Ergebnissen von VIETINGHOFF-RIESCH (1955), der bei einer Einzelbeobachtung 61% Fütterungsanteil für das Männchen und 35% für das Weibchen angibt.

Nach BEZZEL (1993), aber auch nach BAUER et al. (2005) erreicht der Anteil des Weibchens bis zu 50 %. Dies kann über die gesamte Aufzichtsperiode der 4 Nester im Seewinkel nicht bestätigt werden: Das Weibchen weist einen leicht höheren Prozentsatz an Fütterungen auf (siehe oben). Dieser könnte aber durch größere Beutetiere bei den Anflügen der Männchen ausgeglichen werden.

Interessant ist, dass die geringste Anzahl an Fütterungsanflügen sowohl das Männchen als auch das Weibchen vom Nest I durchführten. Dies war aber gleichzeitig das Nest mit der höchsten Jungenanzahl (5). Mögliche Ursache: Die Anflüge könnten aufgrund der Erfahrung der Eltern und einer damit besseren Versorgung der Jungtiere einhergehen: Die Jagdflüge waren möglicherweise effizienter auf größere Beutetiere ausgerichtet.

### Erklärung der Regressionsmodelle:

Erklärung des Gesamtmodells (Fütterungen Männchen und Weibchen gemeinsam):

Der Niederschlag stellt einen limitierenden Faktor für die Verfügbarkeit der Nahrung, besonders fliegender Insekten (wie z.B. Dipteren), eindeutig dar. Dies ist sowohl bei den Fütterungsanflügen des Weibchens wie auch des Männchens gut zu erkennen.

Die Temperatur stellt keinen limitierenden Faktor für die Fütterungsanflüge der Weibchen und Männchen dar. Zu einem anderen Ergebnis kommt PRÖGER (1979): In seiner Untersuchung spielt die Außentemperatur sehr wohl eine wichtige Rolle bei der Aufzucht von Rauchschwalben. Ursache könnte die hohe Temperatur von durchschnittlich 23,2°C im Seewinkel sein. (Vergleiche dazu auch Abb.:7 im Anhang). Die Temperaturschwankungen, sowohl zwischen Tag und Nacht, als auch untertags, beeinflussen im Untersuchungszeitraum die Fluginsektenaktivität offenbar nicht nachhaltig.

Das Alter der Jungen wirkt sich auf das Fütterungsverhalten aus. Wobei hier ein Maximum in der mittleren Aufzuchtphase scheinbar besteht. Dies stellt auch DE LOPE REBOLLO 1983 (aus: GLUTZ 1985) fest.

Ad Modell: Fütterungen eines Elternteiles

Die Fütterungsanflüge des Männchens sind schwerer vorher zu sagen als die des Weibchens. Während das Weibchen signifikante Änderungen des Fütterungsverhaltens bei Niederschlag, der Windgeschwindigkeit und dem Alter der Jungen zeigt, ist dies beim Männchen nur der Niederschlag. Eine Begründung könnte in der höheren Nest- und Jungspflege durch das Weibchen zu suchen sein (ca. 90% der Nicht-Fütterungsanflüge sind weiblich): Tätigkeiten wie huern (das Schützen der Nestlinge vor Witterungseinflüssen) wird nur vom Weibchen übernommen.

Die Sinusschwingung  $\ln x_2$  verstärkt den Sonnengang und damit zusammenhängend auch den Tagesgang der Temperatur.

$\ln x_3$ : Diese Schwingung geht auf den Bedarf nach Nahrung der Jungvögel am Morgen bzw. für die Nacht ein. Dies erscheint sinnvoll da die Jungen besonders am Morgen, nach einer längeren Fütterungspause, einen erhöhten Energiebedarf aufweisen.

Ad Modell: Fütterungen Männchen / Fütterungen Weibchen

Die Fütterungsanflüge hängen von vielen Faktoren, z.B.: Verfügbarkeit der Beutetiere, Niederschlag, Alter der Jungen, Windgeschwindigkeit und wohl sicher noch von einigen nicht berücksichtigten Parametern ab. Die Regressionsanalyse lässt aber erkennen: Sobald ein Bedarf für eine Fütterung besteht und auch die Möglichkeit dazu vorhanden ist wird von beiden Eltern gefüttert. Oder anders ausgedrückt: Sobald ein Elternteil vermehrt füttert tut dies der andere ebenfalls. Dies ergibt sich wohl aus dem zeitlichen Diktat der Verfügbarkeit der Beute und dem Nahrungsbedarf der Jungen. Zu berücksichtigen ist aber, dass auch die Eigenversorgung der Altvögel gewährleistet sein muss.

Abschließend kann angemerkt werden:

Bei Betrachtung des Bestimmtheitsmaßes ( $R^2$ ) ist zu erkennen, dass bei weitem noch nicht alle Einflussfaktoren ausgemacht werden konnten und daher sicherlich noch ein Forschungsbedarf diesbezüglich besteht.

# 6 ANHANG

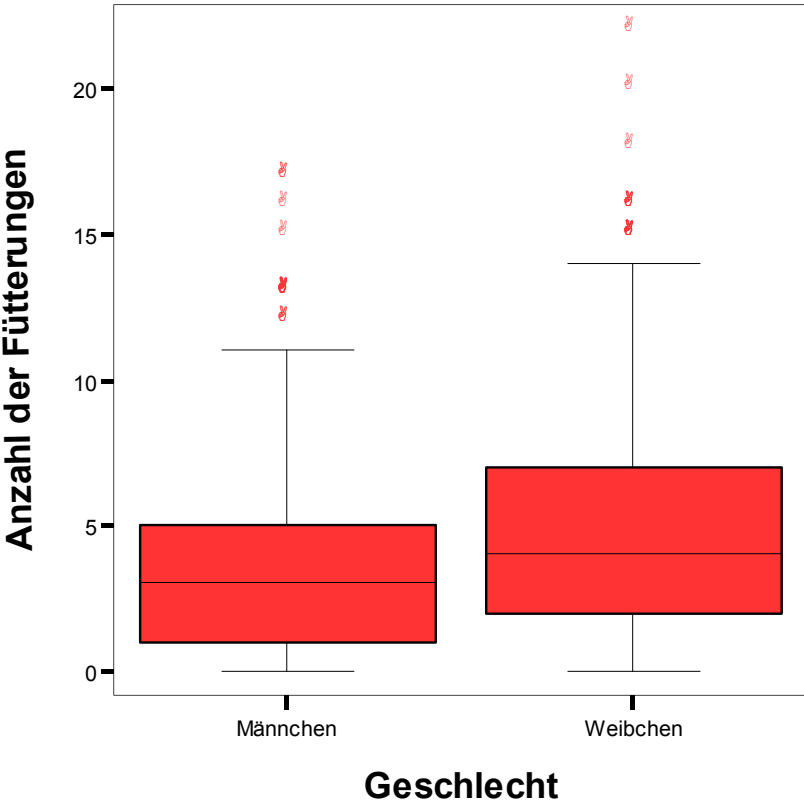


Abb.6: Vergleich der Lage- und Streuungsmaße der Fütterungsverteilung von Männchen und Weibchen

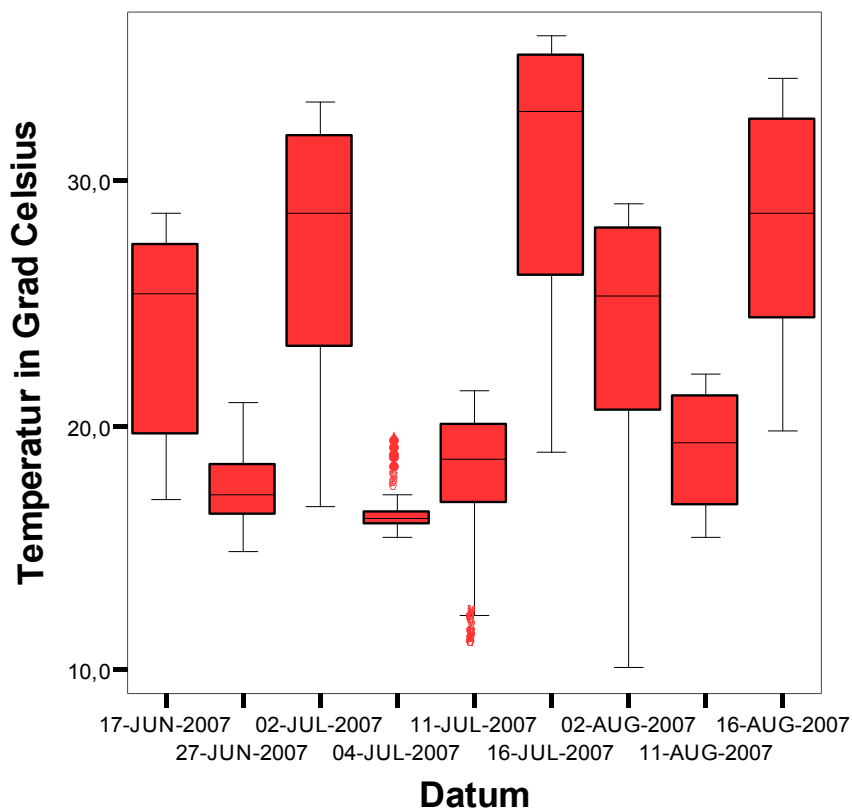


Abb.7: Vergleich der Lage- und Streuungsmaße der Temperatur an den Auswertungstagen

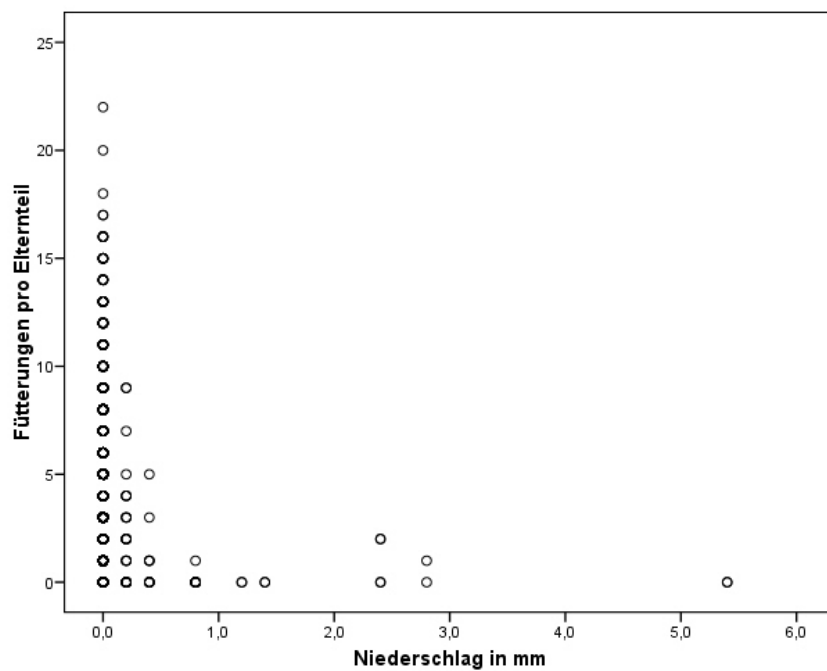


Abb.8: Fütterungen in Abhängigkeit vom Niederschlag

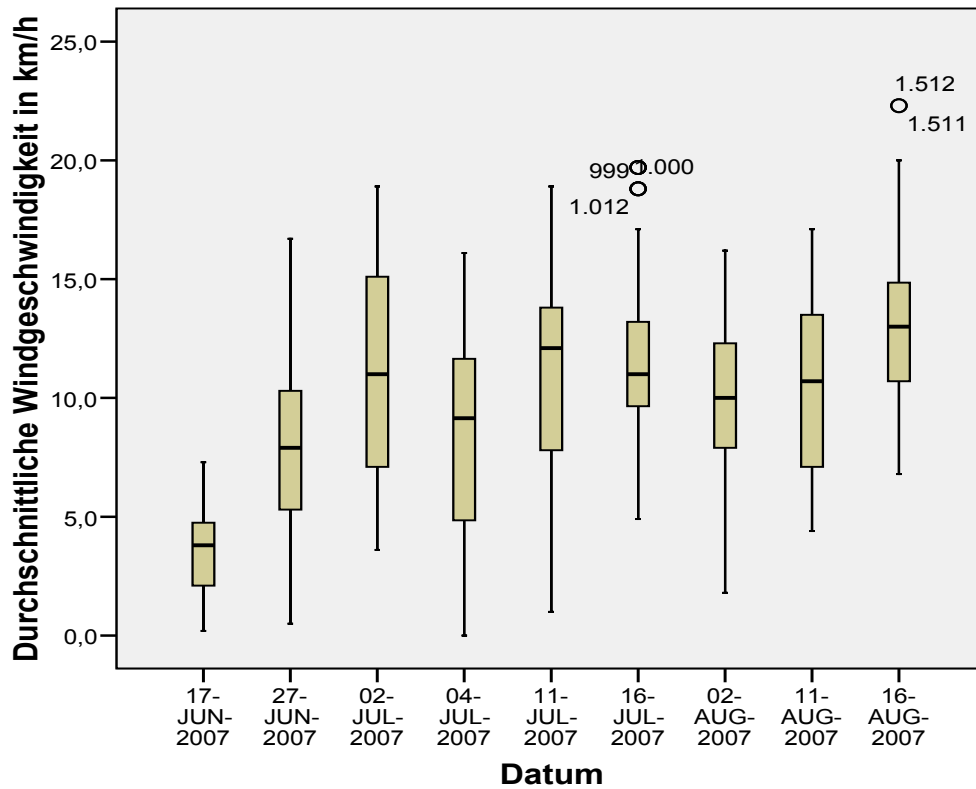


Abb.9: Die Lage- und Streuungsmaße der Windgeschwindigkeit an den Auswertungstagen

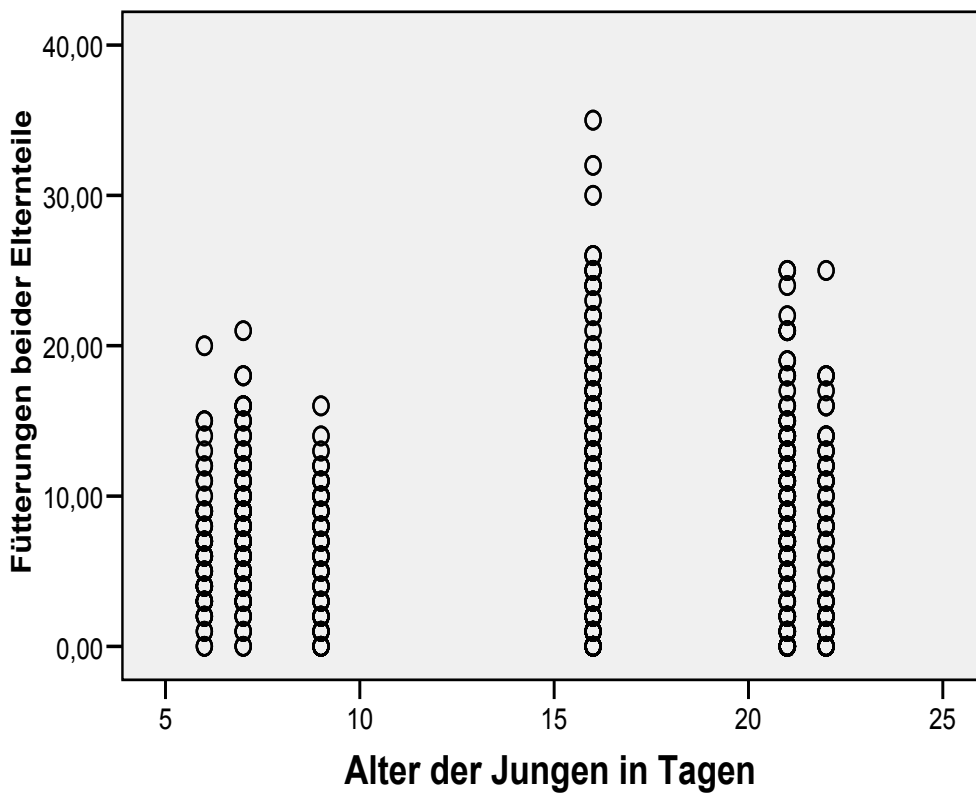


Abb.10: Fütterungen der Eltern an den Aufzuchtstagen

## 7 LITERATURVERZEICHNIS

BAUER H.G., E. BEZZEL & W. FIEDLER (2005): Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas. Alles über Biologie, Gefährdung und Schutz. Passeriformes - Sperlingsvögel  
Aula-Verlag, Wiebelsheim  
ISBN 3-89104-648-0

BEZZEL E. (1993): Kompendium der Vögel Mitteleuropas  
Aula Verlag, Wiesbaden  
ISBN 3-89104-530-1

BROMBACH H. (2004): Die Rauchschwalbe  
Verlag: Westarp Wissenschaften  
ISBN 3-89432-908-4

DVORAK, M., A. RANNER & H.-M. BERG (1993): Atlas der Brutvögel Österreichs. Ergebnisse der Brutvogelkartierung 1981-1985 der Österreichischen Gesellschaft für Vogelkunde. Umweltbundesamt, Wien

FALLY J., G. SPITZER (2004): Vogelwelt Burgenland  
Eigenverlag Mag. Dr. Josef Fally  
ISBN 3-901573-08-9

FISCHER M.A. & J. FALLY (2006): Pflanzenführer Burgenland  
Eigenverlag Mag. Dr. Josef Fally, Deutschkreuz  
ISBN 3-901573-09-7

GLUTZ V. BLOTZHEIM, U.N. (1985): Handbuch der Vögel Mitteleuropas  
Aula Verlag, Wiesbaden  
ISBN 3-89104-019-9

KURZ H. (2004): Analyse der Anflugfrequenzen während der ersten elf Aufzuchtstage bei fütternden Hausrotschwänzen (*Phoenicurus ochrurus*)  
Formal- u. naturwissenschaftl. Fakultät d. Uni. Wien, Dipl.-Arb.

LOSKE K.H. (1994): Untersuchungen zu Überlebensstrategien der Rauchschwalbe (*Hirundo rustica*) im Brutgebiet  
Cuvillier Verlag, Göttingen  
ISBN 3-89588-038-8

NIETHAMMER G. (1937): Handbuch der deutschen Vogelkunde. Band 1: Passeres  
Akademische Verlagsgesellschaft m.b.H.

PRÖGER H. (1979): Die Abhängigkeit der Fütterungsaktivität von Niederschlag und Temperatur bei Rauchschwalbe  
In: Der Falke, Monatsschrift für Ornithologie und Vogelschutz Jahrgang 26  
Urania-Verlag Leipzig, Jena, Berlin

VIETINGHOFF-RIESCH A. v. (1955): Die Rauchschwalbe  
Dunckner & Humblot, Berlin



## 8 DANKSAGUNG

Ich danke Ao. Univ.-Prof. Dr. Gerhard Spitzer, Universität Wien, für die hervorragende Betreuung und Beratung!

Bedanken möchte ich mich bei meinen Eltern: Isabella Emmer, meiner Mutter, die immer für mich da war und ist, und Siegfried Nusser, meinem Vater, für die finanzielle Unterstützung, besonders am Beginn meiner Studienzeit.

Bedanken möchte ich mich beim WWF - Österreich insbesondere bei:  
Dr. Bernhard Kohler, Leiter des WWF – Seewinkelhofes  
DI Emil Benesch und Mag. Barbara Tauscher, sowie bei allen aktiven Ökopädagogen vor Ort für ihre Hilfe bei der Datenerhebung.

Bedanken möchte ich mich bei Hofrat Univ. Prof. Dr. Alois Herzig, Leiter der Biologische Station Illmitz, für die Benutzung der Infrastruktur. Sowie seinen Mitarbeitern, besonders Hr. Ing. Franz Rauchwarter für die zur Verfügung Stellung der Wetterdaten.

Bedanken möchte ich mich auch bei Mitarbeitern des Nationalparks Neusiedlersee-Seewinkel, besonders bei Michael Kroiss und DI Harald Grabenhofer für die zur Verfügung Stellung der Infrastruktur des Nationalpark-Informationszentrums in Illmitz.

Bedanken möchte ich mich weiters bei:  
Stefan Mateka (technische Unterstützung)  
Ing. Gerold Cernek und seiner Frau Christina (Technik, EDV und mentale Unterstützung)  
Ing. Markus Kohl (technische Ausstattung)  
Jürgen Emmer und Natalie Petratschek (technische Ausstattung)  
Johann Görlach (technische Ausstattung)

Bedanken möchte ich mich natürlich bei all meinen Freunden, besonders bei Geri, Chris und Barbara. Sowie Inge und Doris, die immer ein offenes Ohr für mich und meine Probleme während meiner Studienzeit hatten.

Diese Arbeit ist der Schwalbenpopulation am Seewinkel gewidmet!

## 9 LEBENS LAUF

Name: Martin Emmer

Geboren am 2. Oktober 1970 in 2700 Wiener Neustadt

Österreichische Staatsbürgerschaft

Familienstand: ledig

Vater: Siegfried Nusser, Beruf: Gasthof Betreiber

Mutter: Isabella Emmer, Beruf: Gewerbetreibende, jetzt in Pension

4 Halbgeschwister

### Schulbildung:

1977 – 1981 Volksschule St. Christiania in Wr. Neustadt

1981 – 1986 Gymnasium der Redemptoristen in Katzelsdorf (NÖ)

1986 – 1989 Bundesoberstufenrealgymnasium Wr. Neustadt

### Zweiter Bildungsweg:

1993 Externisten Matura mit AHS – Abschluss (naturwissenschaftlicher Zweig)

### Studium:

ab 1993 Studium an der Universität Wien: Biologie (Zoologie)

### Beruf:

2002 WWF-Lehrgang zum „Ökopädagogischen Gruppenbetreuer“

seit 2003 Selbständige Leitung ökopädagogischer Führungen für Schulklassen (Volksschule bis Maturaklasse) im Seewinkel für den WWF Österreich.

seit 2004 Selbständige Planung und Durchführung von biologisch-ökopädagogischen Führungen und Vorträgen.

seit 2008 Lehrer beim Verein Morgenstern.