

3135

NAHRUNGSSPEKTRUM UND MECHANISMEN DER ENTSTEHUNG  
DER BEUTEWAHL BEIM STEINKAUZ: EINE VERGLEICHENDE  
FREILAND- UND LABORUNTERSUCHUNG

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades an der Formal- und Naturwissenschaftlichen  
Fakultät der Universität Wien

ingereicht von  
Gabriele Sageder

Wien, im Juni 1990

## INHALTSVERZEICHNIS

I.	FREILANDUNTERSUCHUNG	
1.	Einleitung	1
2.	Material und Methode	5
2.1	Lage, Beschreibung und klimatische Bedingungen der Untersuchungsgebiete	5
2.2	Ermittlung der Habitatstruktur	6
2.3	Bestandsaufnahme	7
2.4	Gewölleuntersuchung	8
2.5	Aktivität	9
3.	Ergebnisse	11
3.1	Habitat	11
3.2	Siedlungsdichte	12
3.3	Gewölleanalyse	14
3.3.1	Saisonale Änderungen im Inhalt der Gewölle	19
3.3.2	Äußere Abmessungen der Gewölle	19
3.3.3	Saisonale Änderungen in den Gewöllegrößen	23
3.4	Aktivität	27
II.	EXPERIMENTE	
4.	Einleitung	30
5.	Material und Methode	34
6.	Ergebnisse	36
6.1	Attrappenversuche	36
6.1.1	Einfluß der Beuteform	37
6.1.2	Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit (Konsistenz)	38
6.1.3	Wahlversuch zwischen Konsistenz und Form	38
6.2	Versuche mit bekannter Beuteform (Maus)	38
6.2.1	Reaktion auf akustische Beutemerkmale	38
6.2.2	Wahlversuch zwischen toter und lebender Beute	40
6.2.3	Einfluß von Aufzucht der Jungtiere auf die Beutewahl (Schwarz-weiß-Versuche) - Wirkung des Kontrasts der Beute zum Untergrund	44
6.3	Wahlversuch zwischen bekannter und unbekannter Beute	48
7.	Diskussion	50
8.	Literatur	63
9.	Zusammenfassung	72

## 1. EINLEITUNG

Das Verständnis der Nahrungsökologie stellt einen Ausgangspunkt für biologische Untersuchungen an einer Vogelart dar (rev. in Mayr 1970, Morse 1980, Mikkola 1983, Sibley & Calow 1986). Es zeigt die Basisinformation über Selbsterhaltung und Fortpflanzung. Diese Information verbindet die physiologischen, ökologischen und ethologischen Bereiche aus dem Leben eines Tieres. Um Nahrungsökologie als Grundlage für Selbsterhaltung und Fortpflanzung verstehen zu können muß man einen sehr vielseitigen Fragenkomplex bearbeiten. Die Nahrungsökologie kann beispielsweise von äußeren Faktoren - wie Beuteangebot und Habitatstrukturen, z. B. Tageseinstände und Ansitzwarten - beeinflußt sein (Rev. in Cody 1985, Janes 1985 Sibley & Calow 1986). Innere Faktoren, die die Nahrungsökologie beeinflussen sind auch wichtig und drücken sich in der Steuerung des Verhaltens aus, wie z. B. tages- und jahreszeitliche Schwankungen der Aktivität, wann und wie was gejagt wird (z.B. Daan 1981), sowie in Lernvorgängen, die in der Jugendentwicklung wichtig sind, wie z.B. Prägung auf bestimmte Beutetypen (Rev. in Curio 1976, Morse 1980, Ille 1983). In der vorliegenden Arbeit wurden diese Faktoren untersucht um einen weiteren Beitrag zur Nahrungsökologie des Steinkauzes zu bringen.

Diese Fragestellung ist von allgemeinem Interesse, da der Steinkauz, früher ein sehr häufiger Vogel, heute nur mehr selten anzutreffen ist. In der Schweiz beschränkt sich das Vorkommen auf wenige Verbreitungsinselfn (Glutz & Bauer 1980). Auch in Belgien ist der Bestand zwischen 1950 und 1972 von 12.000 auf 4.000 Brutpaare zurückgegangen (Kesteloot 1977). In der BRD ist der Steinkauz stellenweise schon völlig verschwunden, oder nur mehr in isolierten Kleinpopulationen zu finden. Auch in Österreich gehört der Steinkauz zu jenen Vogelarten, die aufgrund von Lebensraumzerstörung und indirekten menschlichen Einwirkungen in die Rote Liste der

gefährdeten Vogelarten Österreichs aufgenommen werden mußte (Bauer 1989). Mangels regelmäßiger Kartierung gibt es jedoch keine systematisch erfaßten Steinkauzbestandsdaten in Österreich. Ausnahme ist das Marchfeld, wo in den letzten Jahren regelmäßige Kontrollen durchgeführt wurden (Frey mündl. Mitteilung). Freys ständige Beobachtungen im Marchfeld ergaben, daß der Steinkauzbestand in den letzten Jahren stark zurückgegangen ist. Dagegen ließen Beobachtungen im Seewinkel auf einen noch guten Steinkauzbestand schließen.

Bedingt durch diese alarmierende Entwicklung der Steinkauzbestände, erschienen in der Schweiz, Deutschland und Belgien in den letzten Jahren eine Vielzahl von Publikationen zur Biologie und den Möglichkeiten zum Schutz des Steinkauzes (Schwarzenberg 1970, Knöttsch 1978, Ullrich 1973, 1975 und 1980, Exo 1983, Loske 1978a, b und 1986, Illner 1981 und Juillard 1985).

So legten z.B. Visser (1977), Exo (1981 u. 1983), Glue & Scott (1980), Illner 1981, Juillard (1985), und Loske (1986) detailliertere Analysen zur Habitatstruktur bzw. zu den nistökologischen Ansprüchen vor. Die von Exo (1981) abgeschlossene Untersuchung zeigte eine Abhängigkeit der Siedlungsdichte sowohl vom Angebot an geeigneten Brutbäumen als auch von vorhandenen Dauergrünlandflächen. Genügend Sitzwarten sowie Tageseinstände scheinen ebenfalls eine Grundvoraussetzung für ein Steinkauzrevier zu sein (Loske 1986). Demgegenüber gibt es in Österreich bis jetzt keine einzige wissenschaftliche Arbeit dieser Art.

Es war daher naheliegend, zwei so unterschiedlich besetzte Steinkauzgebiete (wie Seewinkel und Marchfeld) miteinander zu vergleichen, um Aussagen über Verbreitung, Habitatstrukturen und Nahrungsökologie dieser Vogelart im Osten Österreichs machen zu können.

Meine Arbeit hat sich in zwei Teile gegliedert, einen freilandökologischen Teil und einen experimentellen Teil. Im freilandökologischen Teil wurden zwei unterschiedliche

Gebiete miteinander verglichen und in bezug auf Habitatstrukturen und Nahrungsspektrum an Hand von Gewölleauswertungen untersucht. Gewölle dienten als Basis der Untersuchung, da sie von verschiedensten Autoren schon zur Nahrungsanalyse verwendet wurden (Errington 1930, Kahmann 1953, Haensel und Walther 1966, Thiollay 1968, Frey 1973, Hiraldo und Helo 1981, Renzoni und Lovari 1977, Laursen 1981, Libois 1977 und 1984, Popescu et al. 1986 und rev. in Mikkola 1983, Cramp et al. 1980 und 1985). Zusätzlich wurde das Aktivitätsmuster im Freiland an einem Individuum aufgenommen. Im zweiten Teil wurde versucht, die Mechanismen der Entstehung der Beutewahl auch experimentell abzuklären und den Einfluß der inneren Faktoren im Labor auf

- a: ein mögliches angeborenes Erkennen von Beuteformen,
  - b: eine mögliche Prägung auf bestimmte Beutetierformen und -farben und
  - c: die Flexibilität der erlernten Präferenzen und die Fähigkeit der Käuze umzulernen
- zu untersuchen.

Definitionen:

In dieser Arbeit wurde der Begriff Habitat an Hand der Information von Berndt und Winkel (1978) und McFarland (1981) angewendet.

Habitat ist ein Begriff, der einen Ort, an dem Individuen einer Art überleben können, und wo die zur Fortpflanzung und Ernährung wichtigen Umweltgegebenheiten wie Klimafaktoren, Vegetationstypen, Nistmöglichkeiten und andere wichtige Strukturen vorhanden sind, ökologisch kennzeichnet. Ihrer Meinung nach kann Habitatwahl sehr variabel innerhalb einer Art sein. Die Faktoren, die für die Wahl am wichtigsten scheinen, sind besondere Merkmale eines Geländes, Brutmöglichkeiten, Sing- und Sitzwarten, Nahrungsangebot, Trinkplätze und andere Tiere.

Der Begriff Prägung wird im Sinn der allgemeinen Definition von Lorenz (1935), aber erneuert von Bateson (1966) angewendet.

## 2. MATERIAL UND METHODE

### 2.1 LAGE, BESCHREIBUNG UND KLIMATISCHE BEDINGUNGEN DER UNTERSUCHUNGSGEBIETE

Der Seewinkel erstreckt sich zwischen dem Neusiedlersee, der Parndorfer Platte und der ungarischen Grenze auf einer Fläche von ca. 450 km<sup>2</sup> als westliche Bucht der kleinen Ungarischen Tiefebene. Der Boden des Neusiedlersees stellt mit 113 m Seehöhe Österreichs tiefste Mulde dar. Der Seewinkel gehört gemäß seinem Klimabereich zum pannonischen Gebiet, das durch einen sehr zeitigen Frühling, hohe Temperaturen im Sommer, einen milden Frühherbst und geringe jährliche Niederschlagswerte gekennzeichnet ist. Es hat sich noch die pannonische Vegetation erhalten.

Das Marchfeld liegt im Osten Österreichs in ungefähr 150 m Seehöhe. Es gehört wie der Seewinkel in den pannonischen Klimabereich mit ozeanisch-mitteleuropäischen Einflüssen. Im Marchfeld ist eine landwirtschaftlich intensiv genutzte Kulturlandschaft entstanden. Es werden vor allem Getreide, Gemüse, Mais und Zuckerrüben großflächig angebaut. Die Feldbearbeitung erfolgt mit landwirtschaftlichen Großmaschinen. Windschutzstreifen zwischen den Feldern sind typisch für diese Landschaft.

	1984		1985		1986	
	SW	MF	SW	MF	SW	MF
Jahresmittel d.Temp.in C -		8,9	9,0	8,3	9,7	8,9
Niederschlag in mm -		485,0	634,2	621,5	387,5	406,0
Tage mit Schneefall -		19	39	37	33	27
Tage mit Schneedecke -		29	60	73	56	57
maximale Schneehöhe in cm -		11	15	21	30	23

Tab. 1: Klimadaten für die Jahre 1984 - 1986. SW = Seewinkel, MF = Marchfeld.

In Tab. 1 sind die wichtigsten Klimadaten für den Untersuchungszeitraum zusammengefaßt. Die Daten aus dem

Seewinkel stammen von der Meteorologischen Station Neusiedl am See (Seehöhe 129 m), für das Marchfeld von der Station in Obersiebenbrunn (Seehöhe 150 m). Für das Jahr 1984 liegen von Neusiedl/See keine Daten vor.

Im Winter 1985/86 war die Wettersituation außergewöhnlich. Bereits der November war extrem kalt und niederschlagsreich. Ab dem 13. bis Monatsende lag auch in den Niederungen eine Schneedecke. Der Dezember war allgemein mild. Im Jänner gab es reichlich Niederschlag. Der Februar war wieder extrem kalt (Monatsmitteltemperatur bis 7° C unter dem Durchschnitt) und sehr niederschlagsreich.

Um Steinkauzpopulationen in unterschiedlichen Habitaten mit deren nahrungsökologischen Grundlagen untersuchen zu können, wurden gleich große Areale mit einer Fläche von etwa 60 km<sup>2</sup> in den zwei Gebieten ausgewählt. Die gewählte Fläche im Marchfeld wurde intensiv landwirtschaftlich genutzt, im Seewinkel dagegen wurden Bereiche im Naturschutzgebiet gewählt, die einen höheren Anteil an unbewirtschafteten Rasenflächen aufweisen. Die beiden Gebiete unterschieden sich noch zusätzlich durch das bestehende Angebot an Nistmöglichkeiten. Im Marchfelder Untersuchungsgebiet brüteten fast alle Steinkäuze in Nistkästen, im Seewinkel dagegen wurden vor allem natürlich vorkommende Brutmöglichkeiten genutzt. Die Untersuchungen wurden von Mai 1984 bis September 1987 in beiden Gebieten durchgeführt.

## 2.2 ERMITTLUNG DER HABITATSTRUKTUR:

Die Habitatstruktur wurde im Umkreis von 500 m um den Nistplatz für alle Reviere im Seewinkel und im Marchfeld untersucht. Zur Habitatanalyse (vgl. Exo 1983) wurde der Anteil der Siedlungs- und landwirtschaftlichen Flächen, die Anzahl und Verteilung der Bäume mit einem Mindestdurchmesser von 25 cm in 1 m Höhe, die vorhandenen Strohtristen, und

Scheunen erhoben. Die Habitattypen wurden in folgende Kategorien eingeteilt:

Siedlungsgebiet  
 Landwirtschaftliche Nutzfläche (Äcker, Felder)  
 Baumbestände  
 Weingärten  
 Wiesen  
 Schilf  
 Wasserflächen

Die gewählten Parameter unterlagen im Untersuchungszeitraum nur geringfügigen Änderungen. Mit Hilfe einer geographischen Karte und einer Freilandkartierung wurden die festgestellten Flächenanteile aller Kategorien in Prozentwerten dargestellt, und beide Habitats miteinander verglichen.

### 2.3 BESTANDSAUFNAHME:

Laut Exo u. Hennes (1978), Petzhold u. Raus (1973) lassen sich Bestandsaufnahmen vom Steinkauz mit Hilfe von Klangattrappen zuverlässig durchführen. Um den Steinkauzbestand in den beiden Gebieten im Seewinkel und Marchfeld genau zu erfassen, habe ich diese und auch andere Methoden angewandt und anschließend durch Direktbeobachtung die Resultate überprüft.

#### a) Klangattrappen, Nachtkartierung

Am Beginn der Arbeit wurden in beiden Gebieten mehrere Nachtkartierungen mit Klangattrappen (Revierruf) durchgeführt. In beiden Untersuchungsgebieten haben sich die Nachtkartierungen auf den Ortsbereich und auf -für den Steinkauz relevante- Strukturen (Exo 1983, Loske 1986) wie Strohhäuser, Scheunen, einzelnstehende Bäume erstreckt. In Gebieten mit hoher Populationsdichte wird die Nachtkartierung mit Tonband als verlässliche Kartierungsmethode angewandt (Exo und Hennes 1978). Bei geringer Dichte schien allerdings die Rufbereitschaft der einzelnen Individuen gering zu sein. Sogar in Ortschaften mit einem gesicherten Steinkauzbestand war manchmal keine Reaktion auf das Tonband festzustellen. Die Nachtkartierungen mit einer Klangattrappe waren folglich

nicht sehr effizient und hätten wahrscheinlich zu einer Unterschätzung der Anzahl von Brutpaaren geführt. Wirksame Alternativmethoden die Vögel zu kartieren war die Nachahmung des Revierrufes des Männchens (siehe auch Illner 1981). Die zuletzt angeführte Methode wurde in den folgenden Jahren angewandt.

#### b) Tagkartierung

Zur Vervollständigung der Bestandserfassung habe ich meine Untersuchungen zusätzlich auf den Tag erstreckt und potentielle Brutplätze (Alleebäume, alte Obstbäume, Strohtristen, Scheunen, alte Gebäude,..) mindestens 3 mal pro Frühjahr auf Federn, Kotspritzer und Gewölle hin untersucht.

#### 2.4 GEWÖLLEUNTERSUCHUNG:

Das Material, das dieser Untersuchung zu Grunde liegt, stammt aus 810 Gewöllen und 14 Aufsammlungen (Gewöllreste) aus dem Marchfeld und dem Seewinkel. In regelmäßigen Abständen (mind. 1 Mal im Monat) wurden Sitzwarten und Brutplätze auf Gewölle hin abgesucht. Die Arbeit wurde allerdings etwas erschwert, da Steinkauzgewölle in größeren Mengen nur schwer zu beschaffen sind, da sie schnell zerfallen und meist in nur kleiner Anzahl an einem Platz aufgefunden werden. Daher wurden sowohl vollständig erhaltene Gewölle als auch Gewöllreste aufgesammelt.

Um mögliche Unterschiede in der Nahrungszusammensetzung feststellen zu können, habe ich die Gewölle nach den verschiedenen Habitaten und Steinkauzrevieren getrennt analysiert. Der Inhalt jedes intakten Gewölles wurde separat notiert. Die Beutebestimmung bis auf Artebene war nicht immer möglich, da, bedingt durch die Art und Weise der Beutebehandlung durch den Steinkauz sowie die zarten Skeletteile seiner Beutetiere, die Knochen selten unversehrt in den Gewöllen aufschienen. Zusätzlich dazu wurden Durchmesser und maximale Länge jedes intakten Gewölles

notiert. Daraus wurde ein max. Gewöllevolumen errechnet und zwei Größenbereiche festgelegt:  $\geq 9$  und  $< 9$  ccm.

Bei der qualitativen und quantitativen Analyse der Gewölle wurde wie folgt vorgegangen:

#### Wirbeltiere:

Die Knochen wurden zuerst mit einer feinen Bürste gesäubert, anschließend nach Tierklassen und Körperregionen sortiert. Unbestimmbare Knochensplitter und Federn ebenso wie Wirbel, Rippen, Mittelhand- und Mittelfußknochen wurden aussortiert. Jener Skeletteil, der in einem Gewölle am zahlreichsten vertreten war, ergab die Mindestanzahl einer bestimmten Beutetierart in diesem Gewölle. Bei den Säugetieren richtete sich die Artbestimmung vor allem nach morphologischen Merkmalen des Schädelskelettes.

Für die Bestimmung der Vögel wurde die Vergleichsammlung von Mazeraten des Dr. Frey herangezogen.

Die Knochen, die bei den Amphibien am häufigsten angetroffen wurden, sind Radius und Ulna, die bei allen Froschlurchen zu einem Knochen verschmolzen sind, und das besonders bei der Knoblauchkröte sehr charakteristische Stirnbein.

#### Wirbellose Tiere:

Für die Bestimmung der Familie bzw. der Art wurde nach charakteristischen morphologischen Elementen der jeweiligen Tiergruppe vorgegangen. Von Käfern wurden vor allem Deckflügel zur Artbestimmung, und Kopfkapseln zur Quantifizierung benutzt, bei der Maulwurfsgrille und den Mistkäfern das charakteristische 1. Beinpaar, und für die Ohrwürmer die Zangen am Hinterleib.

## 2.5 AKTIVITÄT:

Zusätzlich zu den nahrungsökologischen Untersuchungen wurde im Freiland an einem Steinkauzmännchen die tageszeitliche Verteilung der Aktivität von Juli bis September 1986 untersucht. Die Aufnahme der Aktivität erfolgte durch eine Registrieranlage (Empfangsgerät mit damit verbundenem

Miniscript) während des ganzen Tages. Die angewandten Methoden sind in Schober (1986) und Kenward (1987) beschrieben. Die Signale wurden mittels eines Rucksacksenders der Fa. Kenwood, der zusätzlich mit einem Aktivitätsschalter ausgestattet war, empfangen.

Der Sender wurde so auf dem Rücken des Kauzes befestigt (siehe auch Abb. 1), daß bei aufrechter Haltung eine langsame Impulsfolge gesendet wurde, bei Bewegung dagegen eine schnelle Impulsfolge. Das Gewicht des Senders inklusive Befestigungsmaterialien betrug 5,75 g. Die Analyse erfolgte in Aktivitätsaufzeichnungen, die als Aktogramm (Aschoff 1965) dargestellt wurden. Um den Tagesgang zu quantifizieren, wurden 10-minütige Intervalle auf Aktivitätsvorkommen überprüft und in % der Intervalle mit Aktivität pro Stunde über einen Zeitraum von 5 Tagen pro Monat errechnet.



Abb. 1: Steinkauz mit Rucksacksender.

### 3. ERGEBNISSE

#### 3.1 HABITAT

Den Vergleich der Umweltparameter zwischen den zwei Untersuchungsgebieten kann man in Tab. 2 sehen. Die Daten stammen von Kartierungen, die im Umkreis von 500 m um den Nistplatz gemacht wurden. Wie in Tab. 2 ersichtlich, wurden Flächentypen in m<sup>2</sup> berechnet, einzelne Strukturen dagegen in absoluten Zahlen dargestellt. Obwohl eine unterschiedliche Anzahl von Revieren in beiden Gebieten zur Verfügung stand, zeigten sich doch signifikante Unterschiede zwischen den Gebieten. Im Seewinkel weisen Steinkauzreviere einen signifikant höheren Anteil an den Habitattypen Wiesen und Weingärten auf. Im Marchfeld dagegen gibt es einen signifikant höheren Anteil an Siedlungsgebiet, landwirtschaftlichen Nutzflächen und Baumbeständen in Form von Windschutzstreifen. An einzelnen Strukturen scheinen nur Scheunen und Nistkästen signifikant häufiger im Marchfeld zu sein. Die übrigen Habitattypen und -strukturen zeigen keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gebieten.

HABITATTYPEN	SEEWINKEL		MARCHFELD		p-WERT
Siedlungsgebiet	23 562	± 23 994	210 094	± 16 191	<0.01
Landwirt. Nutzfläche	199 099	± 236 505	549 779	± 23 122	<0.05
Baumbestände	6 676	± 12 286	21 598	± 7 519	<0.01
Weingärten	220 702	± 208 603	0		<0.01
Wiesen	269 392	± 137 541	2 945	± 3 760	<0.05
Schilf	27 489	± 60 865	0		n. s.
Wasser	38 484	± 46 309	0		n. s.
<b>HABITATSTRUKTUREN</b>					
Strohtriste rund	0.6	± 1.6	1.3	± 1.0	n. s.
Strohtriste eckig	3.9	± 4.7	0.5	± 0.6	n. s.
Bäume	7.4	± 7.8	17.0	± 11.3	n. s.
Scheunen	0.0		4.3	± 4.3	<0.01
Nistkästen	0.1	± 0.3	1.0	± 0.8	<0.05

Tab. 2: Vergleich von Umweltparametern ( $\bar{x} \pm SD$ , p-Wert, Test nach Kruskal-Wallis) zwischen Revieren im Seewinkel (n=10) und Marchfeld (n=4). Berechnet wurden Werte aus einem Kreis von r = 500 m um den Nistplatz. Die Habitattypen sind in m<sup>2</sup>, die Habitatstrukturen sind in absoluten Zahlen angegeben.

Dieses Ergebnis unterstreicht einerseits die Flexibilität der Habitatwahl des Steinkauzes, weist aber auch auf den möglichen Einfluß menschlicher Nutzung in verschiedenen Steinkauzhabitaten hin. So stellen im Seewinkel vor allem die im Naturschutzgebiet liegenden Wiesen, Wasser- und Schilfflächen ein vom Menschen weniger beeinflusstes Habitat dar. Im Marchfeld dagegen überwiegen landwirtschaftliche Nutzflächen, Siedlungsgebiet, Scheunen und Nistkästen, die den häufigeren menschlichen Einfluß deutlich machen. Die Weingärten im Seewinkel stellen eine Ausnahme dar, deren Bedeutung aber als relevante Habitatstruktur in Form von Sitzwarten zu sehen ist.

### 3.2 SIEDLUNGSDICHTE

In den Jahren 1984 bis 1986 wurde auf einer Fläche von ungefähr 60 km<sup>2</sup> im Seewinkel und im Marchfeld der Steinkauzbestand erhoben. Im Seewinkel handelte es sich um den Ostuferbereich des Neusiedlersees und angrenzende Teile des zentralen Seewinkels. Im Marchfeld wurde der Bereich um die Ortschaften Fuchsenbigl, Straudorf, Haringsee und Loimersdorf auf ein mögliches Steinkauzvorkommen untersucht.

Untersuchungsgebiet:	Seewinkel	Marchfeld
Brutpaare 1984-1986 Jahresmittelwert	9,0	5,7
Gesamtzahl der Adulttiere	58	34

Tab. 3: Siedlungsdichteuntersuchung in den Jahren 1984 bis 1986. Anzahl der Brutpaare auf 60 km<sup>2</sup>.

Aus Tab. 3 ist ersichtlich, daß im Seewinkel die mittlere Siedlungsdichte ( $\bar{x}$ ) in den Jahren 1984 bis 1986 9,0 Brutpaare auf 60 km<sup>2</sup> (= 0,15 pro km<sup>2</sup>) betrug. Im Marchfeld dagegen war die mittlere Siedlungsdichte mit 5,7 Brutpaaren auf 60 km<sup>2</sup> (= 0,1 pro km<sup>2</sup>) geringer.

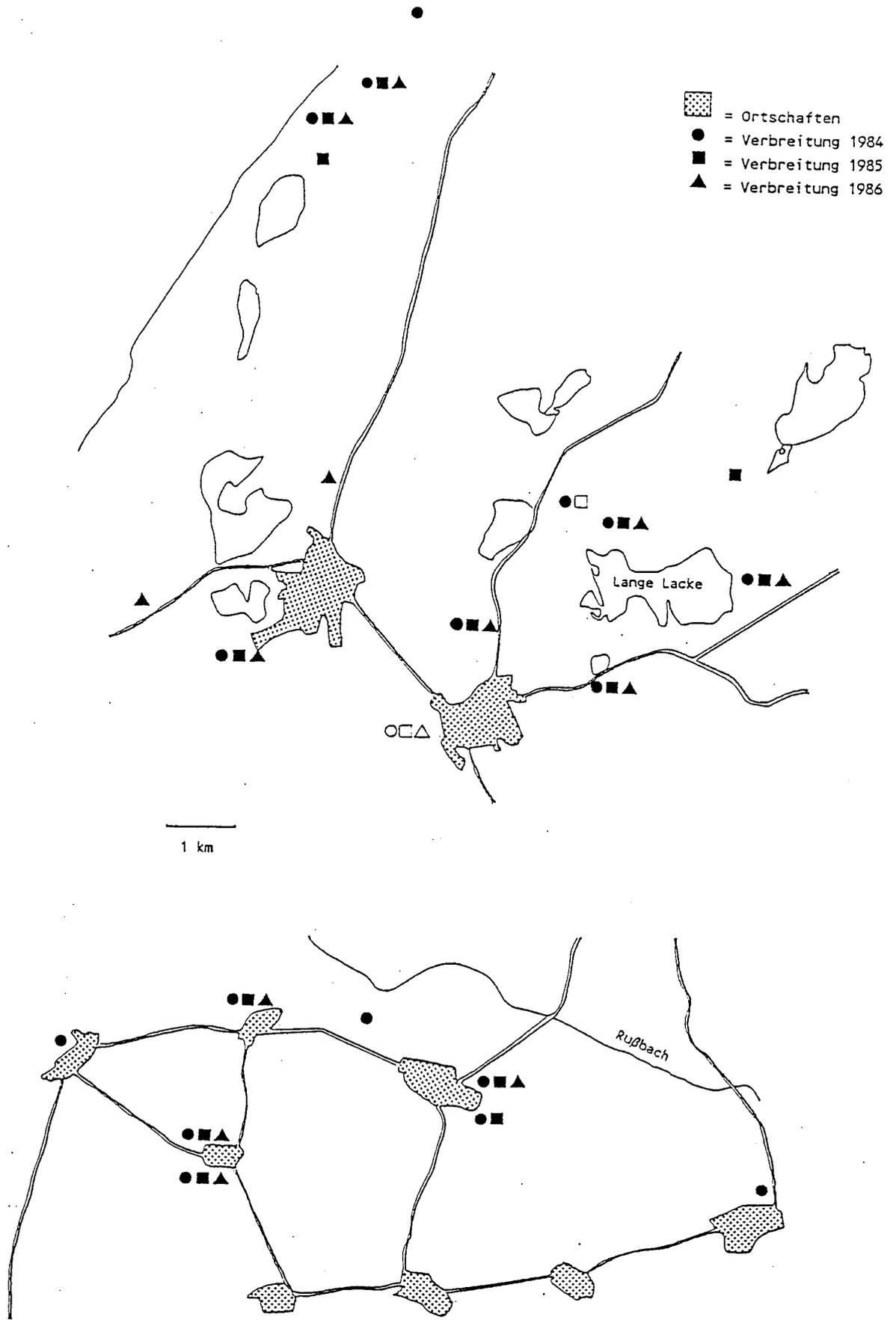


Abb. 2: Verbreitung des Steinkauzes im Seewinkel (oben) und im Marchfeld (unten).

● = nachgewiesene Brut, ○ = mögliche Brut (rufende Männchen, Gewöllfunde, Federfunde)

Im Marchfeld, wo eine niedrigere Siedlungsdichte (Tab. 2) zu finden war, konnten alle Steinkauzbruten am Rande der Ortschaften (siehe Abb. 2) aufgefunden werden. Dieses Ergebnis ist wahrscheinlich auf die fehlenden Brutmöglichkeiten auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen zurückzuführen. Der Unterschied in den Baumbeständen beruht auf den zahlreichen Windschutzstreifen, die aber als Brutplatz für den Steinkauz nicht geeignet sind. Die Gesamtanzahl an fortpflanzungsfähigen Tieren betrug im Seewinkel 58, im Marchfeld dagegen nur 34 Individuen.

### 3.3 GEWÖLLEANALYSE

Das Ergebnis der Zergliederung von Gewöllen ermöglicht einen Einblick in das Nahrungsspektrum des Kauzes. Untersuchungen aus verschiedenen Teilen Europas weisen darauf hin, daß der Steinkauz ein sehr großes Nahrungsangebot nutzen kann. Seine Hauptbeute hängt vom Biotop und den dort leicht verfügbaren Beutetieren ab.

Die Zusammenfassung des Gesamtmaterials (Tab. 7, 8, Abb. 3, 4) zeigt, daß die Nahrungszusammensetzung des Steinkauzes in Ostösterreich nicht wesentlich von den aus der Literatur bekannten Verhältnissen abweicht (Festetics 1959, Haensel u. Walther 1966, Simeonov 1968, Zerunian et al. 1982, Juillard 1985, Libois 1977, Laursen 1981, Schmitz-Scherzer u. Dorn 1984 und Popescu et al. 1986). Innerhalb der Wirbeltiere erreichen die Säugetiere im Seewinkel 94,9 % der Individuenzahl (davon 57,2 % Arvicolidae, 33,8 % Muridae und 0,8 % Lagomorpha), Vögel sind nur mit 2,6 % vertreten, und die Amphibien machen nur 2,5 % der Wirbeltiere aus (Abb. 3). Eine Ausnahme stellt ein Revier dar, wo der Anteil der Vögel 10 % erreicht. Die Amphibien, die nur durch die Knoblauchkröte vertreten sind, stellen auch im Seewinkel eine Ausnahme dar, da 17 von 35 Individuen aus demselben Steinkauzrevier stammen, wo sie dementsprechend einen höheren

Anteil (5,8 %) einnehmen. Von den bestimmten Käfern im Seewinkel (n = 287) erreichen die Carabiden 82 %, die Scarabaeidae nur 7 %, während die restlichen Käferfamilien nur 11 % ausmachen (Abb. 4).

Im Marchfeld dagegen machen die Säuger 98,6 % der Wirbeltiere aus. Der Anteil der Vögel liegt bei 1,4 % (Abb. 3). Amphibien fehlen hier völlig. Im Marchfeld erreichen die Carabiden 87 %, die Scarabaeiden 5 % und die restlichen Käferfamilien 8 % (Abb. 4).

Um diese Unterschiede besser herauszuarbeiten, wurde der Prozentanteil der Gewölle dargestellt, die eine Beutetierart enthielten (Tab. 8). Auffallend ist hier wieder, daß die Werte der Wühlmäuse (Arvicolidae) im Marchfeld um 10 % höher liegen, und daß Unterschiede bei Vögeln und Amphibien in bezug auf beide Untersuchungsgebiete zu finden waren.

Wichtige Beutetiere innerhalb der Arthropoden waren neben den bereits erwähnten Käfern noch Maulwurfsgriellen (Gryllotalpidae), Ohrwürmer (Dermaptera) sowie Tausendfüßler (Myriapoda).

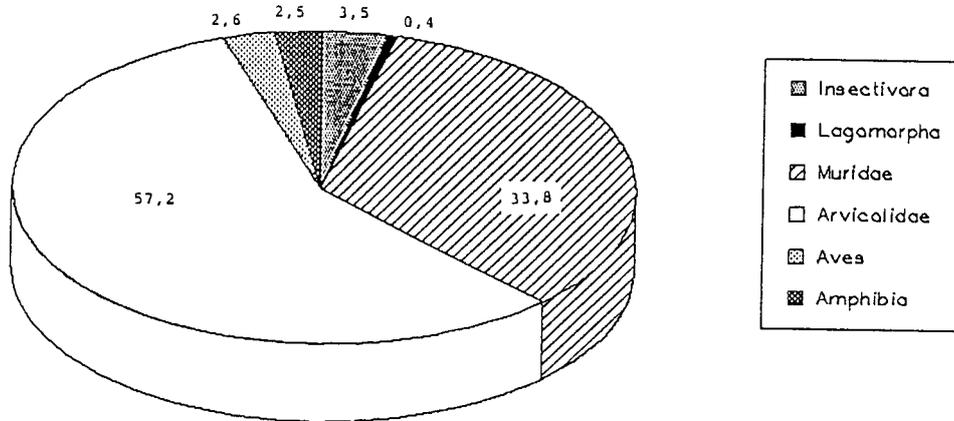
Jahreszeit	Beutetiere Anzahl	Beutetiere					
		Wirbeltiere			Wirbellose Tiere		
		Anzahl	Ind.%	Gew.%	Anzahl	Ind.%	Gew.%
Jänner + Februar	173	140	80,9	99,8	33	19,1	0,2
März	432	366	84,7	99,8	66	15,3	0,2
April	232	180	77,6	99,7	52	22,4	0,3
Mai	127	97	76,4	99,7	30	23,6	0,3
Juni	307	194	63,2	99,5	113	36,8	0,5
Juli + August	404	185	45,8	99,0	219	54,2	1,0
September	268	88	32,8	98,3	180	67,2	1,7
Oktober	126	75	59,5	99,4	51	40,5	0,6
November	64	47	73,4	99,7	17	26,6	0,3
Dezember	52	43	82,7	99,8	9	17,3	0,2
Summe	2185	1415	$\bar{x}=67,7$	-	770	$\bar{x}=32,3$	-

Tab. 4: Jahreszeitliche Veränderung des Wirbeltieranteiles in der Nahrung des Steinkauzes: Seewinkel

Jahreszeit	Beutetiere Anzahl	Beutetiere					
		Wirbeltiere			Wirbellose Tiere		
		Anzahl	Ind.%	Gew.%	Anzahl	Ind.%	Gew.%
Jänner + Februar	88	86	97,7	100,0	2	2,3	0,0
März	106	91	85,8	99,5	15	14,2	0,1
April	121	83	68,6	99,6	38	31,4	0,4
Mai	-						
Juni	42	34	81,0	99,8	8	19,0	0,2
Juli + August	-						
September	145	99	68,3	99,6	46	31,7	0,4
Oktober	134	87	64,9	99,5	47	35,1	0,5
November	-						
Dezember	-						
Summe	636	480	$\bar{x}=77,7$	-	156	$\bar{x}=22,3$	-

Tab. 5: Jahreszeitliche Veränderung des Wirbeltieranteiles in der Nahrung des Steinkauzes: Marchfeld

Prozentanteile der Wirbeltiere im  
Seewinkel



Prozentanteile der Wirbeltiere im  
Marchfeld

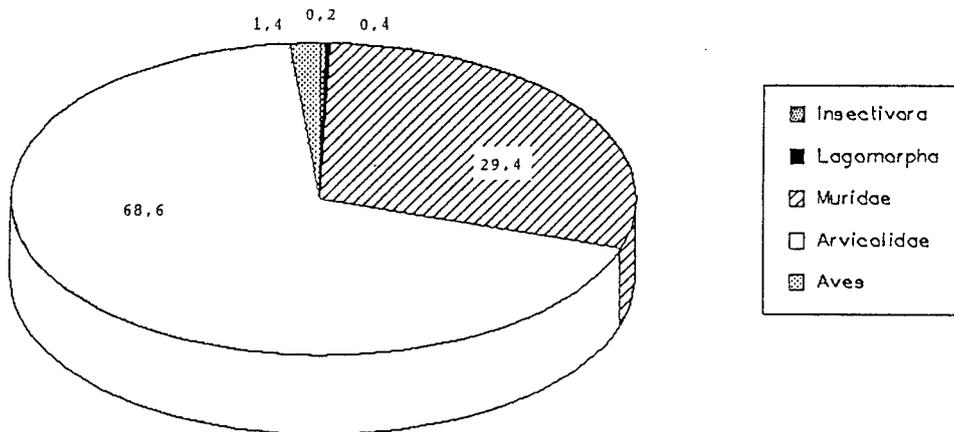
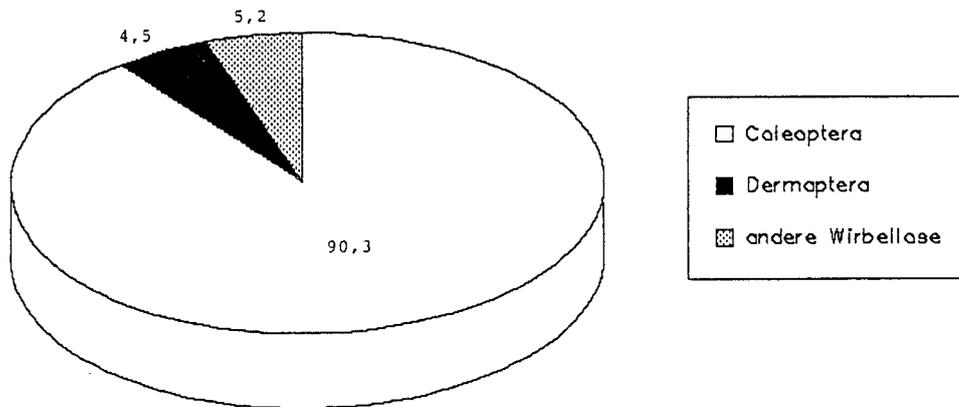


Abb. 3: Der relative Anteil der Wirbeltiere aus der Beuteliste im Seewinkel (oben) und im Marchfeld (unten). Die Werte sind in % der Individuen angegeben.

Prozentanteile der wirbellosen  
Tiere im Seewinkel



Prozentanteile der wirbellosen  
Tiere im Marchfeld

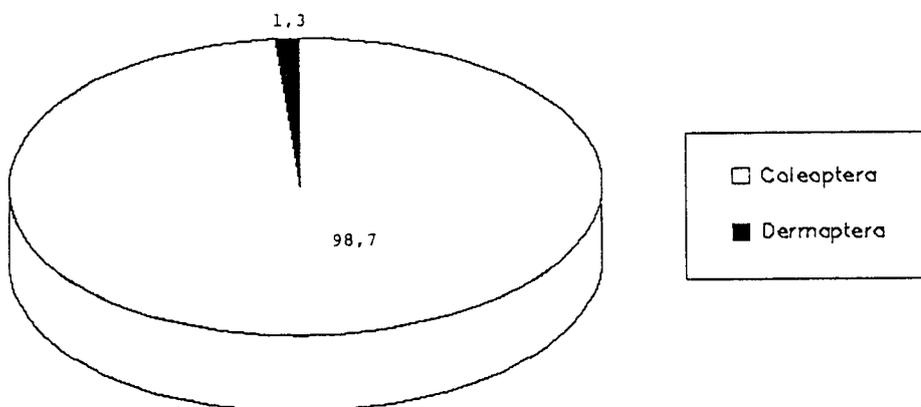


Abb. 4: Der relative Anteil der Wirbellosen aus der Beuteliste im Seewinkel (oben) und im Marchfeld (unten). Die Werte sind in % der Individuen angegeben.

### 3.3.1. SAISONALE ÄNDERUNGEN IM INHALT DER GEWÖLLE

Insekten sollen eine wichtige Nahrungskomponente vor allem im Sommer und Herbst darstellen (Popescu et al. 1986). In dieser Untersuchung aber konnten sie nur in 199 (von 810) Gewöllen nachgewiesen werden.

Der Anteil der wirbellosen Tiere erreicht in beiden Gebieten im Herbst den höchsten Wert (Seewinkel: 67,2 % im September, Marchfeld: 35 % Individuum im Oktober). Im Seewinkel (Tab. 4, Abb. 5a) läßt sich ein Anstieg der Wirbellosen im Winter (von 19 %) über das Jahr bis September (67,2 %) beobachten. Ab November geht der Anteil der Wirbellosen stark zurück.

Im Marchfeld (Tab. 5, Abb. 5b) kam es im April zu einem sehr starken Anstieg (31,4 %). Im Sommer wurden deutlich weniger (19 %) Wirbellose im Gewölle gefunden. Im Herbst erfolgte wieder eine Zunahme auf 35,1 %.

Im Gegensatz zu den Individuenzahlen erreichten die Insekten gewichtsmäßig nie den 2 % Anteil (Tab. 4 und 5). Diese Ergebnisse sind sowohl in Zusammenhang mit der Verfügbarkeit als auch dem zeitlichen Jagdaufwand bei Insekten, entsprechend dem Modell der optimalen Nahrungssuche, zu interpretieren (rev. in Morse 1980, Krebs & McCleery 1986).

### 3.3.2 ÄUSSERE ABMESSUNGEN DER GEWÖLLE

Die Gewölle des Steinkauzes können in der Größe sehr stark variieren, sind meist grau und wollig, an einem Ende abgestumpft und am anderen Ende spitz. Die Außenmaße sind sehr variabel, wovon sie abhängen ist nicht geklärt. Es gibt Hinweise dafür, daß gerade Jungkäuse besonders große Gewölle produzieren (rev. in Mikkola 1983). Aber auch das Nahrungsspektrum dürfte eine wichtige Rolle spielen.

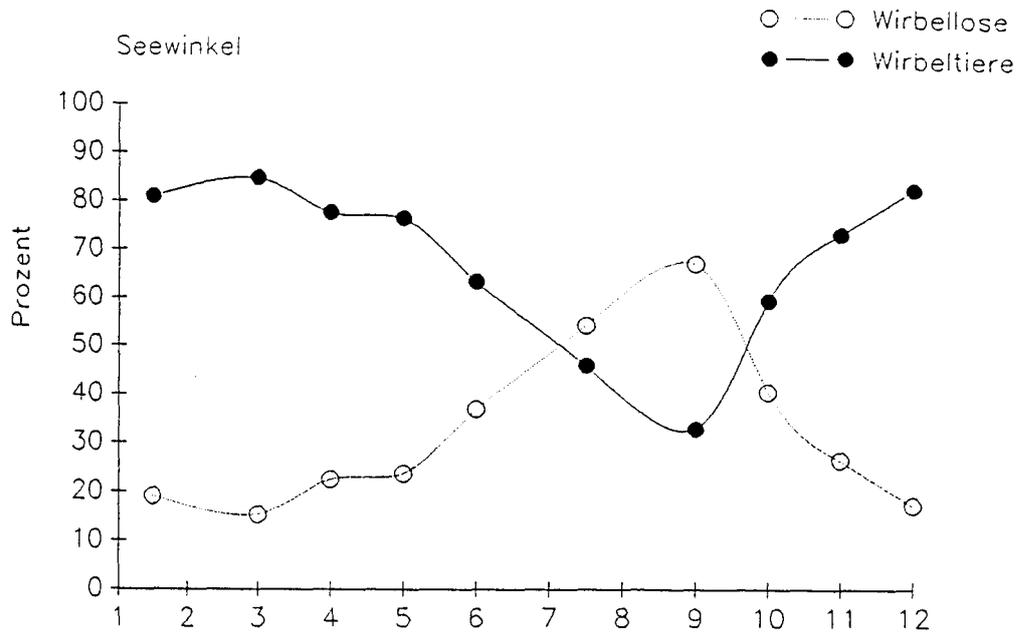


Abb. 5 a: Seewinkel: Jahreszeitliche Veränderung im prozentuellen Anteil der Wirbeltiere und Wirbellosen in den Gewöllen.

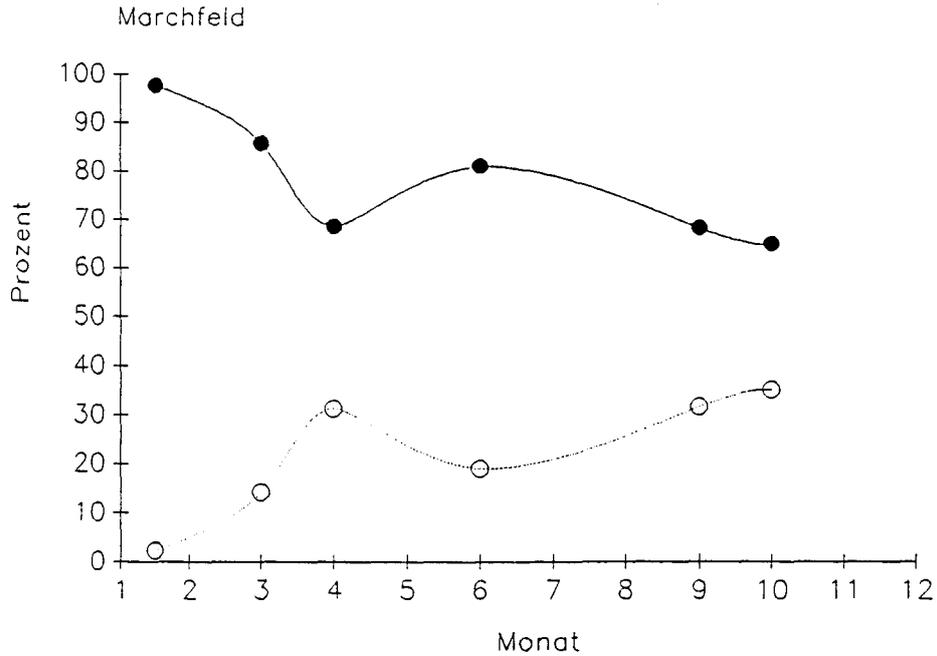


Abb. 5 b: Marchfeld: Jahreszeitliche Veränderung im prozentuellen Anteil der Wirbeltiere und Wirbellosen in den Gewöllen.

Libois (1977) errechnete für die von ihm untersuchten Steinkaugwölle einen Mittelwert von 30,2 mm in der Länge und 13,0 mm im Durchmesser. Nach Schmitz-Scherzer und Dorn (1984) hatten 28 Steinkaugwölle eine Länge zwischen 22 und 50 mm ( $m = 31.7$ ) und einen Durchmesser zwischen 13 und 24 mm ( $m = 16.9$ ).

	n	m.	SD	min.	max.
Länge (mm)	622	31.2	7.5	12.0	59.0
Durchmesser (mm)	622	14.2	3.4	8.0	27.0
Volumen cm <sup>3</sup> Seewinkel	433	5.03	2.91	0.9	20.1
Volumen cm <sup>3</sup> Marchfeld	165	5.91	2.3	1.8	14.5

Tab. 6: Maße der Wölle

Bei einem Vergleich der beiden Gebiete mittels eines Kruskal-Wallis-Tests konnten signifikante Unterschiede im Volumen ( $p > 0,01$ ) festgestellt werden. Dieser Unterschied läßt sich durch den höheren Anteil an kleineren Wöllen im Seewinkel erklären. Diese Tendenz ist wahrscheinlich auf das unterschiedliche Nahrungsspektrum wie z. B. den höheren Anteil an Insekten zurückzuführen.

97,4 % der von mir untersuchten Wölle hatten einen Durchmesser zwischen 8 und 21 mm und eine Länge zwischen 14 und 45 mm. (Tab. 6, Abb. 6).

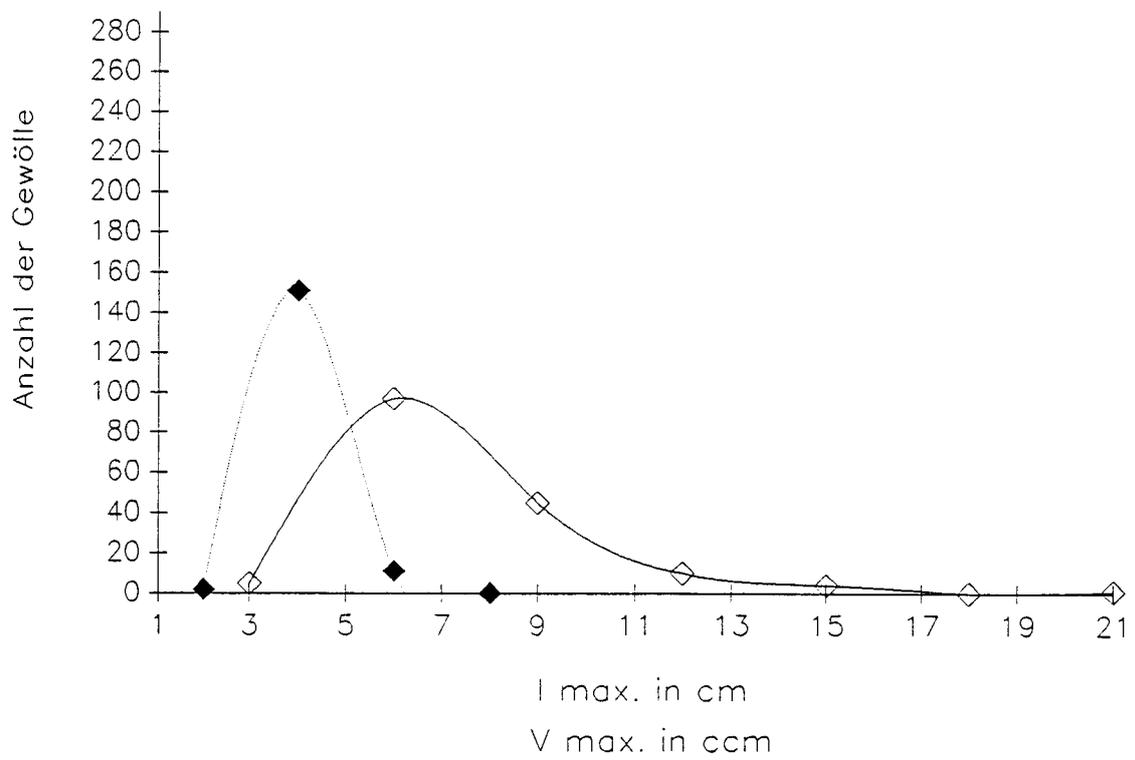
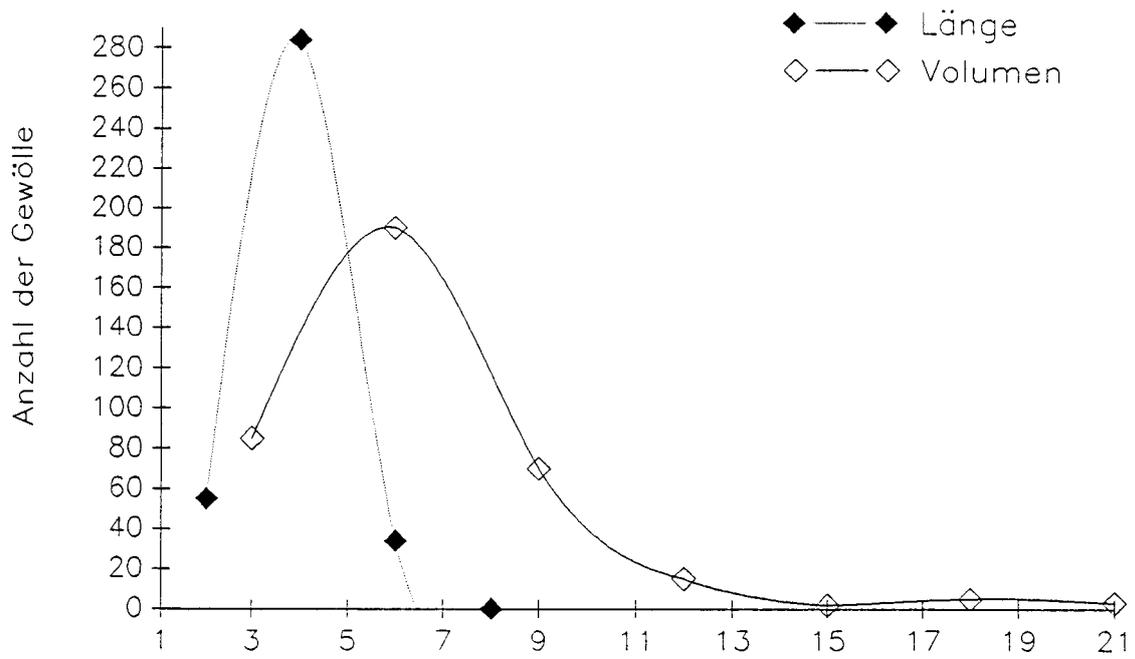


Abb. 6: Länge und Volumen der Gewölle im Seewinkel (oben) und im Marchfeld (unten).

### 3.3.3 SAISONALE ÄNDERUNGEN IN DEN GEWÖLLEGRÖSSEN

In beiden Untersuchungsgebieten waren im Frühjahr und Herbst Gewölle zu finden, deren Volumen  $\geq 9$  ccm betrug (Abb. 7). Dieses Ergebnis stimmt mit Erkinaro (1973a) überein, der bei Rauhußkauz und Sumpfohreule ähnliche Änderungen in der Gewöllegröße im Frühjahr und Herbst festgestellt hat.

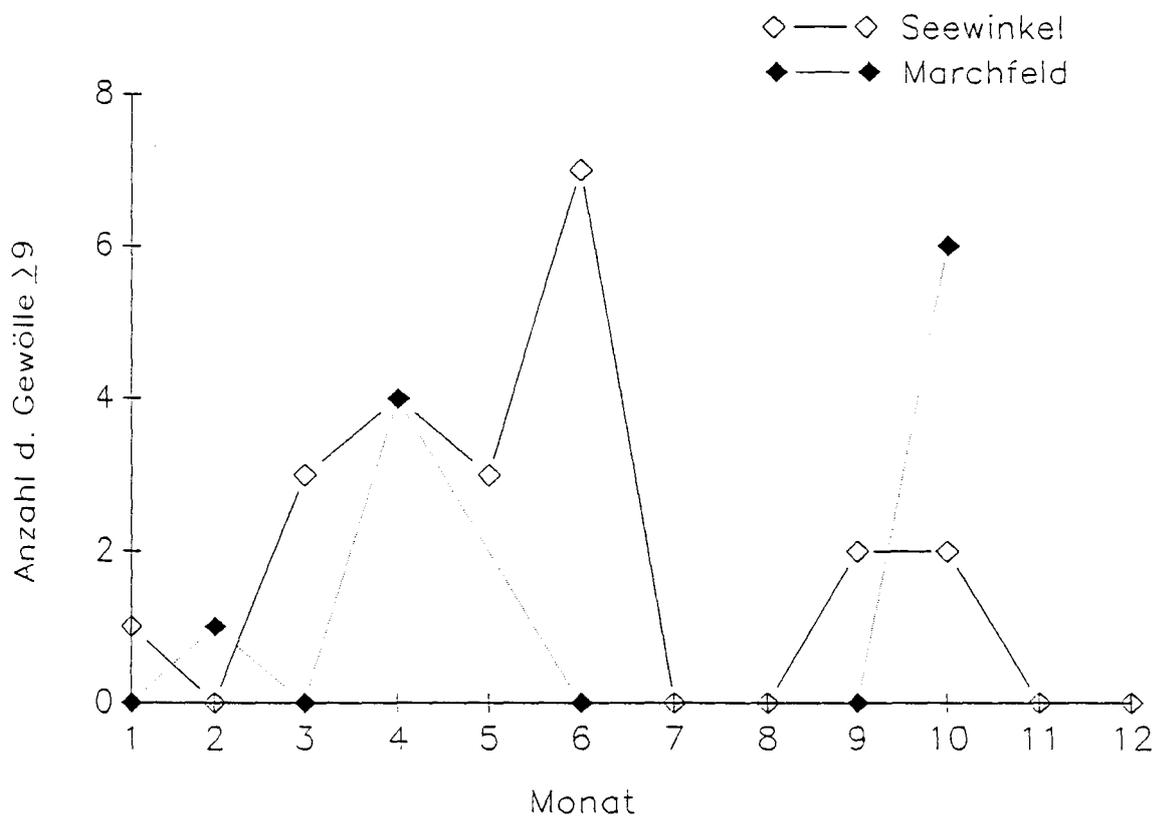


Abb. 7: Anzahl der Gewölle pro Monat mit einem Volumen von  $\geq 9$  cm<sup>3</sup> in den beiden Untersuchungsgebieten.

Tab. 7: GESAMTE BEUTELISTE mit Anzahl der Individuen, Durchschnitts- und Gesamtgewicht. Nach Korpimäki (1988) wurde das Gewicht der Wirbellosen mit 0,2 g/Ind. berechnet.

	Seewinkel		Marchfeld		
	Gew.	Ex	Gew.	Ex	
<b>Mammalia</b>					
Talpidae					
Talpa europaea	90	3	270	1	90
Soricidae					
Sorex araneus	10	12	120		
Sorex minutus	4	4	16		
Sorex sp.	7	2	14		
Neomys fodiens	16	1	16		
Crocidura leucodon	10	4	40		
Crocidura suaveolens	5	3	15	1	5
Soricidae indet.	8	20	160		
Summe		46		1	
Leporidae indet.	120	5	600	1	120
Muridae					
Micromys minutus	8	15	120		
Apodemus sylvaticus	20	306	6120	90	1800
Apodemus microps	15	2	30	2	30
Mus musculus	20	3	60	5	100
Muridae indet.	20	153	3060	40	800
Summe		479		137	
Arvicolidae					
Clethrionomys glareolus	20	1	20		
Microtus arvalis	25	540	13500	232	5800
Microtus oeconomus	50	13	650		
Microtus subterraneus	18	7	126		
Arvicolidae indet.	20	249	4980	94	1880
Summe		810		326	
Summe Mammalia		1343		466	
<b>Aves</b>					
Turdidae					
Turdus merula	102	1	102		
Passeridae					
Passer montanus	24	3	72	1	24
Passeridae indet.	24	4	96	2	48
Alaudidae					
Alauda arvensis	34	3	102		
Fringillidae					
Carduelis carduelis	16	1	16		
Carduelis cannabina	18	4	72		
Hirundinidae					
Delichon urbica	19	1	19		
Sturnidae					
Sturnus vulgaris	77	2	154		
Laniidae					
Lanius collurio	32	1	32		
Columbidae indet. juv.	217	1	217		
Strigidae					
Athene noctua juv.	120	1	120		
Motacillidae					
Motacilla alba	20	1	20		
Scolopacidae					
Actitis hypoleucos	47	1	47		
Aves indet.	68	13	884	3	204
Summe Aves		37		6	
<b>Amphibia</b>					
Anura					
Pelobates fuscus	25	29	725		
Anura indet.	25	6	150		
Summe Amphibia		35			

Gasteropoda		
<i>Helicella obvia</i>	1	
Gasteropoda indet.	1	
Annelida		
Lumbricidae		
<i>Lumbricus</i> sp.	4	
Myriapoda		
Julidae indet.	23	
Insecta		
Ensifera		
<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>	11	
Dermaptera		
<i>Forficula auricularia</i>	25	2
<i>Chelidurella acanthopygia</i>	10	
Coleoptera		
Carabidae		
<i>Abax</i> spec.	1	
<i>Amara aenea</i>	1	
<i>Anisodactylus signatus</i>	4	1
<i>Pterostichus melanarius</i>	137	5
<i>Pterostichus niger</i>	2	
Pterostichinae indet.		3
<i>Poecilus sericeus</i>		1
<i>Brosicus cephalotes</i>	5	1
<i>Harpalus rufipes</i>	1	1
<i>Harpalus aeneus</i>	2	1
<i>Harpalus distiguendus</i>	2	
<i>Harpalus</i> sp.	3	
<i>Zabrus tenebrionides</i>	65	51
<i>Carabus cancellatus</i>	1	
<i>Carabus scheidleri</i>		1
<i>Carabus violaceus</i>	8	
Carabidae indet.	2	
Dytiscidae		
<i>Dytiscus</i> o. <i>Cybister</i>	1	
<i>Dytiscus marginalis</i>	1	
Elateridae		
<i>Adelocera</i> sp.	1	
Curculionidae		
<i>Bothynoderes punctiventris</i>	1	
<i>Otiorhynchus</i> spec.	1	
Curculionidae indet.	1	1
Lucanidae		
<i>Lucanus cervus</i>		1
<i>Dorcus parallelipedus</i>		2
Scarabaeidae		
<i>Onthophagus</i> sp.	1	
<i>Trox perlatus</i>		1
<i>Melolontha melolontha</i>	1	1
<i>Copris lunaris</i>	2	
<i>Geotrupes vernalis</i>	6	
<i>Geotrupes spiniger</i>	4	
<i>Geotrupes</i> sp.	2	1
<i>Potosia cuprea</i>	1	1
<i>Potosia</i> sp.	2	
Scarabaeidae indet.	2	
Histeridae		
<i>Hister bipustulatus</i>	2	
Hydrophilidae		
<i>Hydrous piceus</i>	4	
Tenebrionidae		
<i>Tenebrio molitor</i>	1	
<i>Stenomax aeneus</i>		1
Silphidae		
<i>Silpha carinata</i>		1
<i>Ablattaria laevigata</i>	1	
<i>Necrophorus</i> sp.	6	
<i>Thanatophilus rugosus</i>	2	
<i>Thanatophilus</i> sp.	1	
Staphilinidae		
<i>Ocypus</i> sp.(adult + Larven)	7	
Staphilinidae indet.	1	
Cerambycidae		
<i>Dorcadion aethiops</i>	1	
Coleoptera indet.	408	79
Summe Coleoptera	695	154
Summe Wirbellose Tiere	770	156

Tab. 8: BEUTELISTE - Prozentanteil der Gewölle mit den angegebenen Beutetierarten;  
Seewinkel: 626 Gewölle, Marchfeld: 184 Gewölle.

	Seewinkel		Marchfeld	
	Ex	%	Ex	%
<b>Mammalia</b>				
Talpidae				
<i>Talpa europaea</i>	2	0.17	1	0.25
Soricidae				
<i>Sorex araneus</i>	9	0.75		
<i>Sorex minutus</i>	2	0.17		
<i>Sorex sp.</i>	1	0.08		
<i>Crocidura leucodon</i>	4	0.34		
<i>Crocidura suaveolens</i>			1	0.25
Soricidae indet.	16	1.34		
Summe		2.68		0.25
<hr/>				
Leporidae indet.	5	0.42		
<hr/>				
Muridae				
<i>Micromys minutus</i>	12	1.01		
<i>Apodemus sylvaticus</i>	231	19.36	69	17.47
<i>Apodemus microps</i>	1	0.08	1	0.25
<i>Mus musculus</i>	2	0.17	5	1.27
Muridae indet.	153	12.82	40	10.13
Summe		33.44		29.11
<hr/>				
Arvicolidae				
<i>Clethrionomys glareolus</i>	1	0.08		
<i>Microtus arvalis</i>	448	37.56	179	45.32
<i>Microtus oeconomus</i>	13	1.09		
<i>Microtus subterraneus</i>	5	0.42		
Arvicolidae indet.	237	19.87	94	23.80
Summe		59.01		69.11
<hr/>				
<b>Aves</b>				
Muscicapidae				
<i>Turdus merula</i>	1	0.08		
Muscicapidae indet.	2	0.17		
Passeridae				
<i>Passer montanus</i>	2	0.17	1	0.25
Passeridae indet.	2	0.17	2	0.51
Fringillidae				
<i>Carduelis cannabina</i>	4	0.34		
Alaudidae				
<i>Alauda arvensis</i>	2	0.17		
Sturnidae				
<i>Sturnus vulgaris</i>	1	0.08		
Columbidae indet. juv.				
Columbidae indet. juv.	1	0.08		
Strigidae				
<i>Athene noctua juv.</i>	1	0.08		
Motacillidae				
<i>Motacilla alba</i>	1	0.08		
Aves indet.	10	0.84	2	0.51
Summe Aves	27	2.26	5	
<hr/>				
<b>Amphibia</b>				
Anura				
<i>Pelobates fuscus</i>	19	1.59		
Anura indet.	5	0.42		
Summe Amphibia	24	2.01		

### 3.4 AKTIVITÄT

Neben Faktoren wie Habitatstruktur, Beuteangebot und Brutplatzangebot beeinflussen auch noch andere, innere Faktoren die Nahrungsökologie. Das bekannteste Beispiel ist die Steuerung von Aktivitätsphasen, die tages- und jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen. Nach Exo (1987, 1989) scheinen beim Steinkauz die Jahresmaxima der lokomotorischen Aktivität im März/April, Juli und Oktober aufzutreten. Ähnliche saisonale Unterschiede in der Dauer der Tages- und Nachtaktivität sind neben dem Steinkauz (Exo 1989) auch bei Waldkauz, Rauhfußkauz, und Sumpfohreule (Erkinaro 1972, 1973b) z. T. schon untersucht worden. Aber auch einzelne Aktivitätsformen während eines Tagesganges wie Fütterungsraten wurden bereits von verschiedenen Autoren untersucht (Haverschmidt 1946, Korpimäki 1981, Mikkola 1983, Juillard 1985).

Laboruntersuchungen bei Streifenkäuzen, Rauhfußkäuzen und Sumpfohreulen haben ergeben, daß die Gewöllebildung und -größe nicht von der Anzahl der gefressenen Beutetiere abhängt (Sensenig 1945, Erkinaro 1973 a + b), sondern möglicherweise von den saisonalen Änderungen der Tagesaktivität beeinflusst wird (Erkinaro 1973 a).

Vergleicht man die jahreszeitlichen Aktivitätsmaxima in der Literatur (siehe oben) mit dem maximalen Gewöllevolumen der hiesigen Daten, so findet man im Marchfeld wie auch im Seewinkel eine saisonale Übereinstimmung zwischen Volumen und Aktivität (Abb. 7 und 8).

Die tageszeitliche Verteilung der Aktivität ist in Abb. 8 dargestellt. Ein Vergleich dieser tageszeitlichen Aktivität von Juli, August und September zeigt jeweils eine unimodale Verteilung. Die Aktivitätsphase im Juli betrug 7, im August 18 und im September zw. 15 - 19 Stunden täglich. Die Resultate zeigen eine deutliche Aktivitätszunahme von Juli bis August und anschließend eine gleichbleibend hohe Aktivität in den September hinein, was wieder auf die in

Zusammenhang stehende Beziehung zwischen Aktivität und Gewöllevolumen hinweist.

Das Aktivitätsmuster könnte aber zusätzlich von tageszeitlichen Änderungen der Beuteverfügbarkeit abhängen. Allerdings hat Exo (1987) in der von ihm durchgeführten Versuchsreihe keine deutliche Beziehung feststellen können. Seiner Meinung nach war aber "auf Grund der geringen Versuchsanzahl eine abschließende Beurteilung nicht möglich". Nimmt man Abb. 5 aus der vorliegenden Arbeit zum Vergleich, so läßt sich zumindest von den Seewinkeldaten vermuten, daß ein Anstieg des Insektenanteils in den Gewöllen mit einer Aktivitätszunahme gekoppelt ist. Im Marchfeld sind diese Daten aber nicht vollständig genug, um eine abschließende Aussage machen zu können.

Zusammenfassend läßt sich eine Beziehung zwischen der Änderung der Aktivitätsmuster und der veränderten Zusammensetzung der Beute vermuten; der unmittelbare Einfluß der Photoperiode kann aber nicht ausgeschlossen werden.

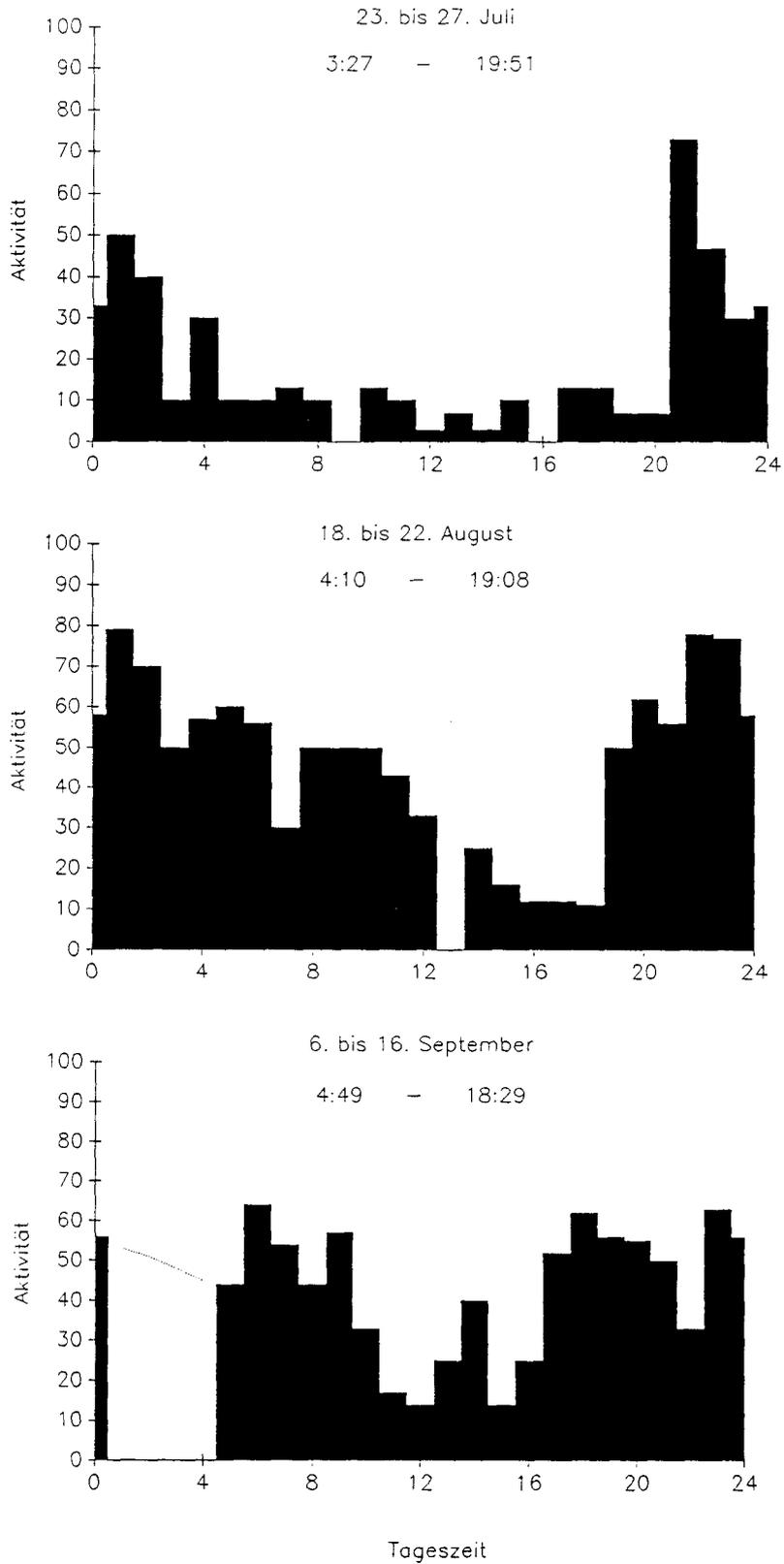


Abb. 8: Aktivität eines Steinkauzmännchens für einen Zeitraum von 5 - 10 Tagen in den Monaten Juli, August und September. 10-minütige Intervalle wurden ausgewertet. Eine 50 %ige Aktivitätsaufzeichnung pro Intervall wurde als Aktivität bezeichnet. Die Linie im September weist auf fehlende Werte hin. Die mittlere bürgerliche Dämmerung (BD) der jeweiligen Zeiträume ist angegeben.

#### 4. EINLEITUNG DES EXPERIMENTELLEN TEILES

Aus dem ersten Teil der Arbeit geht hervor, daß Steinkäuze sowohl unterschiedliche Habitate nutzen und unterschiedliche Nahrungsspektren in unterschiedlichen Habitaten haben, wobei auch jahreszeitliche Schwankungen erkennbar sind. Diese Unterschiede spielen möglicherweise eine große Rolle im Verhalten der einzelnen Tiere.

Nahrungsökologische Unterschiede zwischen Populationen sind auch von anderen Greifvogel- und Eulenarten schon lange bekannt (rev. in Mikkola 1983, Cramp et al. 1980 und 1985). Oft weiß man aber nicht, welche inneren Faktoren (wie z.B. angeborene oder erlernte Präferenzen) und welche äußeren Faktoren (wie z. B. Nahrungs-, Nistplatzangebot oder Feinddruck) die Nahrungs- und Habitatwahl beeinflussen und welchen Vorteil die Wahl eines bestimmten Nahrungstypes bzw. Habitattypes hat. Manche dieser Aspekte sind jedoch von einigen Autoren bereits untersucht worden. Z. B. bevorzugen unerfahrene Rohrsänger und Meisen im Experiment hinsichtlich ihres Habitats angeborene artspezifische Strukturen, (Ley & Leisler 1988, Partridge 1974). Auch Daten aus dem Freiland zeigen bei Halsbandschnäppern und Teichrohrsängern ähnliche Ergebnisse (Löhrl 1959, Catchpole 1974). Zusätzlich wird vermutet, daß noch morphologische Anpassungen eine Rolle bei der Habitatwahl spielen können (Leisler & Winkler 1985, Winkler & Leisler 1985, Leisler et al. 1987). Andererseits wurde bei Stieglitz und Hänfling gezeigt, daß Jungvögel auch auf ein Habitat geprägt sein können (Glück 1984, Glück & Gassmann 1990).

Die Beutewahl wird in erster Linie von Faktoren wie Auffälligkeit des Beutetieres, Beutedichte (Abundanz) oder Verfügbarkeit (rev. in Curio 1976, Morse 1980, Mikkola 1983, Janes 1985) bestimmt. Unabhängig von diesen äußeren Faktoren können auch innere Faktoren (wie z. B. angeborenes oder gelerntes Beuteerkennen) zu einer Nahrungsspezialisierung führen. Diese Faktoren werden öfter in Verbindung mit der Entstehung von Beutewahl gebracht. Die Beutewahl kann daher

von verschiedenen Kriterien beeinflusst werden, z. B. von angeborenen Präferenzen und Lernvorgängen, die vom Alter der Versuchstiere und deren Erfahrungen mit einem bestimmten Beutetiertyp und seinen spezifischen Eigenheiten (z. B. bestimmte Formmerkmale oder bestimmte Bewegungsformen) abhängig sind. Hinsichtlich früher Lernvorgänge und Prägung weist Rabinowitch (1968) z. B. darauf hin, daß juvenile Möwen bei mangelnder Beuteerfahrung im Jugendstadium bereits bekannte Beutemerkmale deutlich bevorzugen. Auch bei Wachteln gibt es in Abhängigkeit vom Aufzuchtfutter einen signifikanten Unterschied in der späteren Nahrungspräferenz (Spano et al. 1986).

Bei Krähen dagegen können Lernvorgänge später im Leben eine große Rolle bei der Nahrungssuche spielen (Zach 1979). Dieses Ergebnis spricht für einen hohen gelernten Anteil der Beutewahl. Freilandstudien haben gezeigt, daß populationspezifische Lernvorgänge zu einer Nahrungsspezialisierung führen können (rev. in Cramp et al. 1980 Greifvögel und rev. in Cramp et al. 1985 Eulen). Diese möglichen Zusammenhänge zwischen Beutewahl und inneren und äußeren Faktoren hat mich veranlaßt, die Nahrungswahl des Steinkauzes auch unter Laborbedingungen zu untersuchen. Mit einer Reihe von Experimenten habe ich versucht, die Auswirkung von Beutemerkmale auf die Entwicklung von Nahrungspräferenz und Nahrungsspezialisierung zu erfassen. Das Ziel dieser Untersuchung war, Information über die Mechanismen der Entstehung von Beutewahl zu gewinnen um Rückschlüsse auf den Grund der im Freiland vorhandenen Unterschiede im Nahrungsspektrum zu ziehen.

Der erste Versuchsabschnitt beschäftigt sich mit der Fragestellung, ob die Bevorzugung bestimmter Beutemerkmale beim Steinkauz im allgemeinen angeboren ist oder gelernt wird. Die Käuze wurden hinsichtlich ihrer Reaktion auf äußere Merkmale natürlich vorkommender Beute, wie Form und Oberflächenbeschaffenheit (Konsistenz), sowie hinsichtlich ihrer Reaktion auf akustische Reize von Beutetieren untersucht.

■ Versuche mit Attrappen:

- Einfluß der Beuteform (Versuchsreihe 1)
- Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit (Versuchsreihe 2)
- Vergleich zwischen der Bedeutung der Beuteform und der Oberflächenbeschaffenheit (Versuchsreihe 3)

Der zweite Versuchsabschnitt behandelt den Fragenkomplex, ob es durch Prägung zu einer Ausbildung von Nahrungsspezialisierung kommen kann, wenn bestimmte Beutemerkmale während der Ontogenie gelernt werden. Die Voraussetzung für aufschlußreiche Ergebnisse aus diesen Versuchen ist, daß das Versuchstier nach einer vorangegangenen Prägungsphase einen Wahlversuch zwischen bekannten und unbekanntem Beutemerkmale vornimmt. Der Begriff Prägung wird im Sinn der allgemeinen Definition von Lorenz (1935), aber erneuert von Bateson (1966) angewendet. Nach der Arbeit von Ille (1983) setzt eine vollständige Beutefanghandlung ab dem 47. Tag ein. An Hand dieser Information wurde in der vorliegenden Arbeit die mögliche Prägungsphase mit dem 50. Tag als abgeschlossen betrachtet. Durch die Tot-Lebend-Versuche (Versuchsreihe 5) und die Farbversuche (Versuchsreihe 6) habe ich die Wirkung von Beutebewegung und die Bedeutung einer möglichen Prägungsphase auf die Beutefarbe untersucht. Zusätzlich zu den Farbversuchen wurden als Kontrolle Kontrastversuche durchgeführt, um die Wirkung des Kontrasts zum Untergrund zu untersuchen. Die Auffälligkeit eines Beutetieres bzw. dessen Kontrast zum Untergrund wurde durch experimentelle Ansätze als wichtiger Faktor für die Beutewahl von verschiedenen Autoren nachgewiesen (Kaufman 1974 a und b, Mueller 1971, 1975)

■ Versuche mit bekannter Beuteform (Maus):

- Einfluß von akustischen Beutemerkmale  
(Versuchsreihe 4)
- Wahlversuch zwischen toter und lebender Beute  
(Versuchsreihe 5)
- Farbversuche zwischen schwarzen und weißen Mäusen mit  
zusätzlicher Kontrolle der Auffälligkeit des Beutetieres.  
(Versuchsreihe 6)

Im dritten Versuchsabschnitt werden unterschiedliche nahrungsökologische Bedingungen, die im Freiland vorkommen könnten, in Hinsicht auf den Unterschied zwischen bereits bekannten und natürlich vorkommenden, jedoch unbekanntem Beutetypen untersucht.

■ Versuche mit unbekanntem Beuteformen:

- Wahlversuch zwischen bekannter und unbekannter Beute  
(Versuchsreihe 7)

Mit diesen Versuchen sollte die mögliche Beziehung zwischen Ontogenie, Beutewahl und der Entstehung von Nahrungsspezialisten in verschiedenen Habitaten geprüft werden.

## 5. MATERIAL UND METHODE

Für die Experimente standen 20 juvenile und 4 adulte Steinkäuze zur Verfügung. Die juvenilen Steinkäuze wurden in Innenvolieren beutenaiv aufgezogen, d. h. ohne die später im Versuch verwendeten Beuteformen, um ein Wiedererkennen zu vermeiden. Die Tiere wurden mit Mäusestücken von schwarzen bzw. weißen Labormäusen gefüttert. Bei der Aufzucht wurden durch Abdecken der Volieren optische und akustische Erfahrungen mit Beutetieren auf ein Minimum reduziert. Ungeplante Erfahrungen mit Beutetieren waren daher soweit wie möglich ausgeschlossen. Die zwei Versuchsgruppen und die Kontrollgruppe wurden in Volieren mit 240 x 220 x 180 cm in einem Raum gehalten.

Die Experimente wurden in einem Raum mit 400 x 700 x 270 cm unter konstanten Bedingungen (200 Lux, 20 Grad C.) durchgeführt. Im Versuchskäfig hatten die Steinkäuze Sitzwarten und Versteckmöglichkeiten zur Verfügung. Die Tiere wurden nach zwei Tagen Eingewöhnungszeit und Nahrungsdeprivation einzeln getestet. Als Beutetiere wurden Labormäuse (3 - 10 cm Körperlänge), juvenile Wachteln (8 - 10 cm) oder Heimchen (3 cm) dargeboten. Die Beutedarbietungen erfolgten auf einer Tischplatte in der Mitte des Versuchskäfigs.

Bei der Untersuchung wurden folgende Versuchsbedingungen variiert: Alter der Versuchstiere bei Erstdarbietung lebender Beutetiere, Oberflächenbeschaffenheit und Form der möglichen Beutetiere sowie Auffälligkeit und Bekanntheitsgrad der Beutetiere.

Als Richtlinien für Altersunterschiede wurden die Arbeiten von Haverschmidt (1946) und Ille (1983) herangezogen. Nach Ille (1983) umfaßt dieser Reifeprozeß mehrere Stadien. So setzt z. B. die erste vollständige Beutefanghandlung zwischen dem 47. und 77. Tag ein. Ab dem 62. - 77. Tag tritt kein ambivalentes Verhalten (Konfliktverhalten) gegenüber Beutetieren mehr auf.

Die Steinkäuze in dieser Untersuchung wurden in vier Altersgruppen eingeteilt:

Altersgruppe 1: 50 - 90 Tage (AG 1)

Altersgruppe 2: 91 - 160 Tage (AG 2)

Altersgruppe 3: 161 - 234 Tage (AG 3)

Altersgruppe 4: einjährig u. älter. (AG 4)

AG 1 beinhaltet Tiere, die die Entwicklung der Beutefanghandlung gerade abschließen. AG 4 beinhaltet fortpflanzungsreife Adulttiere. Die Tiere, die in der Zeit zwischen vollständig abgeschlossener Beutefanghandlung und Geschlechtsreife liegen, wurden noch zusätzlich in AG 2 und 3 geteilt. Die Steinkäuze der Altersgruppen 1, 2 und 3 waren beutenaiv, jene der Altersgruppe 4 hatten Beuteerfahrung. Jede Versuchsreihe bestand aus 5 Versuchen. Eine Berührung des Beuteobjektes wurde als Reaktion gewertet.

Die Experimente wurden mit einem VHS-Videosystem (Kamera Newvicon WV 1850E mit Weitwinkelobjektiv CF 12.5A-SNDP, Recorder SABA VR 6038 Hifi, 14" Monitor WV 5410) aufgezeichnet und anschließend ausgewertet.

## 6. ERGEBNISSE

### 6.1. ATTRAPPENVERSUCHE

Mit den Attrappenversuchen sollte herausgefunden werden, welche taktilen und visuellen Merkmale ein Objekt haben kann, um für den Steinkauz als Beute in Frage zu kommen und eine Beuteerwerbshandlung auszulösen.

In dieser Untersuchung wurde überprüft, ob beim Steinkauz die Reaktion auf Habitusmerkmale an Beutetieren angeboren ist, was interessant wäre, da der Steinkauz für sein breites Nahrungsspektrum bekannt ist.

Um die Rolle der Beutetierform festzustellen, d. h. welche äußeren Merkmale eine Reaktion auslösen, wurde die erste Versuchsreihe (Formversuche) mit Attrappen durchgeführt, die in der Oberflächenbeschaffenheit einer Maus vergleichbar waren und deren Ähnlichkeit mit der Form einer Maus von Versuch zu Versuch gesteigert wurde (zuerst Würfel, dann Kugel, Quader, Zylinder und tote Maus).

In einer zweiten Versuchsreihe wurde die Mausform der Attrappen beibehalten, jedoch ihre Oberflächenbeschaffenheit variiert (Konsistenzversuche). Auch hier wurde die Ähnlichkeit mit einer natürlichen Maus schrittweise gesteigert (Hartplastik, Weichplastik, Stoff, Fell und echte Maus).

Um eine reaktionsspezifische Ermüdung zu vermeiden, wurde in Versuchsreihe 1 und 2 jeweils nur die erste Reaktion auf eine Attrappe berücksichtigt.

Bei Versuchsreihe 3 wurde der Mittelwert aller 5 Reaktionen gewertet. Die Darbietungsdauer betrug 30 min. (bei Nichtreaktion), zwischen den Darbietungen erfolgte eine 30-minütige Pause. Die Individuenzahlen in den Altersgruppen waren folgende: AG 1:  $n = 9$ , AG 2:  $n = 6$ , AG 3:  $n = 5$ , AG 4:  $n = 4$

Die Reaktionsbereitschaft der verschiedenen Altersgruppen ist in Tab. 9 zu sehen. Sie ist vom Alter abhängig, da eine signifikante Zunahme mit dem Alter in beiden Versuchsreihen zu finden war (Kruskal-Wallis:  $p < 0.01$ ).

Altersgruppe	n	Anzahl d. Reaktionen						durchschnittl. Anzahl der Reaktionen pro Steinkäuz
		0	1	2	3	4	5	
1	9	7	6	4	1	0	0	0.9
2	6	2	3	6	1	0	0	1.5
3	5	2	5	0	2	1	0	1.5
4	4	0	1	3	2	2	0	2.6

Tab. 9: Reaktionsbereitschaft der Form- und Konsistenzreihe. Angegeben ist die Anzahl der Individuen die eine bestimmte Anzahl an Reaktionen gezeigt haben.

#### 6.1.1 EINFLUSS DER BEUTEFORM

Die Steinkäuze der Altersgruppen 1, 2 und 3, die beutenaiv aufgezogen wurden, zeigten signifikante Unterschiede (Cochran Q Test) zuerst in bezug auf ihre Reaktion auf Würfel und Quader ( $p < 0,01$ ). Das bedeutet, daß in dieser Phase mit zunehmender Ähnlichkeit der Attrappen mit der Form einer Maus eine Abnahme der Reaktionsbereitschaft erkennbar war. Diese Tendenz könnte einerseits auf eine negative Konditionierung hindeuten, oder, anders ausgedrückt, wird hier die angeborene Komponente der Beutewahl nicht unterstützt. Andererseits gab es bei diesen Gruppen eine signifikante Zunahme von Quader auf Maus ( $p < 0,01$ ). Dieses Resultat wiederum deutet auf eine angeborene Komponente der Beuteform, oder auf einen Abbau der negativen Konditionierung hin. Die Steinkäuze der AG 4 dagegen (beuteerfahren) zeigten mit zunehmender Ähnlichkeit der Attrappen mit der ihnen bekannten Beuteform (Maus) keine signifikanten Unterschiede in ihren Reaktionen (Cochran Q Test).

Das Gesamtergebnis (Abb. 10) deutet zumindest bei AG 1, 2 und 3 auf einen geringfügigen angeborenen Anteil des Beuteerkennens und auf eine relativ unspezifische Beutewahl oder niedrige Reaktionsbereitschaft hin. Die Daten der AG 4 lassen sich möglicherweise auf eine höhere allgemeine Reaktionsbereitschaft zurückführen.

### 6.1.2 EINFLUSS DER OBERFLÄCHENBESCHAFFENHEIT (KONSISTENZ)

Im Gegensatz zu der Formenreihe zeigten die beutenaiven, sowie die beuteerfahrenen Käuze keinerlei signifikante Unterschiede (Cochran Q Test) in bezug auf ihre Reaktion auf die unterschiedlichen Attrappentypen (Abb. 9).

Der Unterschied zwischen den beiden Versuchsreihen (1 und 2) deutet möglicherweise auf eine unterschiedliche Bedeutung von Form und Konsistenz hinsichtlich der Nahrungswahl hin.

### 6.1.3 WAHLVERSUCH ZWISCHEN OBERFLÄCHENBESCHAFFENHEIT UND FORM

Um die unterschiedliche Bedeutung von Konsistenz und Form vergleichen zu können, wurde eine zusätzliche Versuchsreihe durchgeführt (Versuchsreihe 3). In diesem Versuch wurden zwei Attrappen gegeneinander getestet (Hartplastikmaus, Fellwürfel). Die Hartplastikmaus entspricht der Form, der Fellwürfel der Konsistenz einer natürlichen Beute.

In Abb. 11 sind die Ergebnisse dargestellt. Die Formattrappe wurde signifikant bevorzugt (U - Test:  $p < 0.05$ ). Das bedeutet, daß die Form des Beuteobjektes eine wichtigere Komponente bei der Beutewahl darstellt als dessen Konsistenz.

## 6.2 VERSUCHE MIT BEKANNTER BEUTEFORM (MAUS)

Mit diesen Versuchen sollte ermittelt werden, welchen Einfluß Geräusche, Bewegung und das äußere Erscheinungsbild (Farbe) der Beutetiere auf die Nahrungswahl des Steinkauzes haben.

### 6.2.1 REAKTION AUF AKUSTISCHE BEUTEMERKMALE

Bei der Darbietung von nur akustisch wahrnehmbaren Beutebewegungen (Rascheln) und -lauten (lebende Mäuse in einer geschlossenen Schachtel) zeigten 12 von 14 Käuzen exploratives Verhalten. Die Käuze liefen um die Schachtel herum, sprangen darauf und beknabberten sie.

Diese Verhaltensweisen wurden als positive Reaktionen gewertet.

Das bedeutet, daß dargebotene Geräusche in Form von Rascheln und Mauspiepsen reaktionsauslösende Faktoren bei 86 % meiner Versuchstiergruppe waren, ein Resultat, das im Gegensatz zu ähnlichen Versuchen von Ille (1983) steht.

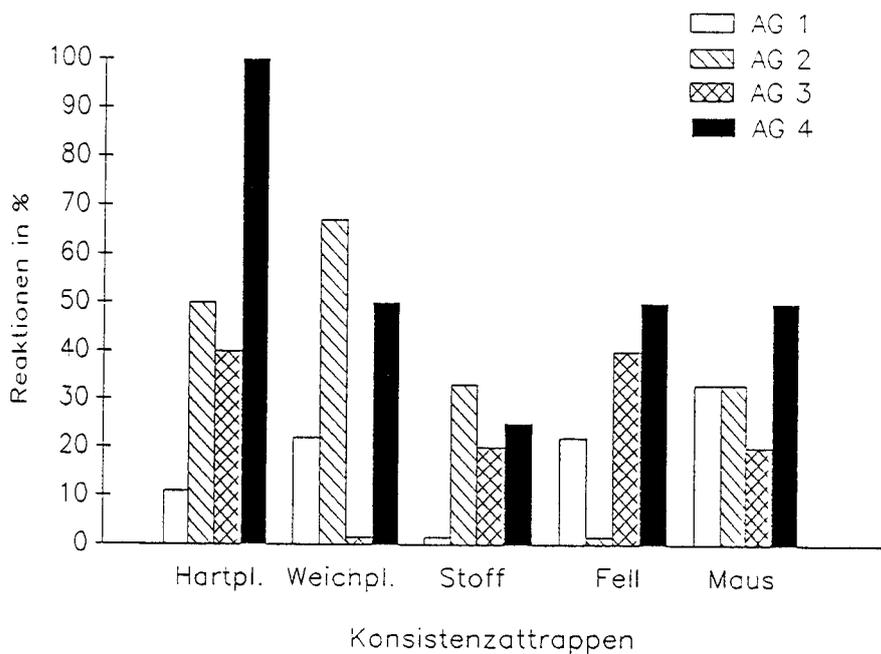


Abb. 9: Reaktion auf verschiedene Oberflächenbeschaffenheiten. Die Reaktionen einer AG wurden in % Individuen dargestellt.

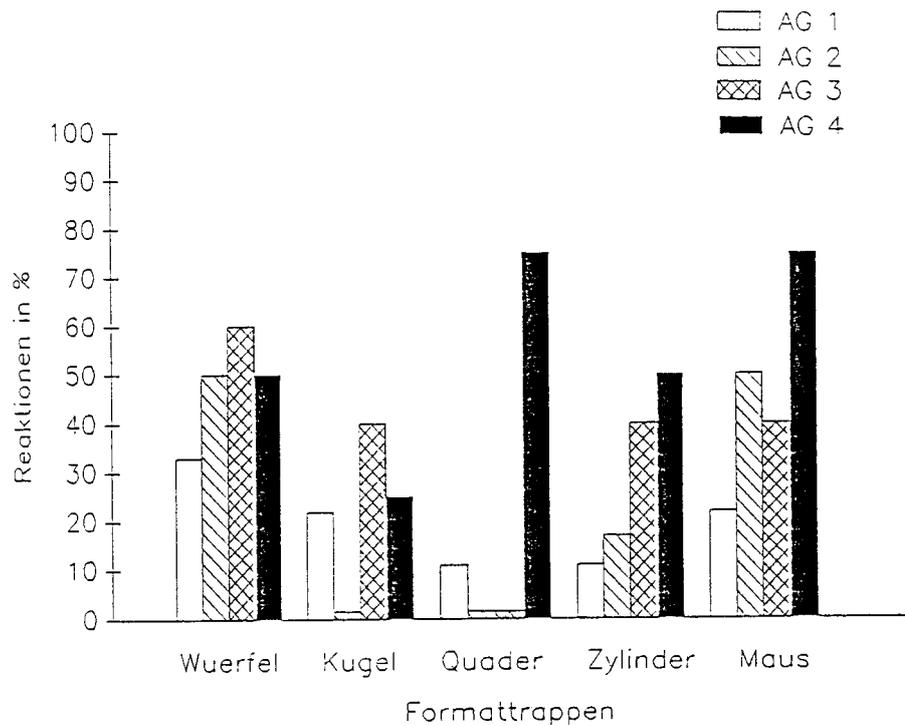


Abb. 10: Reaktion auf verschiedene Beuteformen. Die Reaktionen einer AG wurden in % Individuen dargestellt.

#### 6.2.2 WAHLVERSUCH ZWISCHEN LEBENDER UND TOTES BEUTE.

Die Bevorzugung von toten bzw. lebenden Beutetieren war Gegenstand der fünften Versuchsreihe (Tot-Lebend-Wahlversuche). Ein in dieser Versuchsreihe positives Resultat (Wahl der lebenden Maus) würde für eine angeborene Reaktion auf Beutebewegung sprechen, eine Reaktion, die von Meyer-Holzappel und Räber (1976) bei Waldkäuzen bereits untersucht wurde.

Im Versuch wurde gleichzeitig eine lebende und eine tote Maus derselben Farbe in einem umgrenzten Feld dargeboten. Beutetiere waren weiße und wildfarbene Zuchtmäuse. Um die Trainingsdauer und damit den Bekanntheitsgrad eines toten Beutetieres kontrollieren zu können, wurden die Steinkäuze in die vier vorhergenannten Altersgruppen eingeteilt.

AG 1: n = 8, AG 2: n = 7, AG 3: n = 5, AG 4: n = 4.

Die Resultate zeigen (Abb. 12), daß lebende Mäuse bevorzugt (Friedman-Test:  $p < 0.05$ ) wurden. Zusätzlich konnte ein Unterschied zwischen den verschiedenen Altersgruppen nachgewiesen werden. Mit zunehmendem Alter kam es zu einer signifikanten Zunahme der Lebendwahl (Kruskal-Wallis-Test:  $p < 0.05$ ).

Die Daten wurden zusätzlich auf einen möglichen Einfluß der Versuchswiederholungen überprüft. Die fünf Wiederholungen pro Individuum haben bei keiner der vier Altersgruppen einen Einfluß auf die Entscheidung tot oder lebend zu wählen gezeigt (Cochran Q Test).

Bei Erstdarbietung einer lebenden Maus dauerte es bei AG 1 und 2 oft bis zu einer Stunde bis die Beutefanghandlung eingeleitet wurde. Ein Beispiel dieser Verzögerung kann man aus dem Protokollauszug (S. 43) sehen. Als typische Verhaltensweisen in dieser Phase konnte man beobachten, daß der Steinkauz hoch aufgerichtet auf der Stange oder der Sitzplatte stand. Bewegte sich die lebende Maus auf dem Versuchstisch, so wurde sie fixiert. Dabei wurde die Beobachtungsposition häufig gewechselt.

Der lange Zeitraum bis zur Reaktion auf das Vorhandensein einer Maus deutet wieder auf eine niedrige Reaktionsbereitschaft bei jungen Käuzen hin.

Durch die neue Situation der Bewegung wird ein Konflikt zwischen Beuteschlagen und Flucht ausgelöst. Die Reaktion auf Bewegung sowie die Bevorzugung lebender Beute ist vom Alter abhängig.

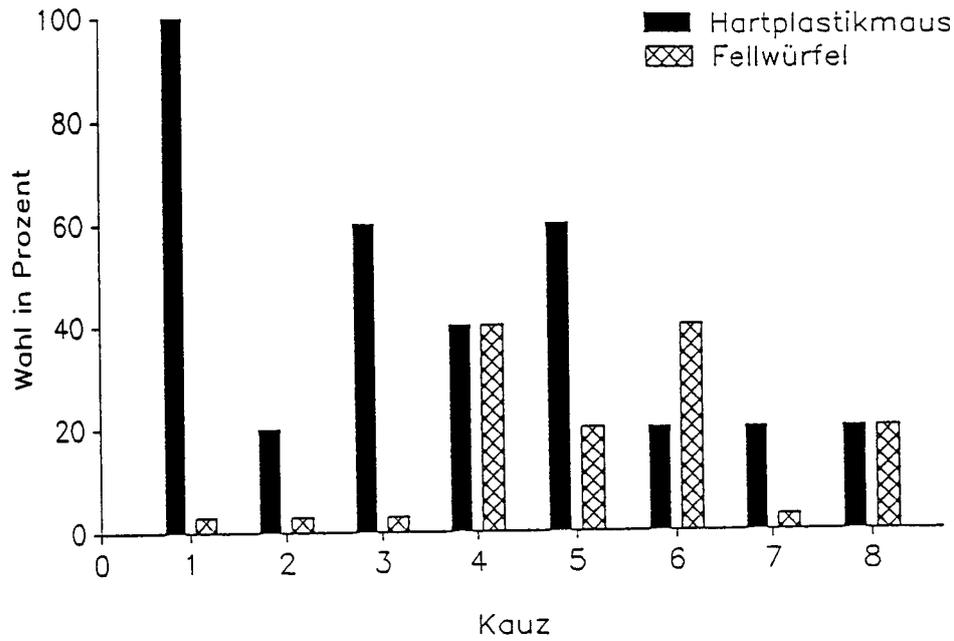


Abb. 11: Wahlversuch zw. Oberflächenbeschaffenheit und Form. Es wurden nur Versuche mit Reaktionen ausgewertet.

Wahlversuch zwischen lebender und toter Beute

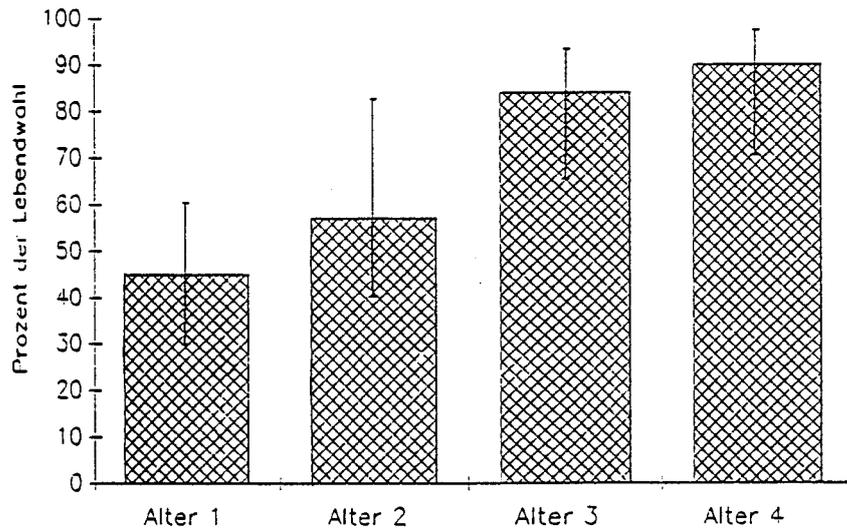


Abb. 12: Wahlversuch zw. lebender und toter Beute. 95 % Konfidenzintervall ist angegeben.

Auszug aus dem Protokoll:

- Steinkauz Altersgruppe 1, 85 Tage; 1. Darbietung einer lebenden Maus. Die Zeit wurde ab dem Anflug auf den Versuchstisch gerechnet.

Zeit:	Beobachtung:
0 min. 0 sec.	Kleine Maus (7 g) sitzt im Eck.
5 min. 56 sec.	Der Kauz landet über ihr auf der Umrandung, die Maus läuft nun entlang der Wand in das andere Eck.
6 min. 14 sec.	Der Kauz hüpft auf die Platte und läuft 18 s lang hinter ihr her, verharrt dann vor der Maus fixiert sie (4") und berührt sie leicht mit dem Schnabel. Steinkauz kratzt sich mit dem Fang hinter dem Ohr. Maus läuft aus dem Eck hinaus, Stk. springt zurück und läuft anschließend hinter der Maus her. Der Stk. ist immer abflugbereit, duckt sich oft und macht Fixierbewegungen mit dem Kopf.
6 min. 18 sec.	Jetzt tastet er vorsichtig mit dem Schnabel in Richtung Maus, ohne sie jedoch zu berühren. Er läuft hinter der Maus her, ohne den Abstand zur Maus zu verändern.
7 min.	
8 min. 42 sec.	Stk. versucht, die Maus mit dem Schnabel zu packen, sie entkommt aber. Gefiederschütteln, dann läuft er wieder hinter der Maus her. Stk. fliegt ab.
8 min. 58 sec.	
9 min. 16 sec.	Stk. landet neben der Maus und fixiert sie, hüpft mit ausgestrecktem Fang auf die Maus, - Maus entkommt. Stk. sucht sie auf der anderen Seite der Umrandung. Fixiert sie, kreist mit dem Kopf, duckt sich mehrmals, läuft nun vor die Maus und versucht, sie mit dem Schnabel zu berühren. Stk. wendet sich ab, hüpft auf die Umrandung und fixiert Maus. Hüpft auf die Platte und versucht die Maus mit dem Schnabel zu packen. Maus entkommt und Stk. läuft hinter ihr her. Stk. hüpft mit den Fängen auf die Maus ergreift sie aber nur am Schwanz.
10 min. 04 sec.	
10 min. 12 sec.	
10 min. 18 sec.	
10 min. 30 sec.	
10 min. 34 sec.	
10 min. 54 sec.	
11 min. 14 sec.	
11 min. 28 sec.	
11 min. 30 sec.	
11 min. 36 sec.	
11 min. 58 sec.	
12 min. 02 sec.	
12 min. 18 sec.	
12 min. 28 sec.	
12 min. 42 sec.	Steinkauz fliegt weg.

### 6.2.3 EINFLUSS VON AUFZUCHT DER JUNGTIERE AUF DIE BEUTEWAHL SCHWARZ-WEISS-VERSUCHE: Mögliche Prägung von schwarzer oder weißer Beute und Wirkung des Kontrasts der Beute zum Untergrund.

Die sechste Versuchsreihe beschäftigte sich mit dem Einfluß der Farbe (schwarz oder weiß) der Beutetiere bzw. deren Kontrast zum Untergrund in Abhängigkeit von der Farbe des Aufzuchtfutters der einzelnen Versuchsgruppen (Schwarz-Weiß-Versuche). Die Farbversuche haben als Ziel, ein gelerntes Merkmal auf seine Beständigkeit zu überprüfen.

Die bei meiner Versuchsreihe untersuchten juvenilen Steinkäuze unterschiedlichen Alters wurden beutenativ aufgezogen. VG 1 (n = 5) wurde mit schwarzen Mäusestücken, VG 2 (n = 5) mit weißen Mäusestücken aufgezogen. Die Kontrollgruppe (n = 6) erhielt beides.

Es gab zwei mögliche Arbeitshypothesen, die mit diesem Versuch zu verbinden waren. Wenn Auffälligkeit der Beute eine Rolle spielt, sollten die Tiere der Kontrollgruppe (schwarz und weiß aufgezogen) die auffallende Beute wählen. Wenn aber die gelernte Farbe ausschlaggebend ist, sollten die Versuchsgruppen 1 und 2 (schwarz oder weiß aufgezogen) die ihnen bekannte Beute unabhängig vom Kontrast wählen (Farbwahl).

#### a) Wahlversuch:

Bei einer Versuchsreihe (mit 5-facher Wiederholung) wurde gleichzeitig eine weiße und eine schwarze Maus auf einen der Aufzuchtsfarbe entsprechenden Untergrund dargeboten. Um eine zufällige Wahl zu vermeiden, wurden die beiden Mäuse eng nebeneinander aufgelegt. Eine Gewöhnung an die Versuchsanordnung wurde verhindert, indem die Position der schwarzen und weißen Maus nach jedem Versuch gewechselt

wurde. Die Darbietungsdauer war auf 30 Min. begrenzt. Nach der Wahl wurde die übriggebliebene Maus entfernt.

Versuchsgruppe 1 (Aufzucht schwarz)	Versuchsgruppe 2 (Aufzucht weiß)
schwarzer Unt. weiße Maus/schw. Maus	weißer Unt. weiße Maus/schw. Maus
64 / 36	72 / 28

Kontrollgruppe (Aufzucht gemischt)	
schwarzer Unt. weiße Maus/schw. Maus	weißer Unt. weiße Maus/schw. Maus
63 / 37	47 / 53

Tab. 10: Präferenz der Beutefarbe in Abhängigkeit zum Untergrund. Wahlen in Prozent dargestellt.

Die Ergebnisse zeigen (Tab. 10, Abb. 13), daß Gruppenpräferenzen sehr variabel waren. So hat die VG 1 (schwarz aufgezogen) die auffälligere Beute gewählt, VG 2 (weiß aufgezogen) aber die Beute mit der gelernten Farbe gewählt. Die Kontrollgruppe zeigte Tendenz zur Wahl des auffälligeren Beutetieres.

#### b) Kontrollversuche:

Da die Ergebnisse für beide VG so unterschiedlich ausgefallen sind, ergab sich die Möglichkeit, die Resultate beider Versuchsgruppen mittels eines Kontrollversuches - bei dem der Untergrund verändert wurde - zu testen. Zusätzlich wurde die Farbwahl der VG 2 mit Hilfe eines Umlernversuches auf die andere Beutefarbe genauer untersucht.

Versuchsgruppe 1 (Aufzucht schwarz)		
weißer Unt. weiße Maus/schw. Maus		
28	/	72

Tab. 11a: Kontrollversuch  
der VG 1

Versuchsgruppe 2 (Aufzucht weiß)		
schwarzer Unt. weiße Maus/schw. Maus		
72	/	28

Tab. 11b: Kontrollversuch  
der VG 2

Der Kontrollversuch (Tab. 11a, b) zeigte im Gegensatz zu den Präferenzversuchen (Tab. 10), daß beide Versuchsgruppen die auffallendere Beute gewählt haben. Diese Wahl entspricht der Aufzuchtssfarbe.

Um die Steinkäuze der Versuchsgruppe 2 (mit weißen Mäusen aufgezogen) "umzutrainieren", wurde den Steinkäuzen in zehn aufeinanderfolgenden Darbietungen eine schwarze Maus geboten. Anschließend wurde dieselbe Versuchsanordnung wie beim Wahlversuch wiederholt.

Versuchsgruppe 2 (Aufzucht weiß)					
schwarzer Unt. weiße Maus/schw. Maus			weißer Unt. weiße Maus/schw. Maus		
86	/	14	47	/	53

Tab. 12: Wahlversuch nach dem Umlernen der VG 2

Bei VG 2 (mit weißen Mäusen aufgezogen) konnte auf weißem Untergrund die Selektion gegenüber der schwarzen Beute gesteigert werden (28 % auf 53 %; siehe Tab. 10 und 12). Dieses Ergebnis zeigt die Bedeutung des Umlernens. Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die gelernte Beutetierfarbe anfänglich bevorzugt wird, aber nicht immer beibehalten wird. Umlernen kann wirkungsvoll sein; die Wirkung ist aber wahrscheinlich von der Trainingsdauer abhängig.

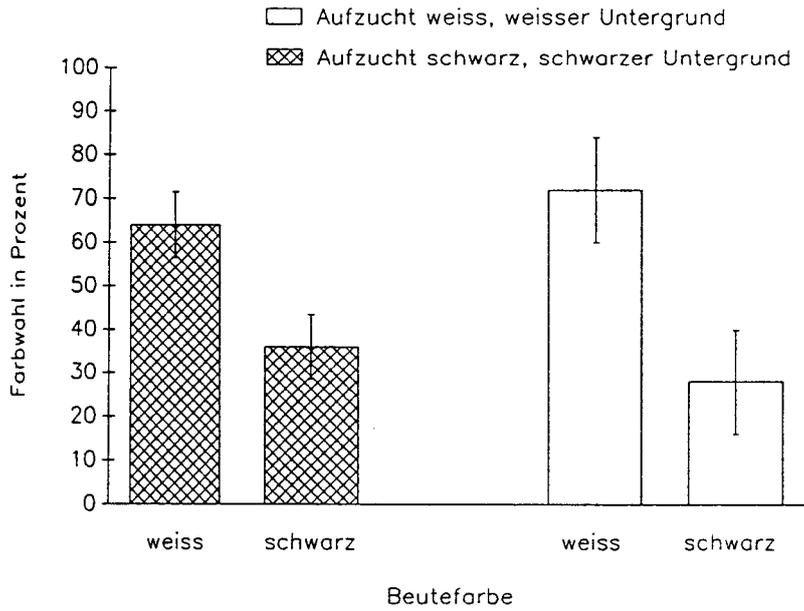


Abb. 13: Präferenz der Beutefarbe in Abhängigkeit zum Untergrund.  $\bar{x} \pm SE$ .

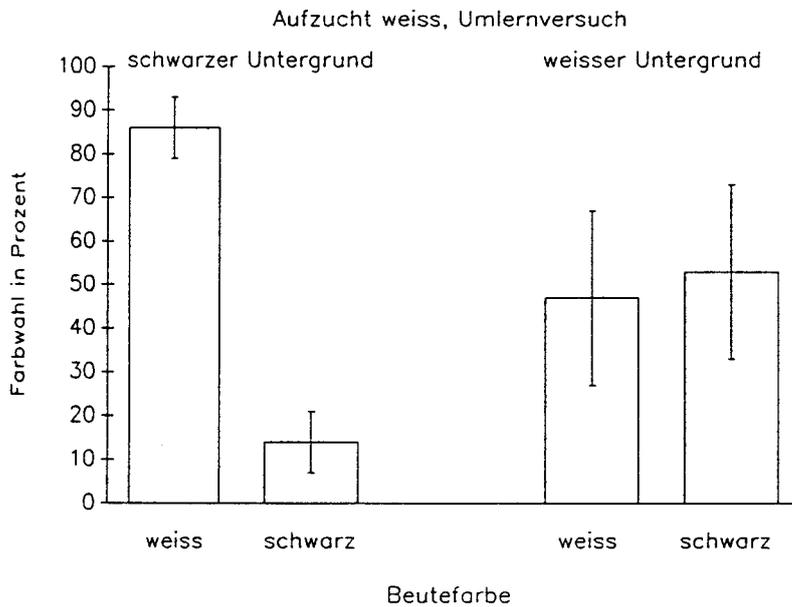


Abb. 14: Wahlversuch nach dem Training der VG 2.  $\bar{x} \pm SE$ .

### 6.3 WAHLVERSUCH ZWISCHEN BEKANNTER UND UNBEKANNTER BEUTE

Die Versuchsreihe 7 hat das Ziel, die Bevorzugung der gelernten Beutetypen gegenüber anderen, auch natürlich vorkommenden, aber bis dahin unbekanntem Beutetypen, miteinander zu vergleichen.

Die Steinkäuze waren in bezug auf Heimchen und Vögel beutenaiv. Im Versuch konnten sie zwischen einem toten Heimchen bzw. einer juvenilen Wachtel und einer gleichgroßen Maus wählen. Eine Versuchsreihe bestand aus 5 Wahlversuchen. Danach wurden die Käuze auf das vorher beim Wahlversuch gebotene Beutetier umtrainiert. Beim Umlernversuch wurde den Steinkäuzen daher 10 x hintereinander ein Heimchen bzw. eine Wachtel vorgelegt. Im Kontrollversuch wurde wieder die Maus mit dem "umgelernten" Beutetier zur Wahl vorgelegt.

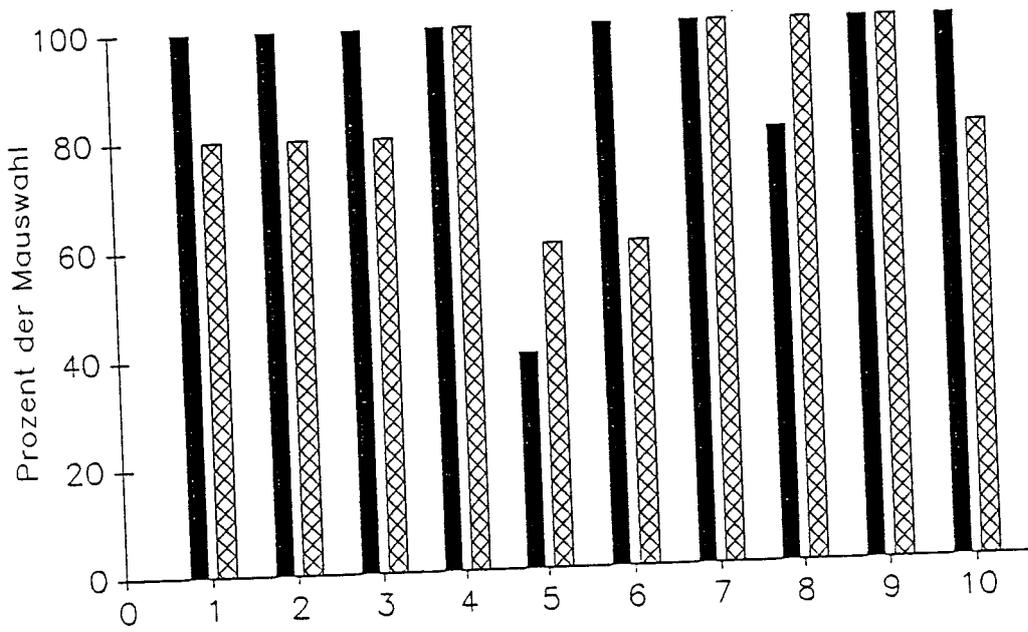
Bei Insekten als Beute war die Tendenz, das bekannte Beutetier (Maus) zu wählen, stark ausgeprägt (Abb. 15a). 80 % der Versuchstiere bevorzugten bei jedem Wahlversuch die Maus. Nach dem Umlernversuch wurde beides hintereinander gefressen, die Heimchen aber meist erst nach der Maus. Dennoch wählten nur mehr 40 % der Versuchstiere bei allen Wahlmöglichkeiten des Umlernversuches die Maus. Diese Tendenz war beim Wahlversuch zwischen Maus und Vogel weniger stark ausgeprägt. Hier (Abb. 15b) wählten bereits 66 % der Käuze den ihnen unbekanntem Beutetiertyp. Nach den Umlernversuchen wählten wieder 50 % der Käuze die Maus.

Betrachtet man die Absolutzahl der Reaktionen, so kam es zu keiner signifikanten Bevorzugung von Vögeln oder Heimchen nach dem Umlernen (Friedman-Test).

Dieses eher unerwartete Resultat bietet zwei mögliche Erklärungen. Entweder war die Bevorzugung des bekannten Beutetieres Maus noch stark ausgeprägt, oder es war die Umlernphase zu kurz und nicht ausschlaggebend.

Wahlversuch Maus – Heimchen

Umlernversuch  
Vorversuch



Wahlversuch Maus – Vogel

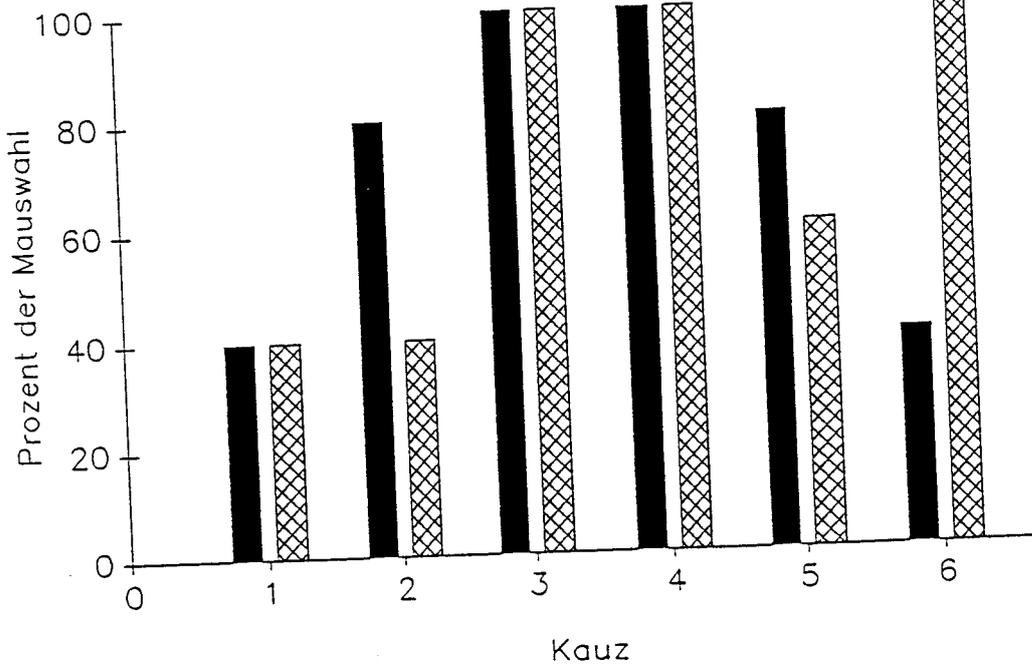


Abb. 15a + b: Wahlversuch zw. bekanntem (Maus) und unbekanntem (Heimchen, Vogel) Beutetier. Der 1. Wahlversuch ist in schwarz dargestellt, der Wahlversuch nach dem Umtrainieren ist schraffiert dargestellt.

## 7. DISKUSSION

Das Ziel dieser Arbeit war ein Vergleich der Habitate und Nahrungsökologie zweier Steinkauzpopulationen aus unterschiedlich besetzten Gebieten (Seewinkel und Marchfeld), um Aussagen über Verbreitung, Habitatpräferenzen und Nahrungsspektren machen zu können. In einem experimentellen Teil wurden Mechanismen der Beutewahl des Steinkauzes hinsichtlich ihrer angeborenen Natur, Prägbarkeit und Flexibilität im Labor untersucht.

Im Freiland wurden Habitatstrukturen und Habitattypen der beiden Untersuchungsgebiete miteinander verglichen und mit den Ergebnissen der nahrungsökologischen Untersuchungen verbunden. Gewölleinhalte aus den beiden Untersuchungsgebieten wurden zur Nahrungsanalyse verwendet. Mit dieser Information und den Habitatmessungen konnte dann die Beziehung zwischen Beutenutzung und Habitatstrukturen überprüft werden, eine Beziehung auf die in der Literatur öfter hingewiesen wurde (rev. in Morse 1980, Janes 1985, Mikkola 1983, Cramp et al. 1980 u. 1985).

Im experimentellen Teil wurden Wahl- und Lernversuche mit natürlicher Beute, Attrappen sowie bekannter und unbekannter Beute gemacht.

Theoretisch gesehen, kann die Beziehung zwischen Nahrungsspektrum und Habitat auf zweierlei Art und Weise vorhanden sein. Einerseits kann Nahrungswahl direkt vom Angebot im Habitat abhängen, wobei eine gewisse Flexibilität vom Räuber hinsichtlich seiner Beute vorhanden sein muß. Eine Reihe von Autoren haben auf diesen Punkt bei verschiedenen Arten hingewiesen; Turmfalke: Rev. in Glutz & Bauer (1971), Wiesenweihe: Hiraldo et al. (1975), Habicht u. Sperber: Opdam (1975), Opdam et al. (1977) Schwarzmilan: Delibes et al. (1975), Mäusebussard: rev. in Cramp et al. (1980). Auch bei Eulen, wie dem Amerikanischen Uhu und dem Rauhfußkauz, findet

man Beispiele dafür, daß in verschiedenen Gebieten (Habitaten) die verschiedenen Beutetypen in Abhängigkeit von ihrer Häufigkeit genutzt werden (Rusch et al. 1972 und McInville und Keith 1974, Korpimäki 1988). In diese Gruppe gehören zuletzt auch die von Mikkola (1983) wegen ihrer Flexibilität bei der Beutewahl als Generalisten bezeichneten Arten.

Andererseits kann auch die Habitatwahl von Nahrungspräferenzen und Beuteabundanz beeinflusst sein. Diese Situation gilt besonders für Individuen jener Arten, die sich auf bestimmte Beutetiere spezialisiert haben oder geprägt sind. Dazu gibt es zahlreiche Beispiele über Greifvögel und Eulen (Boxall und Lein 1982, rev. in Janes 1985, Spotted Owl: Gould 1977). Hierher gehören möglicherweise auch alle von Mikkola (1983) als Nahrungsspezialisten bezeichneten Eulen, Arten, die unabhängig von ihrem Vorkommen die gleichen Beutetierarten bevorzugen.

Für diese Fragestellung war es wichtig, die Habitate zu beschreiben. Zur Datenerfassung wurden relevante Habitattypen und -strukturen nach Exo (1983) verwendet. Der daraus folgende Vergleich der beiden Untersuchungsgebiete hat deutliche Unterschiede in diesen Parametern (Tab. 2) ergeben. Im Marchfeld überwiegen Siedlungsgebiete und landwirtschaftliche Nutzflächen, im Seewinkel dagegen Wiesen und Weingärten. Daraus kann man ersehen, daß der menschliche Einfluß im Marchfeld von großer Bedeutung ist. Auch bei den Habitatstrukturen im Marchfeld weisen Scheunen und Nistkästen deutlich auf den menschlichen Einfluß hin. Diese Habitatunterschiede lassen eine wichtige Beziehung zwischen Habitat und Populationsgröße in den beiden Gebieten vermuten. Eine Beziehung, auf die bereits Exo (1983) und Loske (1986) hingewiesen haben. Die Bestandsaufnahmen in beiden Gebieten zeigten, daß die Siedlungsdichte im Seewinkel höher war. Drei mögliche Erklärungen konnten dazu gefunden werden. Dieser Unterschied könnte einerseits von bevorzugten Habitattypen

und -strukturen abhängen, andererseits aber auch vom Nahrungsangebot beeinflusst sein. Es könnte aber auch ein Hinweis auf die negative Wirkung des menschlichen Einflusses auf den Steinkauzbestand im Marchfeld sein. Klimatisch bedingte Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungsgebieten konnten jedenfalls ausgeschlossen werden (siehe Tab. 1).

In der Literatur findet man verschiedene Hinweise auf relevante Habitatstrukturen und -typen. Loske (1986) wies darauf hin, daß ein hoher Grünlandanteil für den Steinkauz wichtig ist. Ein weiterer wichtiger Punkt scheint der Grad der Bodenbedeckung zu sein, wobei niedrigere Bodenbedeckung wegen besserer Erreichbarkeit der Beute, bevorzugt wird (Craighead und Craighead 1956, Getz 1961, Southern und Lowe 1968). Unterschiede in der Bodenbedeckung in den Untersuchungsgebieten sind schwierig zu erfassen, da im Marchfeld durch einen hohen landwirtschaftlichen Anteil die Bodenbedeckung im Laufe des Jahres sehr stark wechselt. Im Seewinkel dagegen, mit einem höheren Wiesenanteil, ist die Bodenbedeckung nicht so starken Schwankungen unterworfen. Es ist daher schwierig, eine direkte Verbindung zwischen Bodenbedeckung und Nahrung nachzuweisen und Populationsunterschiede darauf zu beziehen. Ein weiterer wichtiger Aspekt sind verschiedene Habitatstrukturen, insbesondere Sitzwarten, die für einen Ansitzjäger, wie den Steinkauz, notwendig sind (Loske 1986). Diese Bedeutung der Sitzwarten wurde auch von anderen Autoren für die verschiedenen Greifvögel betont (rev. in Janes 1985). Hier waren mögliche Unterschiede zwischen den zwei Gebieten vorhanden. Mögliche Sitzwarten im Seewinkel sind einzelstehende Bäume und Weingärten (Pflöcke der Rebstöcke), im Marchfeld nur Bäume. An Hand dieser Unterschiede läßt sich eine Beziehung zwischen Sitzwarten und Populationsdichte vermuten. Als zusätzliche wichtige Habitatstruktur ist noch das Brutplatzangebot einzubeziehen (rev. in Janes 1985). Von den

drei möglichen Brutplatzangeboten (Strohtriste eckig, Scheune, Nistkästen) sind die beiden letztgenannten häufiger im Marchfeld zu finden. Daher scheint im Marchfelder Untersuchungsgebiet das Brutplatzangebot kein limitierender Faktor der Siedlungsdichte oder Fortpflanzungsrate zu sein. Dieses Ergebnis steht im Gegensatz zu der Annahme von Exo (1983), der bei Steinkäuzen am Niederrhein eine Korrelation zwischen Brutbäumen und Siedlungsdichte gefunden hat.

Nach dem Habitattypenvergleich ist es naheliegend, das Nahrungsspektrum in beiden Gebieten zu erfassen. Zwischen Nahrung, Habitatwahl, Populationsdichte und Fortpflanzungsrate gibt es bekanntlich eine Beziehung (rev. in Morse 1980, Cody 1985). Die Häufigkeit bestimmter Beutetierarten kann beispielsweise eine Rolle bei der Habitatwahl spielen und gleichzeitig eine Wirkung auf die Populationsdynamik haben. Bekannte Beispiele dafür sind Kaffernadler und Klippschliefer (Gargett 1975), Schneckenweihe und Schnecken (Snyder und Snyder 1969) und Turmfalke (Cavé 1968). Ein anderer wichtiger Faktor ist die Vielfalt der Beute und die allgemeine Dichte des potentiellen Beutetierangebotes. Beziehungen dieser Art sind z.B. bei Waldkauz (Southern & Lowe 1968), Rauhfußkauz (Korpimäki 1988), Mäusebussard (Picozzi & Wier 1974) und Sperber (Newton & Marquiss 1976) nachgewiesen worden.

Durch einen Vergleich der Gewölleinhalte aus beiden Gebieten wurde versucht, die Zusammenhänge zwischen Habitat und Nahrungsspektrum herauszuarbeiten. Hier gab es eine Reihe von Unterschieden im Gewölleinhalt der beiden Gebiete. Wie aus Abb. 3 und 4 ersichtlich, gibt es eine höhere Artenvielfalt im Beutespektrum im Seewinkel. Der Unterschied wird noch deutlicher, wenn man die Beutetierliste von Tab. 7 der beiden Gebiete zusammenfaßt. Im Seewinkel gab es 28 (bestimmte) Wirbeltierarten und 36 wirbellose Tierarten, wogegen im Marchfeld 9 Wirbeltierarten und 17 Wirbellose im Gewölle auffindbar waren. Dieses Ergebnis verdeutlicht das

unterschiedliche Beutespektrum in den beiden Gebieten. Wie in Janes (1985) und Herrera (1974) bei Schleiereulen dargestellt, könnte diese unterschiedliche Artenvielfalt eine Rolle beim Fortpflanzungserfolg in den beiden Untersuchungsgebieten spielen. Als Generalist in bezug auf Nahrungswahl Mikkola (1983), deutet dieser Unterschied im Nahrungsspektrum auf ein größeres Beutetierangebot im Seewinkel hin. Diese Beziehung würde für die zuletzt genannte Hypothese sprechen, daß die Anzahl der Arten ausschlaggebend für Nahrungswahl, Siedlungsdichte und Fortpflanzungsrate sein kann.

Diese Interpretation wird allerdings durch eine jahreszeitliche Schwankung (Tab. 4 und 5, Abb. 4) der Beutetiertypenwahl zusätzlich kompliziert. Im Seewinkel kommt es z. B. zu sehr großen Schwankungen im Anteil der verschiedenen Beutetiertypen im Juli, August und September. In diesen Monaten besteht die Nahrung primär aus Insekten. Diese Schwankungen scheinen aber gebietsspezifisch zu sein. Im Marchfeld sind sie nicht so ausgeprägt. Hier könnte es wieder eine Beziehung zwischen Angebot und Nutzung geben, die aber in der vorliegenden Arbeit nur angedeutet werden konnte. Herrera (1974), Mikkola (1983), Cramp et al. (1985) stellten dagegen die Hypothese auf, daß der Insektenanteil im Gewölle primär von der geografischen Breite abhängt. Je weiter im Süden, desto höher ist der Insektenanteil. Die Ergebnisse hier verdeutlichen dagegen die Bedeutung von Habitatwahl und Jahreszeit in dieser Situation. Auf eine mögliche Bedeutung dieser Schwankungsunterschiede wird noch später hingewiesen.

Zusätzlich zu den Unterschieden im Nahrungsspektrum gab es auch Unterschiede in der Gewöllegröße. Ein Vergleich des Gewöllevolumens (Tab. 6) zeigte, daß im Seewinkel signifikant kleinere Gewölle mit höherer Streuung als im Marchfeld auftraten. Die Bedeutung dieser Unterschiede bleibt noch offen. Manche Autoren (Witherby et al. 1940, Glue 1969, rev. in Mikkola 1983) haben solche Unterschiede auf den

Beuteinhalt zurückgeführt, ein Schluß, der mit den Ergebnissen dieser Untersuchung übereinstimmt. Dagegen hat Erkinaro (1973a) volumetrische Änderungen der Gewölle mit jahreszeitlichen Aktivitätsänderungen verbunden. Er beschrieb bei vier Eulenarten im Frühjahr und Herbst besonders große Gewölle, die er durch lange Ruhephasen tagsüber erklärte. Im Sommer und Winter dagegen fand er kleinere Gewölle, die er auf mehrere Aktivitätsphasen tagsüber zurückführt. Eine bimodale jahreszeitliche Verteilung der großen Gewölle, die Erkinaros Hypothese entspricht, zeigte sich auch in der vorliegenden Arbeit. Der von ihm vermutete Zusammenhang mit Aktivität konnte an Hand der Daten in Abb. 8 unterstützt werden, da es hier zu einer Zunahme von Aktivität im August und September kommt.

Zusammenfassend haben diese Ergebnisse gezeigt, daß es deutliche Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungsgebieten gab, einerseits in den Habitatstrukturen, der Populationsdichte und Fortpflanzung und andererseits im Nahrungsspektrum, wobei die Artenvielfalt der im Gewölle gefundenen Beutetiere im Seewinkel am auffallendsten war. Obwohl diese Unterschiede auf keine eindeutigen kausalen Zusammenhänge zurückzuführen sind, läßt sich eine Verbindung zwischen Nahrungsökologie und Populationsdynamik an Hand einer Vielzahl von Untersuchungen (rev. in Cody 1985, Mikkola 1983, Morse 1980) vermuten. Im allgemeinen lassen Felddaten keinen Schluß zu, inwieweit Beutewahl genetisch bedingt ist, oder inwieweit gelernte oder geprägte Komponenten dafür verantwortlich sind. Daher wurde ein zweiter experimenteller Teil in dieser Arbeit gemacht, um diese drei nahrungsökologischen Aspekte gegeneinander zu testen und Information über Mechanismen der Beutewahl zu gewinnen.

Der erste Ansatz war eine Überprüfung des genetisch fixierten Beuteschemas mit Hilfe von Attrappen.

Mit den Attrappenversuchen wurde die Bevorzugung von Form und Beschaffenheit einer natürlich vorkommenden Beute (Maus) mittels einer Attrappenreihe getestet. Die Resultate der Formversuche zeigten (Abb. 10), daß bei unerfahrenen Eulen ein kleiner statistisch belegbarer angeborener Anteil der Beutebevorzugung möglicherweise vorhanden ist. Bei den Konsistenzversuchen (Abb. 9) dagegen gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen der Bevorzugung von Mausattrappen mit natürlicher Oberflächenbeschaffenheit gegenüber künstlicher. Dies weist daher auf keine angeborene Bevorzugung für Fell hin. Diese unterschiedliche Bedeutung von Form und Beschaffenheit wurde nachher durch einen direkten Wahlversuch (Abb. 11) bestätigt. Das Bestehen einer angeborenen Komponente wurde noch durch eine andere Versuchsreihe unterstützt. Dabei löste ein natürlich vorkommender, akustischer Reiz bei beutenaiven Tieren ein exploratives Verhalten aus (siehe Punkt 6.2.1).

Beobachtungen aus der Literatur sprechen z. B. dafür, daß die Bewegung eines Beutetieres auch ein wichtiges Kriterium für die Wahl eines Beutetieres darstellt (Metzgar 1967, Kaufman 1974b). Es wird aber nicht immer als angeboren interpretiert. Untersuchungen haben gezeigt, daß Eulen, die lange Zeit in Gefangenschaft mit toten Mäusen gefüttert wurden, oft Störungen im Beutefangverhalten aufweisen. Scherzinger (1974) berichtet von "Ungeschicklichkeit" infolge Trainingsmangel bei Schnee-Eulen, die das erste Mal mit lebender Beute konfrontiert wurden. Dieser Konflikt kann bis hin zur völligen Ablehnung lebender Mäuse gehen (Räber 1949, Hubl 1952).

Die Tot-lebend Versuche dieser Arbeit zeigen dagegen, daß lebende Mäuse bevorzugt werden. Das bedeutet, daß die Reaktion auf morphologische und Verhaltensmerkmale von Beutetieren angeboren sein können und eventuell eine Rolle bei der Nahrungs- und Habitatwahl spielen.

Zwei Aspekte sprechen für eine genetische Komponente der Nahrungs- und Habitatwahl. Einerseits gibt es eine Vielfalt von Hinweisen bei verschiedensten Vogelarten, daß eine angeborene Komponente der Habitatwahl existieren kann (Löhr & Leisler 1959, Catchpole 1974, Partridge 1974, Ley 1985), und andererseits haben andere Untersuchungen bei Räuber-Beute Beziehungen gezeigt, daß bestimmte Reaktionen auf Beutetiere bereits im Genom festgelegt sein können (Lorenz 1935, Ewert 1980). Eine Verbindung zwischen diesen genetischen Komponenten ist kaum untersucht worden. Partridge (1976) hat lediglich nachgewiesen, daß Fangtechniken bei Meisen im Genom festgelegt sind und an ihr angeborenerweise bevorzugtes Habitat angepaßt sind. Überträgt man diese Ideen auf Greifvögel und Eulen, so würde man erwarten, daß sowohl Habitattypen als auch Merkmale der dort vorkommenden Beutetypen zum Teil angeboren sein können. Es gibt aber keine Hinweise auf angeborene Habitatstrukturen bei Eulen, wohl aber auf ein angeborenes Beuteschema. Beim Uhu wurde gezeigt (Herrlinger 1973), daß eine vollständige Beuteschlaghandlung durch ein genetisch fixiertes Verhaltensmuster sowie auch durch Prägung bedingt ist. Nach Abklingen dieser Lerndisposition können Uhus sich nur mehr schwer auf lebende Beute umstellen. Meyer-Holzappel und Räder (1975, 1976) dagegen behaupten, daß die Kenntnis der Mausform beim Waldkauz für den Beutefang nicht notwendig ist. Die Bedeutung der angeborenen Komponente der Beutewahl muß jedoch beim Steinkauz etwas eingeschränkt werden, da in allen Versuchsreihen dieser Untersuchung Extreme in der Merkmalvarietät der dargebotenen Beuteobjekte getestet wurden. Die Unterschiede der verschiedenen Beuteobjekte waren zu groß, um eine eindeutige Beziehung zur Entstehung von Nahrungsspezialisierung herstellen zu können. Daher ist die angeborene Natur der Nahrungs- und Habitatwahl nicht zu schätzen. Zum anderen zeigten die Resultate in Tab. 9, daß das Alter der Versuchstiere und die Reaktionsbereitschaft auf die Attrappen signifikant positiv miteinander korreliert

sind. Eine Zunahme der Reaktionsbereitschaft deutet daher vielmehr auf eine höhere Lernbereitschaft in der Beutewahl hin. Es bedeutet aber gleichzeitig, daß ältere Käuze sich möglicherweise besser an verschiedene zur Verfügung stehende Beutetypen anpassen können.

Weitere Versuchreihen wurden aufgebaut, um die Problematik von Prägung und Spezialisierung bei der Nahrungswahl besser untersuchen zu können. Geprägte und später gelernte Merkmale wurden auf ihre Beständigkeit überprüft. Bei den Farbversuchen handelt es sich um bekannte Beute mit unterschiedlicher Farbe. In der letzten Versuchsreihe wurde ein bekannter Beutetyp (Maus) gegen einen natürlich vorkommenden, unbekanntem Beutetyp (Heimchen oder Vogel) getestet. In beiden Versuchsreihen wurden anschließend Umlernversuche durchgeführt, um die Beständigkeit der Wahl des geprägten Beutetypes zu überprüfen.

Die durchgeführten Farbversuche zeigten deutliche Unterschiede zwischen den Gruppen. VG 1 wählte Kontrast, d. h. die zum Untergrund kontrastierende Beutefarbe. VG 2 dagegen bevorzugte die bekannte Farbe. Das bedeutet, daß in VG 2 die Prägung erfolgreich war, in VG 1 aber nicht. Bei VG 2 wurde anschließend ein Umlernversuch durchgeführt, der einen Wechsel der bevorzugten Farbe bewirkte. Dieses Ergebnis weist sowohl auf eine Prägungsphase als auch auf die Fähigkeit hin, Beutewahl nach Angebot zu steuern, d. h. auf eine gelernte Komponente der Beutewahl.

Zusammenfassend weisen diese Ergebnisse auf eine geringfügige angeborene Komponente und einen Prägungsvorgang bei der Beutewahl hin. Gleichzeitig stieg mit Erfahrung und Alter der Versuchstiere die Fähigkeit, sich an neue Beutetypen anzupassen. Das deutet auf eine sehr flexible Ausbildung der Beutewahl beim Steinkauz.

Wie bereits erwähnt, gibt es bei Eulen Beispiele für Verbindungen von angeborenen und gelernten Beutepräferenz (Herrlinger 1973). Es scheint jedoch ein sehr allgemeines

Prinzip zu sein (rev. in Curio 1976). Bei Hühnern zeigte Hogan-Warburg & Hogan (1981), daß die Entwicklung des Nahrungserkennens ein komplizierter Prozeß ist, bei dem es zu einer Interaktion zwischen genetischen Anlagen und individueller Erfahrung kommt. Sowohl Curio (1976) als auch Coppinger (1969, 1970) wiesen auf den selektiven Vorteil einer solchen Verbindung hin. Einerseits wird der Aufwand verringert, wenn die gesuchte Beute nicht durch Versuch und Irrtum zu erkennen ist, und andererseits könnte durch ein angeborenes Schema verhindert werden, daß ungeeignete Beute attackiert wird.

An Hand dieser Erklärung stellt sich die Frage, ob solche Lernvorgänge zu einer Beutespezialisierung und einer gezielten Habitatwahl führen. In der Literatur findet man viele Hinweise, die diese Vermutung unterstreichen (Mikkola 1983, Cramp et al. 1980 und 1985, Curio 1976). Andererseits ist aber über die Entstehung solcher Präferenzen wenig bekannt. Im Wahlversuch hat Rabinowitch (1968) festgestellt, daß juvenile Möwen immer die bereits bekannte Nahrung bevorzugen; und er begründet diese Wahl damit, daß die unbekannte Nahrung nicht als freßbar angesprochen wird. Aber auch Beobachtungen aus dem Freiland haben gezeigt, daß Waldkäuze, die in Mäusejahren aufwachsen, nie die Vogeljagd erlernen (Uttendörfer 1939). Mikkola (1983) zeigte dagegen Beispiele von Spezialisierung unter Eulen, die besonders häufig vorkommende Beutetiere bevorzugten, was auf einen Lernprozeß zurückzuführen ist. Curry-Lindahl (1961) hat auf den selektiven Wert einer solchen Spezialisierung hingewiesen, da es sogar innerhalb einer Population zu einer Nischenauftrennung kommen kann, wobei intraspezifische Konkurrenz verringert, und die ökologische Breite vergrößert wird. In den vorliegenden Untersuchungen wurde deutlich, daß, obwohl angeborene und geprägte Komponenten der Beutewahl beim Steinkauz vorhanden sind, der Steinkauz sehr flexibel in seiner Beutewahl ist und sich rasch auf neue Beutetiere umstellt. Im gleichen Sinne wurde der Steinkauz von Mikkola

(1983) als Generalist bezeichnet und nicht als Spezialist. MacArthur & Pianka (1966), Kellomäki (1977) und Korpimäki (1981) führen solche Unterschiede auf ökologische Faktoren zurück. Ihrer Meinung nach sollten Spezialisten nur dort vorkommen, wo ein Beutetier in sehr hoher Dichte vorkommt. In einer Umwelt mit einer geringen Anzahl an potentiellen Beutetieren oder einer höheren Anzahl von Arten kann ein Räuber es sich nicht leisten, auf eine einzelne Beutetierart spezialisiert zu sein. Nach dieser Vorstellung führt die Flexibilität der Beutetierwahl und die relativ geringe Dichte an Beutetieren in den verschiedenen Habitaten zu der Tatsache, daß der Steinkauz ein Generalist geworden ist. Daher bestimmt dann das Habitat zu einem hohen Grad die Beutetiernutzung und nicht umgekehrt.

Mit Hilfe dieser Feststellung ist es jetzt möglich, die Freilanddaten nochmals hinsichtlich der Frage - warum einerseits die Nahrungswahl gemessen am Gewölleinhalt in den beiden Gebieten so unterschiedlich ist, und andererseits ob dieser Unterschied mit der unterschiedlichen Populationsdichte in kausalem Zusammenhang steht - zu betrachten. Nach der vorher genannten Hypothese ist zu erwarten, daß eine vielseitige Nahrungswahl auf ein breites Nahrungsangebot zurückzuführen ist. Dieses breite Nahrungsangebot bedeutet für einen Generalisten einen selektiven Vorteil, der sich in der Populationsdichte und dem Fortpflanzungserfolg auswirken kann. Eine logische Folge wäre, daß es durch den sehr hohen Anteil an Wiesen und der geringen landwirtschaftlich genutzten Fläche im Seewinkel ein vielfältigeres Nahrungsangebot gibt. Zu berücksichtigen wäre auch die besonders starke Anwendung von Pestiziden in intensiv landwirtschaftlich genutzten Gebieten, die zu einer Verringerung der Artenzahl und Dichte führen kann. In weiterer Folge würde das zu einer Vergrößerung der Reviere führen, da es bekannt ist, daß auf Ackerland die Reviere größer sind als auf Feuchtwiesen (Glue & Scott 1980). Dieses Phänomen ist möglicherweise auf ein unterschiedliches

Nahrungsangebot zurückzuführen. Ein zusätzlich zu berücksichtigendes Resultat sind die Unterschiede des Insektenanteiles im Jahresverlauf. Hier waren die Amplituden im Seewinkel viel deutlicher ausgeprägt. Überraschenderweise war der Gipfel des Insektenanteils im August und September am höchsten. Ein Zeitpunkt, wo bekanntlich die Insektendichte im Abnehmen ist (Coppel & Mertins 1977), und die Säugetierdichte zunimmt. Auch Masman et al. (1988) zeigen, daß im Herbst Wühlmäuse, die für den Steinkauz wichtig sind, und Spitzmausdichte zunehmen. Der Grund der Zunahme des Insektenanteils im Gewölle ist nicht klar. So hat z. B. Becker (1958) bei Schleiereulen nachgewiesen, daß es ab August zu einem Anstieg der Feldmauspopulation kommt, die im Gewölleinhalt erkennbar ist. Eine herbstliche Zunahme an Insekten gegenüber Säugetieren ist dagegen auch aus dänischen Daten von Steinkäuzen bekannt (Laursen 1981). Auch in Bulgarien bestand die Nahrung bis in den Oktober hinein hauptsächlich aus Insekten (Popescu et al. 1986). Dieser hohe Insektenanteil könnte etwas mit der Fortpflanzung zu tun haben, da diese Zunahme in einer Zeit passiert, wo die ausgeflogenen Vögel noch gefüttert werden. Diese energetisch gesehen belastende Zeit könnte einen Nahrungsengpaß bewirken, der einen begrenzenden Faktor in der Fortpflanzung darstellt. Daher könnte es zu einem Übergang zu anderen verfügbaren Beutetypen kommen. Zusätzlich ist aber auch bekannt, daß die Nahrung von Jungvögeln hauptsächlich aus Wirbellosen besteht (rev. in Cramp et al. 1985). Wenn also ein solcher Nahrungsengpaß existiert, würde es einen Generalisten wie den Steinkauz dazu bringen, ein größeres Nahrungsangebot auszunutzen. Eine solche Vergrößerung des Nahrungsangebotes ist in einem Gebiet, wo es wenig menschlichen Einfluß in Form von intensiver Landwirtschaft, wie im Seewinkel, gibt, möglich. Die Verschlechterung der Nahrungsgrundlage wird durch Biotopzerstörung und Lebensraumveränderungen (Intensivierung der Landwirtschaft und Ausweitung von Siedlungsflächen) hervorgerufen (Petzhold und Raus 1973,

Loske 1978, Illner 1981). Im Gegensatz dazu kann die bessere Nahrungssituation mit einer höheren Artenvielfalt durch abwechslungsreiche Landschaften erreicht werden (Ullrich 1975, rev. in Illner 1981). Zusätzlich wurde von Illner (1981) gezeigt, daß besonders Pestizide zu einer langfristigen Abnahme von Eulenbeständen, hervorgerufen durch einen niedrigen Fortpflanzungserfolg, führen. Einerseits kommt es zu einer direkten Vergiftung der Embryonen und Nestlinge (Conrad 1977), und andererseits führt eine starke Anwendung von Pestiziden zu einer Verarmung der Insektenfauna.

Dieser Schluß ist von allgemeiner Bedeutung für den Schutz des Steinkauzes, da er die Bedeutung von Wiesen und die Notwendigkeit der Stilllegung von landwirtschaftlich intensiv genutzten Flächen unterstreicht.

8. LITERATUR

- Aschoff, J. (1965). *Circadian Clocks* ed. J. Aschoff, Amsterdam: North-Holland
- Bateson, P. P. G. (1966). The characteristics and context of imprinting. *Biol. Rev.* 41, 177-220.
- Bauer, K. (1989). *Rote Listen der gefährdeten Vögel und Säugetiere Österreichs*. Kärntner Universitäts-Druckerei Klagenfurt
- Becker, K. (1958). Die Populationsentwicklung von Feldmäusen im Spiegel der Nahrung von Schleiereulen. *Z. ang. Zool.* 45, 403-431.
- Berndt, P. Winkel, W. (1978). Zur Definition der Begriffe Biotop, Zootop, Ornitop - Ökoschema, Monoplex, Habitat. *Vogelwelt* 99, 141-146.
- Boxall, P. C. and Lein, M. R. (1982). Territoriality and habitat selection of female Snowy Owls (*Nyctea scandiaca*) in winter. *Can. J. Zool.* 60, 2344-2350.
- Catchpole, C. (1974). Habitat selection and breeding success in the reed warbler (*Acrocephalus scirpaceus*). *J. Anim. Ecol.* 43, 363-380.
- Cavé, A. J. (1968). The breeding of the Kestrel, *Falco tinnunculus* L., in the reclaimed area Oostelijk Flevoland. *Neth. J. Zool.* 18, 343-407.
- Cody, M. L. (1985). *Habitat selection in birds*. Academic Press, N.Y.
- Conrad, B. (1977). *Die Giftbelastung der Vogelwelt Deutschlands*. Kilda-Verlag Greven, 68 pp.
- Coppel, H. C., and Mertins, J. W. (1977). *Biological Insect Pest Suppression*. 314 pp. Springer-Verlag Berlin
- Coppinger, R. P. (1969). The effect of experience and novelty on avian feeding behaviour with references to the evolution of warning coloration in butterflies. Part I: Reactions of wild-caught adult blue jays to novel insects. *Behav.* 35, 45-60.
- Coppinger, R. P. (1970). The effect of experience and novelty on avian feeding behaviour with reference to the evolution of warning coloration in butterflies Part II: Reactions of naive birds to novel insects. *Am. Naturalist* 104, 323-335.

- Craighead J. J. and Craighead F. C. (1956). Hawks, Owls and Wildlife. Stackpole, Harrisburg, Pennsylvania.
- Cramp, S., Brooks, D. J., Dunn, E., Gillmor, R., Hollom, P. A. D., Hudson, R., Nicholson, E. M., Ogilvie, M. A., Olney, P. J. S., Roselaar, C. S., Simmons, K. E. L., Voous, K. H., Wallace, D. I. M., Wattle, J., and Wilson, M. G. (1985). Handbook of the Birds of Europe the Middle East and North Africa. Vol. 4, 432-615, Oxford Univ. Press..
- Cramp, S., Simmons, K. E. L., Gillmor, R., Hollom, P. A. D., Hudson, R., Nicholson, E. M., Ogilvie, M. A., Olney, P. J. S., Roselaar, C. S., Voous, K. H., Wallace, D. I. M., and Wattle, J. (1980). Handbook of the Birds of Europe the Middle East and North Africa. Vol. 2, Oxford Univ. Prss.
- Curio, E. (1976). The Ethology of Predation. Springer-Verlag, Berlin.
- Curry-Lindahl, K. (1961). Conservation and predation problems of birds of prey in Sweden. Brit. Birds 54, 297-306.
- Daan, S. (1981). Adaptive Daily Strategies in Behavior: in Handbook of Behavioral Neurobiology, ed. J. Aschoff, Vol. 4 Biological Rhythms. pp. 275-298 Plenum Press, New York.
- Delibes, M. Calderon, J., and Hiraldo, F. (1975). Seleccin de presa y alimentacion en Espana del Aguila Real (*Aquila chrysaetos*). Ardeola 21, 285-303.
- Erkinaro, E. (1972). Precision of the circadian clock in Tengmalm's Owl, *Aegolius funereus* (L.), during various seasons. Aquilo Ser. Zool 13, 48-52.
- Erkinaro, E. (1973a). Seasonal variation of the dimensions of pellets in Tengmalm's owl, *Aegolius funereus*, and the short-eared owl, *Asio flammeus*. Aquilo Ser. Zool. 14, 84-88.
- Erkinaro, E. (1973b). Structure of the diel activity period in Tengmalm's owl, *Aegolius funereus*, and the short-eared owl, *Asio flammeus*, and its seasonal changes. Aquilo Ser. Zool. 14, 59-67.
- Errington, P. L. (1930). The pellet analysis method of raptor food habits study. Condor 32, 292-296.
- Ewert, J. P. (1980). Neuro-Ethology. Springer-Verlag New York
- Exo, K.-M. (1981). Zur Nistökologie des Steinkauzes. Vogelwelt 102, 161-180.

- Exo, K.-M. (1983). Habitat, Siedlungsdichte und Brutbiologie einer niederrheinischen Steinkauzpopulation (*Athene noctua*). *Ökol. Vogel* 5, 1-40.
- Exo, K.-M. (1987). Das Territorialverhalten des Steinkauzes (*Athene noctua*). Inaug. Diss. d. Univ. Köln, 238 pp.
- Exo, K.-M. (1989). Tagesperiodische Aktivitätsmuster des Steinkauzes (*Athene noctua*). *Vogelwarte* 35, 94-114.
- Exo, K.-M., and Hennes, R. (1978). Empfehlungen zur Methodik von Siedlungsdichte-Untersuchungen am Steinkauz. *Vogelwelt* 99, 137-141.
- Festetics, A. (1959). Gewölleuntersuchungen an Steinkäuzen der Camargue. *La Terre et la Vie* 106 (1), 121-127.
- Frey, H. (1973). Zur Ökologie niederösterreichischer Uhupopulationen. *Egretta* 16, 1-68.
- Gargett, V. (1975). The spacing of Black Eagles in the Matopos, Rhodesia. *Ostrich* 46, 1-44.
- Géroudet, P., Guex, C. L., Maire, M., and Collaborateurs, (1983). Les oiseaux nicheurs du canton de Genève. *Museum de Genève*, p. 105.
- Getz, L. L. (1961). Hunting areas of the Long-eared Owl. *Wilson Bull.* 73, 79-82.
- Glue, D., and Scott, D. (1980). Breeding biology of the Little Owl. *Brit. Birds* 73, 167-180.
- Glue, D. E. (1969). Owl pellets. *Birds of the World* (ed. J. Gooders) ICP Magazines, London.
- Glutz v. Blotzheim, U. N. (1962). *Die Brutvögel der Schweiz*. Aarau.
- Glutz v. Blotzheim, U. N., Bauer, K. M. and Bezzel, E. (1971): *Handbuch der Vögel Mitteleuropas*. Bd. 4. Akademische Verlagsgesellschaft Wiesbaden.
- Glutz v. Blotzheim, U. N. and Bauer, K. M., (1980) *Handbuch der Vögel Mitteleuropas* Bd.9. Akademische Verlagsgesellschaft Wiesbaden.
- Glück, E. (1984). Habitat selection in birds and the role of early experience. *Z. f. Tierpsychol.* 66, 45-54.
- Glück, E., and Gassmann, H. (1990). Individuelle Erfahrung und Habitatwahl. *Proc. 100th DO-G Bonn 1988*, 351-358.

- Gould, G. I. (1977). Distribution of the Spotted Owl in California. *West. Birds* 8, 131-146.
- Haensel J. and Walther H. J. (1966). Beitrag zur Ernährung der Eulen im Nordharz-Vorland unter besonderer Berücksichtigung der Insektennahrung. *Beiträge zur Vogelkunde* 11 (6), 345-353.
- Haverschmidt, F. R. (1946). Observations on the breeding habits of the Little Owl. *Ardea* 34, 214-245.
- Herrera, C. M. (1974). Trophic diversity of the Barn Owl *Tyto alba*, in continental Western Europe. *Orn. Scand.* 5, 181-191.
- Herrlinger, E. (1973). Die Wiedereinbürgerung des Uhus (*Bubo bubo*) in der Bundesrepublik Deutschland. *Bonner zoolog. Monogr.* 4
- Hiraldo, F., Fernandez, F., and Amores F. (1975). rev. in Cramp et al 1980. *Donana Acta Vert.* 2, 25-55.
- Hiraldo, O., and Helo, P. (1981). The Great Grey Owl food inquiry. *Brit. Birds* 29, 302-305.
- Hogan-Warburg, A. J., and Hogan, J. A. (1981). Feeding strategies in the development of food recognition in young chicks. *Anim. Behav.* 29, 143-154.
- Hubl, H. (1952). Beiträge zur Kenntnis der Verhaltensweisen junger Eulenvögel in Gefangenschaft (Schleiereule *Tyto alba*, Steinkauz *Athene noctua* und Waldkauz *Strix aluco aluco*). *Z. Tierpsychol.* 9, 102-119.
- Ille, R. (1983). Ontogenese des Beutefangverhaltens beim Steinkauz. *J. Orn.* 124, 133-146.
- Illner, H. (1981). Populationsentwicklung der Eulen (Strigiformes) auf einer Probefläche Mittelwestfalens 1974 - 1979 und bestandsbeeinflussende Faktoren, insbesondere anthropogener Art. *Ökol. Vögel (Ecol. Birds)* 3, 301-310.
- Janes, S. W. (1985). Habitat Selection in raptorial birds. In: *Habitat Selection in Birds*, ed. M. Cody 159-188.
- Juillard, M. (1985). La Chouette chevêche. *Nos Oiseaux*, pp. 242.
- Kahmann, H. (1953). Das Ergebnis der Zergliederung von Eulengewöllen und seine wissenschaftliche Verwertung. *Ornith. Mitteilungen* 11, 201-206.

- Kaufman, D. W. (1974a). Differential owl predation on white and agouti *Mus musculus*. *Auk* 91, 145-150.
- Kaufman, D. W. (1974b). Differential predation on active and inactive prey by owls. *Auk* 91, 172-173.
- Kellomäki, E. (1977). Food of the Pygmy Owl *Glaucidium passerinum* in the breeding season. *Ornis Fennica* 54, 1-29
- Kenward, R. (1987). *Wildlife Radio Tagging*. pp. 222, Academic Press, London.
- Kesteloot, E. J. (1977). Present situation of Birds of Prey in Belgium. *Proc. ICBP World Conf. Birds of Prey Vienna 1975*.
- Knötzsch, G. (1978). Ansiedelungsversuche und Notizen zur Biologie des Steinkauzes (*Athene noctua*). *Vogelwelt* 99, 41-54.
- Korpimäki, E. (1981). On the ecology and biology of Tengmalm's Owl (*Aegolius funereus*) in Southern Ostrobothnia and Suomenselkä, Western Finland. *Acta Univ. Oul. A 118 Biol.* 13, 1-84.
- Korpimäki, E. (1988). Diet of breeding Tengmalm's Owls *Aegolius funereus*: long-term changes and year-to-year variation under cyclic food conditions. *Ornis Fennica* 65, 21-30.
- Krebs J. R., McCleery R. H. (1986), Optimization in Behavioural Ecology, 91-121, in: *Behavioural Ecology An evolutionary Approach*, ed. J. R. Krebs & N. B. Davies
- Laursen, J. T. (1981). Kirkeuglens *Athene noctua fodevalg* i Ostjylland. *Dansk orn. Foren. Tidsskr.* 75, 105-110.
- Leisler, B., Ley, H. W., and Winkler, H. (1987). Die Rolle von Lokomotion und Morphologie in der Habitatwahl der Rohrsänger (*Acrocephalus*). *J. Orn.* 128 (1), 114-118.
- Leisler, B., and Winkler, H. (1985). *Ecomorphology In: Current Ornithology* ed. R. F. Johnston. Vol.2. 155-186.
- Ley, H. W., and Leisler B. (1988) Verhaltensontogenese der Habitatwahl beim Teichrohrsänger (*Acrocephalus scirpaceus*). *J. Ornit.* 129 (3).
- Libois, R. (1977). Contribution a L'etude du regime alimentaire de la chouette cheveche (*Athene noctua*) en Belgique. *Aves* 14, 165-177.

- Libois, R. M. (1984). Le regime alimentaire de la chouette effraie. Cahiers d'ethologie appliquee 4.
- Loske, K.-H. (1986). Zum Habitat des Steinkauzes (*Athene noctua*) in der Bundesrepublik Deutschland. Die Vogelwelt 107, 81-101.
- Loske, K. H. (1978). Gezielte Maßnahmen zur Bestandserhaltung bzw. Vermehrung des Steinkauzes (*Athene noctua*) in Mittelwestfalen. Vogelwelt 99, 226-229.
- Loske, K. H. (1978). Hilfe für den Steinkauz. Ornithologische Mitteilungen 30, 19-21.
- Löhrl, (1959). Zur Frage des Zeitpunktes einer Prägung auf die Heimatregion beim Halsbandschnäpper (*Ficedula albicollis*). J. Ornith. 100, 132-140.
- Lorenz, K. (1935). der Kumpan in der Umwelt des Vogels J. Ornith. 80, 50-98.
- MacArthur, R. H., and Pianka, E. R. (1966). On optimal use of a patchy environment. Amer. Nat. 100, 603-609.
- Masman, D., Daan, S., and Dijkstra, C. (1988). Time allocation in the kestrel (*Falco tinnunculus*) and the principle of energy minimization. J. Anim. Ecol. 57, 411-432.
- Mayr, E. (1970). Evolution und Verhalten in Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft. Gustav Fischer Verlag.
- McFarland, D. (1981). The Oxford Companion to Animal Behaviour. Oxford University Press.
- McInville, W. B. and Keith, L. B. (1974). Predator-prey relations and breeding biology of the Great Horned Owl and Red-tailed Hawk in central Alberta. Can. Field-Nat. 88, 1-20.
- Metzger, L. (1967). An experimental comparison of screech owl predation on resident and transient whitefooted mice (*Peromyscus leucopus*). J. Mammal. 48, 387-391.
- Meyer-Holzappel, M., and Räber, H. (1975). Verhaltensstörungen beim Beuteerwerb handaufgezogener Waldkäuse *Strix aluco* und deren experimentelle Abklärung. Der Ornith. Beobachter 72, 18-22.
- Meyer-Holzappel, M., and Räber, H. (1976). Zur Ontogenese des Beutefangs beim Waldkauz (*Strix A. aluco* L.) Beobachtungen und Experimente. Behaviour 57, 1-48.

- Mikkola, H. (1983). *Owls of Europe*. T & AD Poyser, Calton.
- Morse, D. H. (1980). *Behavioral mechanisms in ecology*. Harvard University Press, Cambridge.
- Mueller, H. C. (1971). Oddity and specific searching image more important than conspicuousness in prey selection. *Nature* 233 (1), 345-346.
- Mueller, H. C. (1975). Hawks select odd prey. *Science* 188, 953-954.
- Newton, I., and Marquiss, M. (1976). Occupancy and success of nesting territories in the European Sparrowhawk. *Rap. Res.* 10, 65-71.
- Opdam, P. (1975). Intra- and interspecific differentiation with respect to feeding ecology in two sympatric species of the genus *Accipiter*. *Ardea* 63, PJ-Thissen.
- Opdam, P. J., Thissen, J., Verschuren, P., and Müskens, G. (1977). Feeding ecology of a population of Goshawk *Accipiter gentilis*. *J.Ornit.* 118, 35-51.
- Partridge, L. (1974). Habitat selection in titmice. *Nature* 247, 573-574.
- Partridge, L. (1976). Field and Laboratory observations on the foraging and feeding techniques of Blue tits (*Parus caeruleus*) and coal tits (*Parus ater*) in relation to their habitats. *Anim. Behav.* 24, 534-544.
- Petzhold, H., and Raus, T. H. (1973). Steinkauz Bestandsaufnahmen in Mittelwestfalen. *Anthus* 10, 25-38.
- Picozzi, N., and Wier, D. (1974). Breeding biology of the Buzzard in Speyside. *Br. Birds* 67, 199-210.
- Popescu, A., Nitu, E., and Negrea, I. (1986). Insects, an important component part of the food of the Little Owl (*Athene noctua noctua scop.*) in summer time. *Anala de biologie* 35, 17-20.
- Räber, H. (1949). Das Verhalten gefangener Waldohreulen (*Asio otus otus*) und Waldkäuze (*Strix aluco aluco*) zur Beute. *Behaviour* 2, 1-95.
- Rabinowitch, V. E. (1968). The role of experience in the development of food preferences in gull chicks. *Anim. Behav.* 16, 425-428.

- Renzoni, A., and Lovari, S. (1977). The Food Habits of the Barn Owl in an Area of Central Italy. Proc. World Conf. on Birds of Prey, Vienna 1975, ed. R.D. Chancellor ICBP London, 276-280.
- Rusch, D. H., Meslow, E. C., Doerr, P. D., and Keith, L. B. (1972). Response of Great Horned Owl populations to changing prey densities. J. Wild. Manag. 36, 282-296.
- Scherzinger, W. (1974). Zur Ethologie und Jugendentwicklung der Schnee-Eule (*Nyctea scandiaca*) nach Beobachtungen in Gefangenschaft. J. Orn. 115, 8-49.
- Schmitz-Scherzer, E. and Dorn, A. (1984). Untersuchungen an Gewöllen von Schleiereulen (*Tyto alba*) und Steinkäuzen (*Athene noctua*). Orn. Mitteilungen 1.
- Schober, F. (1986). Telemetrische Ortungsverfahren und ihre Grenzen in der wildbiologischen Forschung. Z. f. Jagdwissenschaft 32, 65-75.
- Schwarzenberg, L. (1970). Hilfe unserem Steinkauz. DBV Jahresheft, 20-23.
- Sensenig E. C. (1945). The formation of pellets by the Barred Owl. Wilson Bull. 57, 132
- Sibley, R. M., and Calow, P. (1986). Physiological Ecology of Animals. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Simeonov S. D. (1968). Materialien über die Nahrung des Steinkauzes (*Athene noctua Scopoli*) in Bulgarien. Fragm. Balc. 6, 157-164.
- Snyder, N. F. R., and Snyder, H. A. (1969). A comparative study of mollusc predation by Limpkins, Everglade Kites, and Boat-tailed Grackles. Living Bird 8, 177-223.
- Southern, H. N., and Lowe, V. P. W. (1968). The pattern of distribution of prey and predation in Tawny owl territories. J. Anim. Ecol. 37, 75-97.
- Spano, S., Csermely, D., and Mainardi, D. (1986). Early food experience and later preferences in young red-legged partridges. Boll. Zool. 53, 365-367.
- Thiollay, J. M. (1968). Le régime alimentaire de nos rapaces: quelques analyses francaises. Nos Oiseaux 319, 249-269.
- Ullrich, B. (1973). Beobachtungen zur Biologie des Steinkauzes .Anz. orn. Ges. Bayern 12, 163-175.

- Ullrich, B. (1975). Bestandsgfährdung von Vogelarten im Ökosystem "Streuobstwiese" unter besonderer Berücksichtigung von Steinkauz *Athene noctua* und den einheimischen Würgerarten der Gattung *Lanius*. Beih.Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad. Württ. 7, 90-110.
- Ullrich, B. (1980). Zur Populationsdynamik des Steinkauzes (*Athene noctua*). Vogelwarte 30, 179-198.
- Uttendörfer, O. (1939). Neue Ergebnisse über die Ernährung der Greifvögel und Eulen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Visser, D. (1977). De Steenuil - in het Rijk van Nijmegen. De Mourik 3, 13-27.
- Winkler, H., and Leisler, B. (1985). Morphological Aspects of Habitat Selection in Birds. In: Habitat Selection in Birds. ed. Cody 1985, Academic Press, N.Y.
- Witherby, H. F., Jourdain, F. C. R., Ticehurst, N. F., and Tucker, B. W. (1940). The Handbook of British Birds. Witherby London (Revised edition 1943).
- Zach, R. (1979). Shell dropping: decision making and optimal foraging in Northwestern crows. Behav. 68, 106-117.
- Zerunian, S., Franzini, G., and Sciscione, L. (1982). Little Owls and their prey in a Mediterranean habitat. Boll. Zool. 49, 195-206.

## ZUSAMMENFASSUNG

Das Ziel dieser Arbeit war eine vergleichende Untersuchung von Populationsdynamik, Habitatwahl und Beutewahl beim Steinkauz in zwei verschiedenen Gebieten in Ostösterreich (Seewinkel und Marchfeld). Die Seewinkelpopulation war durch eine höhere Dichte an Individuen und ein natürlich vorkommendes Brutplatzangebot gekennzeichnet. Diese Populationsunterschiede stehen in Zusammenhang mit Unterschieden im jeweiligen Habitat wie z. B. ein höherer Anteil an Wiesen, weniger landwirtschaftliche Nutzflächen und einer höheren Artenvielfalt im Gewölle. Die Untersuchung unterstreicht eine mögliche negative Wirkung, die Landwirtschaft und Pestizide auf die Populationsentwicklung des Steinkauzes haben können.

In einem zweiten Ansatz wurde die angeborene oder gelernte bzw. geprägte Komponente der Beutewahl untersucht. Prägungsversuche mit weiß oder schwarz gefärbter Beute zeigten individuelle Variabilität in der Bedeutung der Beuteprägung. Zusätzlich wurden Umlernversuche auf andere, natürlich vorkommende Beutetierarten durchgeführt. Diese Experimente sowie die Freilanddaten deuten auf eine hohe Flexibilität in der Beutewahl des Steinkauzes hin.