

Aus dem Institut de Zoologie et d'Ecologie animale de l'Université de Lausanne

## Identifikation der ethologisch und ökologisch bedeutungsvollen Faktoren im Arten- und Habitatsschutz

Heinz Richner

Für einen wirksamen Schutz von bedrohten Tierarten in einer zunehmend urbanisierten Landschaft ist es wichtig, geeignete Habitate als Schutzzonen auszuscheiden. Dies verlangt eine korrekte Identifikation der spezifischen Ansprüche bedrohter Arten. Eine direkte Identifikation dieser Ansprüche ist sehr schwierig und deshalb mit einem grossen Unsicherheitsfaktor verbunden. Indirekt können wir aber davon ausgehen, dass diese Ansprüche erfüllt sind, wenn für eine Art in einem gegebenen Habitat der mortalitäts- und abwanderungsbedingte Abgang von Individuen im Gleichgewicht steht mit dem Zugang von Individuen, bestehend aus Zuwanderung und Produktion von künftigen Brütern. Im engeren Sinne sollte sogar der mortalitätsbedingte Abgang einzig durch den lokalen Nachwuchs kompensiert werden.

In der ornithologischen Praxis wird zur Beurteilung der Lebensraumqualität oft der Bruterfolg von lokalen Brütern, gemessen an der Anzahl flügger Nestlinge, beigezogen. In der vorliegenden Arbeit möchte ich dieses oft verwendete Mass kritisch beleuchten und die mit der Beurteilung verbundene Problematik aufzeigen. Anhand meiner Untersuchungen an Rabenkrähen möchte ich exemplarisch darstellen, dass nicht die Quantität flügger Nestjunge, sondern vielmehr deren Qualität das für den Fortpflanzungserfolg entscheidende Mass repräsentiert.

Die Untersuchung wurde in und um Lausanne VD an städtischen und ländlichen Populationen der Rabenkrähe durchgeführt. Rabenkrähen sind allgemein streng

territorial. Im vorliegenden Untersuchungsgebiet verteidigen die Brutpaare im urbanen Habitat ihr Territorium ganzjährig, die Paare im ruralen Habitat nur während der Brutzeit. Ganzjährig finden sich in den nicht verteidigten (und wohl zum Brüten ungeeigneten) Zonen Gruppen von bis zu hundert Nichtbrütern. Viele dieser Nichtbrüter sind mehrjährig und zweifellos potentielle Brütern. Brutterritorien können als eine limitierende Ressource angesehen werden, zu der nur eine beschränkte Anzahl Krähen Zugang hat.

Der vorliegende Beitrag gibt einen summarischen Überblick über die verschiedenen in der englischen Fachliteratur publizierten Arbeiten (Richner 1989a, 1989b, 1989c, Richner et al. 1989, Richner 1990, 1991a, 1991b, Richner & Marclay 1991) meiner Forschung an Rabenkrähen. Das primäre Ziel dieser Forschung war allerdings nicht die Identifikation der für den Arten- oder Habitatsschutz bedeutsamen Faktoren, und es wird hier lediglich a posteriori versucht, einige der Befunde auf dieses Problem anzuwenden. Selbstverständlich ist die Rabenkrähe alles andere als bedroht, und die Studie sollte deshalb vielmehr als Modell für andere Arten verstanden werden. Oft ist es ja gar nicht möglich und auch nicht wünschbar, eine derart detaillierte Studie an einer seltenen Art durchzuführen. Trotzdem beleuchtet die Studie einen für das Artenschutzproblem wichtigen Aspekt; sie zeigt zudem die Bedeutung intensiver Langzeitstudien für die Lebensraumbewertung auf.

**Dank.** Die vorliegenden Arbeiten wurden vom Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung und von der Conservation de la Faune (VD) finanziell unterstützt.

## 1. Methoden

### 1.1. Untersuchungsgebiete

Die brutbiologischen Untersuchungen wurden an einer urbanen Population in Lausanne VD und an einer ruralen Population der Rabenkrähe in der Region von St. Saphorin sur Morges VD vorgenommen. Die intensiv untersuchte urbane Zone erstreckt sich über eine Fläche von 0,9 km<sup>2</sup> und umfasst Parkanlagen und Überbauungen. Das rurale Studiengebiet beschränkt sich auf eine Fläche von rund 4 km<sup>2</sup> und ist aus Landwirtschaftszonen, Hecken und kleineren Waldabschnitten zusammengesetzt.

### 1.2. Studienpopulation

Die urbane Zone enthielt eine in der Untersuchungszeit 1985–1989 relativ konstante Population von 33–35 Brutpaaren (BP), die rurale Zone 20 BP. Die Vögel waren teilweise individuell mit Flügelmarken und Farbringen markiert. Das Geschlecht der Individuen wurde endoskopisch bestimmt (Richner 1989c). Die Nester wurden zwischen dem Ausschlüpfen und dem Ausfliegen der Jungen in einem Abstand von je 4 Tagen besucht und die Jungen bezüglich Körpergewicht, Tarsus-, Flügel- und Schnabellängen vermessen. Die Distanz zwischen den Intertarsalgelenken wurde als Mass für die Tarsuslänge genommen. Sie ist etwas grösser als der wahre Tarsus, aber mit einem geringeren Fehler messbar. Die Tarsuslänge ist hochkorreliert mit anderen linearen Körpermassen (Richner 1989a) und kann deshalb als repräsentativer Ausdruck der linearen Körpergrösse verstanden werden. Der Tarsus erreicht seine Endgrösse etwa 3 Wochen nach dem Ausschlüpfen und bleibt danach in seiner Länge selbst über Jahre konstant (Richner 1989a). Das Geschlecht der Jungen wurde

zwischen dem 25. und dem 30. Tag nach dem Schlüpfen ebenfalls endoskopisch bestimmt.

Im weiteren wurden zwischen 1985 und 1988 mehr als 500 Rabenkrähen mit einer Falle gefallen. Alle Tiere wurden vermessen und individuell markiert; das Geschlecht wurde endoskopisch bestimmt und das Alter mit Hilfe der Federbänder ermittelt (Svensson 1984). Etwa 20 Individuen wurden mit Radiosendern versehen. Die Tiere wurden innerhalb eines Tages am Fangort wieder freigelassen.

### 1.3. Bruterfolg und Fortpflanzungserfolg

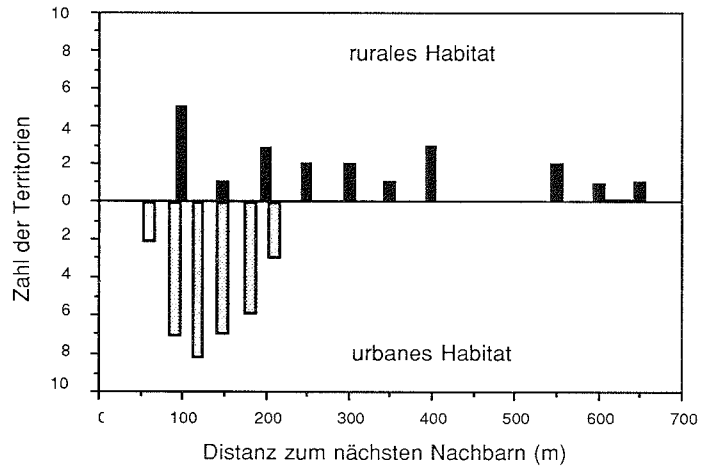
Als Bruterfolg wird in der vorliegenden Arbeit die Zahl flügger Junge pro Brutpaar bezeichnet (d.h. die Jungenquantität), als Fortpflanzungserfolg die Zahl flügger Junger pro BP, die potentiell später in ihrem Leben Territoriumsbesitzer werden und somit den Brüterstatus erreichen können (d.h. die Jungenqualität).

### 1.4. Statistische Auswertung

Die Wachstumskurven der Jungen nach dem Ausschlüpfen sind typischerweise sigmoid und werden, wie bei den meisten Singvögeln, durch die logistische Gleichung gut beschrieben. In der integrierten Form

$$y = \frac{a}{1 + b \times e^{(-kT)}}$$

enthält die Gleichung die drei Parameter *a*, *b* und *k*. *y* entspricht dem Körpergewicht oder einem linearen Körpermass, *T* bezeichnet die Anzahl Tage nach dem Ausschlüpfen. Der Parameter *a* definiert einen asymptotischen Wert für das untersuchte Körpermass, *b* ist eine Integrationskonstante, die verschiedene Individuen auf eine gemeinsame Zeitachse bringt, und *k* ist eine Wachstumskonstante. Der Parameter *k* ist umgekehrt proportional zur zeitlichen Dauer zwischen Ausschlüpfen und dem Erreichen der asymptotischen Endgrösse. Je höher der *k*-Wert, desto schneller wurde die Endgrösse erreicht. Der genaue Wert



**Abb. 1.** Verteilung der Brutterritorien im städtischen und ländlichen Habitat. Das Frequenzhistogramm zeigt die kleinsten Distanzen zwischen benachbarten Nestern.

dieser Parameter wurde, über einen iterativen Prozess, mittels der Methode kleinster Quadrate bestimmt. Zum Verständnis der vorliegenden Arbeit ist einzig der Parameter  $k$  von Bedeutung.

Die in den statistischen Tests angegebenen Irrtumswahrscheinlichkeiten sind zweiseitig.

## 2. Resultate

### 2.1. Verteilung der Brutterritorien in urbanen und ruralen Habitaten

Die räumliche Verteilung der Brutterritorien zeigt, dass die Individualdistanzen zwischen territorialen Nachbarn im ruralen Habitat deutlich grösser sind als im urbanen Habitat (Abb. 1). Im urbanen Habitat beträgt die mittlere Distanz ( $\pm 1$  Standard-

abweichung) zwischen den 33 Nestern des Untersuchungsgebietes  $135 \pm 43$  m, im ruralen Habitat zwischen den 21 Nestern hingegen  $298 \pm 177$  m. Der Unterschied ist signifikant (Mann-Whitney-U-Test,  $z = 3,7$ ,  $P < 0,001$ ). Dies ergibt eine Populationsdichte von  $36,7$  BP/km<sup>2</sup> im urbanen und von nur  $5,3$  BP/km<sup>2</sup> im ruralen Habitat.

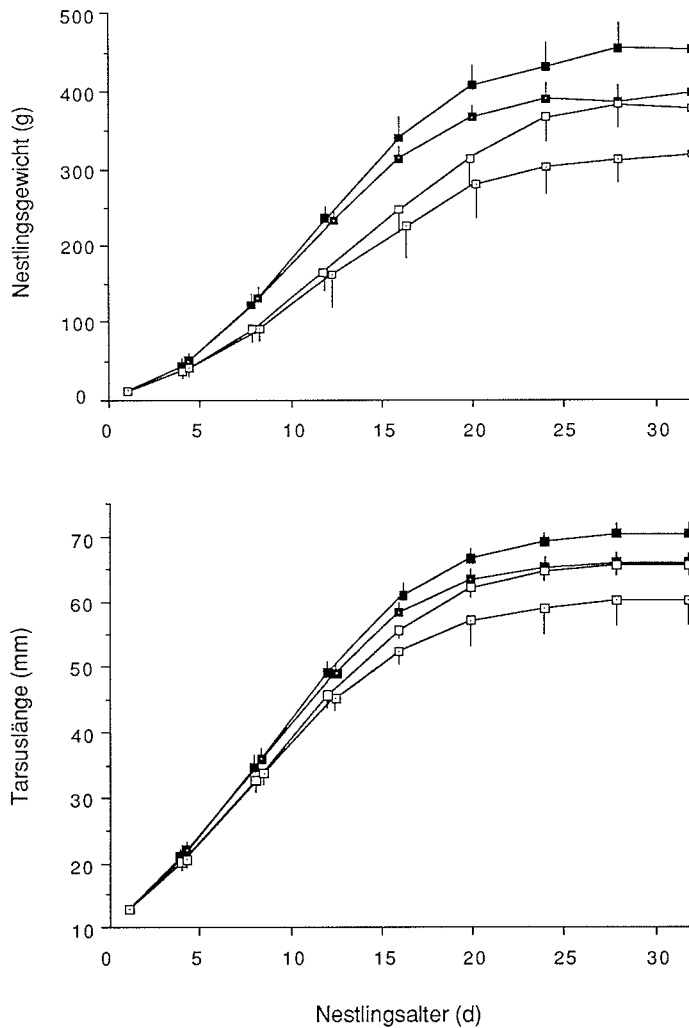
### 2.2. Habitatspezifische Jungenentwicklung

Innerhalb derselben Geschlechtsklasse zeigen die Jungen im urbanen Habitat eine deutlich langsamere Gewichtszunahme als die Jungen im ruralen Habitat. Sie erreichen ein geringeres Endgewicht (Tab. 1) signifikant später (tiefere  $k$ -Werte in Tab. 1).

Das lineare Körperwachstum, dargestellt am Beispiel der Tarsusentwicklung, ver-

**Tab. 1.** Mittleres Nestlingsgewicht ( $\pm 1$  Standardabweichung) von Rabenkrähen vor dem Ausfliegen und Wachstumsparameter  $k$  ( $\pm 1$  Standardabweichung) in Abhängigkeit vom Geschlecht und Bruthabitat.  $n$  = Anzahl Individuen,  $P$  = Irrtumswahrscheinlichkeit.

		Nestlingsgewicht (g)	n	P	k	P
Männchen	rural	$443 \pm 53$	24	< 0,001	$0,355 \pm 0,007$	< 0,001
	urban	$389 \pm 38$	24		$0,267 \pm 0,009$	
Weibchen	rural	$392 \pm 29$	21	< 0,001	$0,358 \pm 0,007$	< 0,001
	urban	$326 \pm 44$	27		$0,248 \pm 0,013$	



**Abb. 2.** Gewichtszunahme (oben) und Tarsuswachstum (unten) der Nestlinge zwischen dem Ausschlüpfen und dem Ausfliegen, in Abhängigkeit vom Geschlecht und vom Bruthabitat. Ausgefüllte Symbole: Vögel im ländlichen Habitat; Offene Symbole: Vögel im städtischen Habitat. Jeweils oben ♂, unten ♀.

läuft im urbanen Habitat langsamer als im ruralen (Abb. 2). Die Tarsi der flügenden Jungvögel sind im urbanen Habitat kleiner. Allerdings wird die Endgröße des Tarsus in beiden Habitaten in einer vergleichbaren Zeitspanne erreicht (siehe k-Werte in Tab. 2). Das Federwachstum der Nestlinge im urbanen Habitat ist gleichermassen verlangsamt (Richner 1989a).

### 2.3. Bruterfolg

Im ruralen Habitat zogen 36%, im urbanen Habitat 39% aller Territoriumsbesitzer erfolgreich Junge auf. Die Eier oder Jungen der übrigen Territoriumsbesitzer wurden zu unterschiedlichen Entwicklungsstadien geraubt oder verlassen. Erfolgreichen Bruten im ruralen Habitat entflohen im Mittel 2,7 Junge; im urbanen Habitat verliessen im Mittel nur 1,5 Junge pro erfolgreiche Brut das Nest.

**Tab. 2.** Mittlere Tarsuslänge ( $\pm 1$  Standardabweichung) der Nestlinge vor dem Ausfliegen und Wachstumsparameter  $k$  ( $\pm 1$  Standardabweichung) in Abhängigkeit vom Geschlecht und Bruthabitat.  $n$  = Anzahl Individuen,  $P$  = Irrtumswahrscheinlichkeit.

		Tarsuslänge (mm)	n	P	k	P
Männchen	rural	70,0 $\pm$ 2,4	24	< 0,001	0,213 $\pm$ 0,019	n.s.
	urban	65,8 $\pm$ 1,4	24		0,208 $\pm$ 0,019	
Weibchen	rural	66,0 $\pm$ 2,1	21	< 0,005	0,218 $\pm$ 0,021	n.s.
	urban	60,5 $\pm$ 4,0	27		0,211 $\pm$ 0,012	

#### 2.4. Konsequenzen unterschiedlicher Körpergrösse

Wie oben gezeigt, wachsen die Jungen im urbanen Habitat zu einer geringeren linearen Körpergrösse heran. Die interessante Frage ist nun, wie sich diese Körpergrößenunterschiede auf die soziale Stellung des Individuums sowie auf dessen Zugang zu Ressourcen, die sowohl für das Überleben als auch für die Fortpflanzung bedeutend sind, auswirken.

##### 2.4.1. Körpergrösse und soziale Dominanz

Zur Untersuchung des Einflusses der Körpergrösse auf die soziale Dominanz wurden die agonistischen Interaktionen zwischen markierten Individuen bekannten Alters, bekannten Geschlechts und bekannter Körpergrösse untersucht. Dazu wurde von Januar bis März morgens ein Stück gefrorenes Hackfleisch ausgelegt und danach für jede Interaktion zwischen zwei individuell markierten Rabenkrähen der Gewinner und der Verlierer ermittelt.

Von 108 Auseinandersetzungen zwischen  $\sigma$  und  $\varphi$  wurden 99 (91%) von den  $\sigma$  gewonnen ( $\chi^2 = 75,0$ ,  $P < 0,001$ ). Von 204 Auseinandersetzungen zwischen erstjährigen und mehrjährigen Individuen wurden 188 (92%) von den älteren Individuen gewonnen ( $\chi^2 = 145,0$ ,  $P < 0,001$ ). Sowohl Geschlecht als auch Alter beeinflussen somit signifikant das Resultat dieser Interaktionen.

Zur Untersuchung des Körpergrösseneffekts ist es folglich notwendig, die Interaktionen innerhalb derselben Alters- und Ge-

schlechtsklasse zu analysieren. In 35 Interaktionen zwischen juvenilen  $\sigma$  gewann das grössere Individuum ( $\chi^2 = 8,3$ ,  $P < 0,01$ ), und von 140 Interaktionen zwischen adulten  $\sigma$  wurden 101 zugunsten des grösseren Individuums entschieden ( $\chi^2 = 27,5$ ,  $P < 0,001$ ). Die Körpergrösse hat somit einen signifikanten Einfluss auf das Resultat von interindividuellen Auseinandersetzungen.

##### 2.4.2. Körpergrösse und Zugang zu Nahrung

Für eine Anzahl markierter Individuen wurde die zeitliche Dauer, während der ein Individuum am gefrorenen Stück Fleisch frass, aufgenommen. Wie Tab. 3 zeigt, haben  $\sigma$  im Mittel zwischen 18% und 20% der Zeit Zugang zu dieser Nahrungsquelle,  $\varphi$  hingegen nur während 5–7% der Zeit. Das Alter hingegen hat einen nur unbedeutenden Effekt auf die prozentuale Dauer des Zugangs. Eine Kovarianzanalyse (Tab. 4) der winkeltransformierten Prozentwerte zeigt, dass die Körpergrösse die Zugangsdauer zu dieser Nahrungsquelle si-

**Tab. 3.** Prozentualer Zugang zur Nahrung während eines 5-Minuten-Beobachtungsintervalls.  $n$  = Anzahl Individuen.

		Zugang (6%)	n
Männchen	juvenil	18,3	8
	adult	20,3	32
Weibchen	juvenil	5,3	14
	adult	7,6	3

**Tab. 4.** Varianzanalyse betreffend den prozentualen Zugang zur Nahrung in einem 5-Minuten-Beobachtungsintervall. FG = Freiheitsgrade, P = Irrtumswahrscheinlichkeit.

	F-Wert	FG	P
<i>Kovariante:</i>			
Körpergrösse Tarsuslänge)	20,15	1	<0,001
<i>Faktoren:</i>			
Alter (juvenil/adult)	0,19	1	0,66
Geschlecht	6,32	1	0,015
<i>Faktorinteraktion:</i>			
Alter × Geschlecht	0,43	1	0,51

gnifikant beeinflusst. Grössere Individuen sind bevorteilt, und dies kann in Zeiten der Nahrungsknappheit möglicherweise von Bedeutung sein.

#### 2.4.3. Körpergrösse und Zugang zu Brutterritorien

Brutterritorien stellen eine nur in begrenztem Masse verfügbare Ressource dar, zu der folglich bestimmte Individuen Zugang haben und andere nicht. Im Zusammenhang mit dem obigen Befund einer habitatsabhängigen Jungenenwicklung und habitatspezifischer Körpergrösse der Jungen beim Ausfliegen stellt sich die Frage, in welchem Masse der Territoriumserwerb körpergrössenabhängig ist. Vom ökologischen und evolutiven Standpunkt her ist die Produktion von Jungen, denen es später nicht möglich ist, sich fortzupflanzen, einem misslungenen Brutversuch gleichwertig.

Die Körpergrössen der Jungen in den beiden Habitaten sind, für die Geschlechter getrennt, als Frequenzhistogramme (Abb. 3) dargestellt. Sie zeigen, dass in ruralen Habitaten eine höhere Zahl von flügenden Jungvögeln deutlich grösser ist als in urbanen Habitaten. Sowohl männliche als auch weibliche Brüter und somit Territoriumsbesitzer sind praktisch ausnahmslos relativ gross. Männliche Brüter weisen Tarsuslängen von mindestens 68 mm auf, weib-

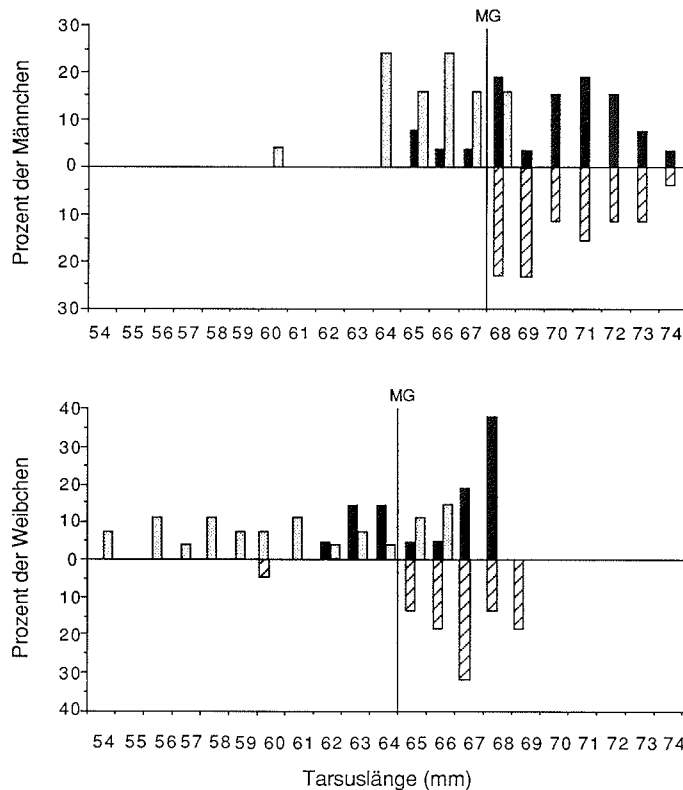
liche Brüter, mit einer Ausnahme, Längen von mindestens 65 mm. Nur 24% der flügenden Jungvögel im urbanen Habitat liegen oberhalb dieser kritischen Grösse, währenddessen 79% der flügenden Jungvögel im ruralen Habitat darüber liegen. Es sei hier daran erinnert, dass sich die lineare Körpergrösse (z.B. die Tarsuslänge) eines flügenden Jungvogels nach dem Ausfliegen nicht mehr verändert, auch nicht im Adultstadium.

#### 2.5. Fortpflanzungserfolg in urbanen und ruralen Habitaten

Im ruralen Studiengebiet haben jährlich 36% aller Territoriumsbesitzer im Durchschnitt 2,7 flügge Junge hervorgebracht, im urbanen Gebiet pflanzten sich 39% der Territoriumsbesitzer erfolgreich fort und produzierten im Mittel 1,5 Junge. Werden nun diese Werte mit dem Anteil der Jungen über der kritischen Körpergrösse multipliziert (d.h.  $0,36 \times 2,7 \times 0,79$ ), so ergibt sich eine Nettoproduktion von 0,76 Jungen, die später potentielle Brüter sind, pro territoriales Paar und pro Jahr im ruralen Habitat. Im urbanen Habitat werden vergleichsweise nur 0,14 Junge (d.h.  $0,39 \times 1,5 \times 0,24$ ) pro territoriales Paar und pro Jahr produziert.

### 3. Diskussion

In Studien zur Evaluation der Qualität von Habitaten als Lebensraum verschiedener Organismen wird oft der Bruterfolg der Individuen als kritisches Mass herbeigezogen. Die vorliegende Studie zeigt, dass weniger der numerische Bruterfolg als vielmehr die Qualität der Jungen das entscheidende Mass darstellen kann. Die Zahl flügger Junge pro Brutpaar und Jahr (der Bruterfolg) von Rabenkrähen im urbanen Habitat (1,5 flügge Junge) ist etwa 1,8mal geringer als diejenige in ruralen Habitaten (2,7 flügge Junge). Viel bedeutender jedoch als die Quantität der produzierten Jungen ist deren Qualität: die Jungen im ruralen Habitat



**Abb. 3.** Das nach oben gerichtete Frequenzhistogramm zeigt die Tarsuslängen der Nestlinge im urbanen (punktiert) und im ruralen Habitat (schwarz). Im Vergleich dazu sind im nach unten gerichteten Histogramm die Tarsuslängen der Brüter aufgetragen. MG = minimale Grösse zur Erlangung des Brüterstatus. Oberes Diagramm für ♂, unteres für ♀.

sind beim Ausfliegen signifikant grösser, und die Chance eines Individuums, später Territoriumsbesitzer zu werden, ist rund 3,3mal grösser als die Chancen der im urbanen Habitat aufgewachsenen Individuen. Vom Naturschutzaspekt her oder auch aus evolutiver Perspektive sind im allgemeinen nur die Individuen, die sich später selbst wieder fortpflanzen, von Bedeutung.

Heisst das nun, dass sich urbane Populationen nicht selbst erhalten, also der mortalitätsbedingte Abgang von Individuen nicht durch die Produktion von künftigen Brütern kompensiert wird, und dass die urbanen Habitate konsequenterweise ständig von Individuen aus ruralen Populationen wieder aufgefüllt werden? Mit anderen Worten, besteht ein Individuenfluss vom Land in die Stadt, oder sind rurale und urbane Populationen langzeitstabil?

Diese Frage im allgemeinen, das heisst nicht auf den spezifischen Fall der Rabenkrähe bezogen, ist für den Natur-, Arten- und Habitatsschutz von grösster Bedeutung, da in den Schutzbemühungen nicht die erste, sondern die zweite Möglichkeit als klares Ziel angesehen werden muss. Man möchte ja nicht suboptimale Habitate schützen oder kreieren, in denen sich Populationen nur über einen Nettozufluss von Individuen aus optimaleren Habitaten zu erhalten vermögen.

Der spezifische Fall der Rabenkrähe zeigt jedoch den Komplexitätsgrad dieser Frage auf. Trotz der grossen Unterschiede in Jungenquantität und -qualität ist es möglich, dass die beiden Population langzeitstabil sind: Die Resultate der letzten 7 Jahre dieser Studie weisen darauf hin, dass die Persistenz der Territoriumsbesitzer in den

beiden Habitaten deutlich verschieden ist. Die meisten Besitzer im urbanen Habitat haben ihr Territorium über alle 7 Jahre behalten, während die Besitzer in den ruralen Habitat nicht länger als 1–2 Jahre im selben Territorium verweilen und sich dann, während der Brutzeit, wieder in den Nichtbrütergruppen befanden. Somit ist es möglich, dass der lebenslange Fortpflanzungserfolg (d.h. die während der ganzen Lebensdauer eines Individuums produzierten Jungen, die potentiell Brüterstatus erreichen können) der Individuen in städtischen und landwirtschaftlichen Habitaten nicht wesentlich verschieden ist. Zudem scheint es, dass der Territoriumserwerb im städtischen Habitat vor allem über die tatkräftige Mithilfe verwandter Individuen abläuft: Söhne im städtischen Habitat sind häufig über mehrere Jahre philopatrisch und helfen den Eltern sogar bei der Aufzucht von späteren Bruten; zu gegebener Zeit treten die Eltern einen kleineren Teil ihres Territoriums an einen Sohn ab und helfen ihm, dieses neue Territorium gegen die Nachbarn hin auszuweiten. Es besteht bisher auch kein Hinweis auf Zuwanderung vom landwirtschaftlichen in das städtische Habitat.

Von Nichtbiologen und Politikern wird oft nicht verstanden, weshalb Biomonitoring-, Umweltverträglichkeits- oder Lebensraumbewertungsstudien sehr zeit- und personalintensiv sein können. Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, dass eine korrekte Beurteilung die Frage nach der Selbsterhaltung der Population in einem Habitat beantworten sollte. Diese Antwort verlangt die Identifizierung der wichtigen Faktoren. Im vorliegenden Fall sind dies habitatsspezifische Reproduktionsparameter, die sowohl Quantität als auch Qualität der Jungen berücksichtigen. Die Qualität der Jungen kann nur über den Zusammenhang zwischen Phänotypvariabilität und dem Reproduktionspotential unterschiedlicher Phänotypen aufgedeckt werden. Das Reproduktionspotential ist beeinflusst durch die Überlebenswahrscheinlichkeit eines Phänotyps und dessen Zugang zu den

zur Reproduktion essentiellen Ressourcen wie beispielsweise Nahrung, Brutort oder Brutpartner. Da eine Population im Extremfall ausschliesslich durch Zuwanderung erhalten werden kann, ist die numerische Stabilität einer Population kein genügender Hinweis zur Einschätzung der Lebensraum- und Habitatqualität. Selbstverständlich bin ich mir bewusst, dass derartige intensive Studien nicht immer möglich sind oder dass zuweilen rasches Handeln im nach dem aktuellen Wissensstand bestmöglichen Sinn wichtiger sein kann. Trotzdem möchte ich mit diesen kurzen Ausführungen zeigen, dass «Biomonitoring-» oder auch Umweltverträglichkeitsprüfungsstudien ähnlichen Komplexitätsgraden Rechnung tragen sollten, und möchte ein Verständnis bezüglich zeitlichem Aufwand derartiger Studien wecken.

#### **Zusammenfassung, Résumé**

Diese Arbeit stellt eine Zusammenfassung meiner in der englischen Fachliteratur publizierten Arbeiten dar und versucht deren Resultate auf ein Artenschutzproblem anzuwenden.

Die für den Artenschutz wichtige Frage stellt sich allgemein nach der Stabilität und der Selbsterhaltung von Populationen in bestimmten, zu schützenden Habitaten. Die klare Absicht im Habitatsschutz besteht darin, diejenigen Habitate zu schützen, in denen sich Populationen selbst, und nicht nur über den Zufluss von Individuen aus optimaleren Habitaten, zu erhalten vermögen.

Im besonderen wird hier der Unterschied zwischen Brütererfolg und Fortpflanzungserfolg darzustellen versucht. Der Brütererfolg wird üblicherweise an der Zahl flügger Nestlinge gemessen. Der Fortpflanzungserfolg hingegen berücksichtigt unter den Nestlingen einer Brut nur diejenigen, die später Brüterstatus erreichen. Alle anderen Nestlinge sind vom Standpunkt des Artenschutzes her unwichtig, und die Unterscheidung zwischen Brut- und Fortpflanzungserfolg ist deshalb von grosser Bedeutung. Die vorliegende Arbeit hat zum Ziel, diese Unterscheidung zu illustrieren.

Die spezifischen Untersuchungen wurden an Rabenkrähen durchgeführt, also an einer nicht bedrohten Art. Fortpflanzungsraten und demographische Parameter wurden vergleichsweise für urbane und rurale Populationen gemessen. Es wird gezeigt, dass die Brüter im urbanen Habitat weniger Nestlinge produzieren als die Brüter im ruralen Habitat.



Der Hauptunterschied in der Jungenproduktion zwischen den beiden Habitats besteht jedoch darin, dass die Nestlinge im urbanen Milieu langsamer wachsen als diejenigen im ruralen Milieu, und dass sich dieser Wachstumsunterschied in einer geringeren linearen Körpergrösse niederschlägt. Dieser Körpergrössenunterschied erhält eine grosse Bedeutung dadurch, dass nur die grösseren Individuen Zugang zu Brutterritorien haben und folglich Brüterstatus erreichen können. Im ruralen Milieu werden also nicht nur quantitativ mehr, sondern vor allem qualitativ bessere Junge produziert. Im weiteren beeinflusst die Körpergrösse die soziale Stellung der Individuen und deren Zugang zu Nahrungsressourcen.

Die Frage nach der Selbsterhaltung der Populationen ist in der vorliegenden Arbeit nicht abschliessend geklärt. Wohl produzieren die Brutpaare im urbanen Milieu im Durchschnitt weniger Junge von geringerer Qualität; sie helfen aber später oft den qualitativ überdurchschnittlichen, häufig philopatrischen Jungen, sich ein Brutterritorium anzueignen. Es ist möglich, dass sich über diese Verhaltensmechanismen die urbane Population selbst erhält. Mit der vorliegenden Untersuchung zeigt sich auch die Bedeutung von Langzeitstudien an individuell markierten Tieren zur Lebensraumbeurteilung.

#### **Identification des facteurs éthologiques et écologiques importants pour la protection des espèces et de l'habitat**

Ce travail résume mes travaux publiés dans la littérature spécialisée et montre les applications possibles dans le contexte de la protection des espèces et de leur habitat.

La question importante concernant la protection des espèces se base en général sur la stabilité et le maintien par elles-mêmes des populations dans des habitats protégés. L'intention générale liée à la conservation consiste à protéger les habitats dans lesquelles les populations se maintiennent par elles-mêmes, et non par l'afflux d'individus provenant d'habitats plus optimaux.

Dans ce contexte, je souligne ici la différence entre le nombre de jeunes à l'envol et le succès reproducteur. Souvent confondu, les deux mesures sont loin d'être identiques. Contrairement au nombre de jeunes à l'envol, le succès reproducteur ne prend en compte que le nombre de jeunes d'une nichée qui par la suite atteindront le statut d'adultes reproducteurs. Du point de vue de la conservation des espèces ou de l'évolution, tous les autres jeunes n'ont pas d'intérêt et c'est la raison pour laquelle la différence entre les deux mesures est très importante. Le présent travail a pour but d'illustrer cette différence.

La recherche a été conduite sur des corneilles, une espèce loin d'être menacée. Le taux reproductif

et certains paramètres démographiques ont été mesurés en comparant une population provenant d'une région rurale avec une population urbaine. Les nichées urbaines contiennent moins de jeunes à l'envol que celles de l'habitat rural. La différence principale dans la production de jeunes entre les deux habitats réside par contre dans le fait que les poussins élevés dans le milieu urbain grandissent plus lentement et que cette différence de croissance a pour conséquence une taille corporelle linéaire réduite des individus. Cette différence de taille est très importante, car seuls les individus de grande taille obtiennent des territoires propices à la reproduction et par conséquent le statut d'adultes reproducteur. Dans le milieu rural, le nombre de jeunes est non seulement quantitativement plus grand, mais les jeunes sont surtout de qualité supérieure. En outre, la taille corporelle joue également un rôle dans le statut social et dans l'accès des individus aux ressources alimentaires.

Le présent travail ne conclut pas définitivement sur la question du maintien d'une population par elle-même. Les couples territoriaux du milieu urbain produisent en moyenne moins de jeunes par an et des jeunes de moins bonne qualité. Par contre, plus tard ils aident parfois quelques-uns de leurs jeunes à acquérir un territoire voisin. Par ces mécanismes comportementaux, il est possible que la population urbaine se maintient quand-même par elle-même. Cette recherche montre la signification des études à long terme menées sur des animaux individuellement marqués pour pouvoir évaluer la qualité des habitats ou les problèmes liés à la protection des espèces.

#### **Literatur**

- RICHNER, H. (1989a): Habitat-specific growth and fitness in Carrion Crows (*Corvus corone corone* L.). *J. Anim. Ecol.* 58: 427-440.
- RICHNER, H. (1989b): Phenotypic correlates of dominance in Carrion Crows and their effects on access to food. *Anim. Behav.* 38: 606-612.
- RICHNER, H. (1989c): Endoscopic laparoscopy: A field technique for sexing birds and an assessment of its effects on wild birds. *J. Field Orn.* 60: 137-142.
- RICHNER, H., P. SCHNEITER & H. STIRNIMANN (1989): Life history consequences of growth rate depression: an experiment with Carrion Crows. *Functional Ecology* 3: 617-625.
- RICHNER, H. (1990): Helpers-at-the-nest in Carrion Crows *Corvus corone corone*. *Ibis* 132: 105-108.
- RICHNER, H. (1991a): The growth dynamics of sexually dimorphic birds and Fisher's sex ratio theory: does sex-specific growth contribute to balanced sex ratios? *Functional Ecology* 5: 19-28.
- RICHNER, H. (1991b): The effect of extra-food on

fitness in breeding Carrion Crows. Ecology (im Druck).

RICHNER, H. & C. MARCLAY (1991): Evolution of avian roosting behavior: a test of the information center hypothesis and of a critical assumption. Anim. Behav. 41: 433–438.

SVENSSON, L. (1984): Identification guide to European passerines. 3. Aufl., Brit. Trust for Ornithology, Tring, Herts., England.

*Manuskript eingegangen 29. Juli 1991*

*PD Dr. Heinz Richner, Institut de Zoologie et d'Ecologie animale de l'Université de Lausanne, 1015 Lausanne*