

## Bruterfolg, Siedlungsdichte und Raumnutzung der Elster (*Pica pica*) in unterschiedlichen Habitaten

Jens Sachtleben, Theo Blick, Adi Geyer, Thomas Kröber und Stefan Pönisch

### 1. Einleitung

Nach dem „Fitness-Konzept“ sollte jedes Individuum versuchen im Laufe des Lebens seinen Fortpflanzungserfolg zu maximieren. Für Arten, die bei Aufzucht der Brut an ein Nest gebunden sind, bedeutet dies, nach Möglichkeit dort zu nisten, wo eine ausreichende Nahrungsversorgung und geringst möglicher Feinddruck bezogen auf die Lebenszeit eines Individuums eine maximale Fortpflanzungsrate ermöglicht. Die Verteilung der Nistplätze im Raum und der Bruterfolg müßten demnach auf diese Faktoren zurückzuführen sein.

Die Elster ist eine leicht zu erfassende, auffällige Art, die zudem auf relativ hohem trophischen Niveau steht. Somit sind interspezifische Konkurrenten und Räuber auf wenige Arten reduziert. Als mögliche Einflüsse auf Dichte und Bruterfolg werden die Nahrung (TATNER 1982a, 1983), die Qualität des Territoriums (HÖGSTEDT 1980a), interspezifische Konkurrenz zu Dohle (*Corvus monedula*, s. HÖGSTEDT 1980b) und Raben- bzw. Nebelkrähe (*Corvus corone*, z. B. VINES 1981, MØLLER 1983, GAST 1984), Räuber-Beute-Beziehungen zu Rabenkrähe (z. B. BAEYENS 1981) und Habicht (*Accipiter gentilis*, ELLENBERG et al. 1984) sowie Charakter und die Verfügbarkeit von Nistplätzen (TATNER 1982c) diskutiert. Dabei ergeben sich auffällige Unterschiede zwischen „Land“ und „Stadt“ (EDEN 1985).

Diese Arbeit stellt zunächst einen Versuch dar, durch einen multivariablen Ansatz aus den einzelnen oben genannten Faktoren die herauszuarbeiten, die auf Bruterfolg und Siedlungsdichte wesentlichen Einfluß haben.

Da das Verhalten einer Art nicht nur durch artspezifische Verhaltensmuster bestimmt wird, sondern auch vom „Angebot“ in ihrer Umwelt, wurde darüberhinaus die Nutzung des Untersuchungsgebietes durch die Elster mit dem tatsächlich dort vorhandenen Angebot verglichen.

### 2. Material und Methode

Untersuchungsgebiet ist das Meßtischblatt 6035 Bayreuth (49° 57' N, 11° 35' O), Teil des Obermainischen Hügellandes im Nordosten Bayerns; das Relief ist durch häufigen Höhenstufen-Wechsel (313 m—500 m) charakterisiert. Der Waldanteil beträgt 22 %, bebaut sind 18 %. In den verbleibenden Freiflächen dominiert das Grünland. Untersucht wurde eine Fläche von 128 km<sup>2</sup>, die für Elstern verfügbaren Frei- und Siedlungsflächen betragen 100 km<sup>2</sup>. Nach Vorarbeiten 1985, bei denen über 50 % der Reviere erfaßt wurden, wurden im Frühjahr 1986 mit

den eigentlichen Bestandserhebungen begonnen, zunächst bis Ende April alle neuen und wiederaufgebauten Nester aufgenommen, danach (bis Anfang Juli) nach Möglichkeit Brut und Bruterfolg festgestellt. Ein Nest wurde als bebrütet angesehen, wenn ein Altvogel auf dem Nest sitzend, oder ein Altvogel nach Anflug auf das Nest beim Einschlupf in das Nest, oder wenn Jungvögel beobachtet werden konnten.

Selten war der Abstand zwischen den Kontrollen so groß, daß ein eindeutiger Brutnachweis nicht möglich war. In diesen Fällen wird ein voll ausgebautes Nest als Brutversuch gezählt. Ein nicht ausgebautes Nest wurde als besetztes Revier ohne Brutversuch betrachtet, wenn zuvor wenigstens ein Altvogel mehr als einmal durch Revierstreitigkeiten oder revieranzeigendes Verhalten aufgefallen war (BAEYENS 1979). Altvögel ohne Nest, die Revierverhalten zeigten, wurden ebenfalls als Nichtbrüter registriert.

Bis auf wenige Ausnahmen wurden bis Anfang Juli alle bekannten Reviere auf ausgeflogene Jungvögel untersucht, bis es möglich war, den Bruterfolg und die Jungenzahl eindeutig festzustellen. Kontrollgänge wurden nur dann als erfolglos registriert, wenn ein Ansitz am Nest von mindestens 15 min keine Beobachtung ergab. Im Mittel wurden während der Brutperiode 1986 3,9 Kontrollgänge pro Revier durchgeführt.

Der „Brutstatus“ gibt an, ob es sich um Nichtbrüter, erfolglose oder erfolgreiche Brutpaare handelt (weitere Variablen s. Tab. 1).

Tab. 1. Zusammenstellung aller Parameter, die zur Charakterisierung der kartierten Nistplätze herangezogen wurden (Klassen durch / getrennt). — Independent variables used to characterize the mapped nesting places of the Magpie.

Variable — variable	Klassen und Einteilungskriterien — classes and classification-criterias
Habitat	Stadt: Reviere innerhalb von Siedlungsflächen der Stadt / Land: Reviere in rein ländlichem Raum / Stadtrand: Reviere zwischen Stadt und Land
Siedlungsrand	Entfernung zum Siedlungsrand; Siedlungsrand = 0; innerhalb von Siedlungen mit negativem Vorzeichen / außerhalb von Siedlungen mit positivem Vorzeichen
Höhenlage	Höhe über NN; Trennungspunkt: Median für alle Reviere; bis 358 m (1. Klasse) / über 358 m (2. Klasse)
Waldrand	Entfernung zum nächsten Waldrand; Trennungspunkt: Median der Revierabstände; bis 325 m (1. Klasse) / über 325 m (2. Klasse)
Wacholderdrossel Revierabstand	Kolonie vorhanden / nicht vorhanden Entfernung von einem Elstern-Reviermittelpunkt (= Standort des Nestes) zum nächsten; Trennungspunkt: Median für alle Reviere; bis 325 m (1. Klasse) / über 325 m (2. Klasse)
Nestausbau	Kugelnest: mit Dach / offenes Nest: von oben frei erreichbar
Nestalter	neu: diesjährig / alt: vorjährig
Horsthöhe	Höhe des Horstes über dem Erdboden; bis 10 m (1. Klasse) / 11–13 m (2. Klasse) / über 13 m (3. Klasse)
Exposition	exponiert: Lage des Horstes in den höchsten Bäumen des Revieres (1. Klasse) / nicht exponiert (2. Klasse)
Horstbaumtyp	einzel: Einzelbaum / Reihe: Horstbaum in Baumreihe / Gruppe: Horstbaum in kleiner Baumgruppe (2–10 Bäume) / Gehölz: Horstbaum in Gehölz (über 10 Bäume)
Blattaustrieb	immergrün / sommergrün

Bei einer ersten Analyse der Daten konnte kein Einfluß von Habicht, Rabenkrähe und Dohle auf Bruterfolg und Siedlungsdichte festgestellt werden, wohl weil diese Arten nur in geringer Dichte vertreten waren (Rabenkrähe: 30–60 Brutpaare, Habicht 1 Brutpaar, 3 nicht-brütende Einzelvögel, Dohle: wenige Paare im Stadttinneren).

Um Daten über das Strukturangebot im Untersuchungsgebiet zu erhalten, wurden die Koordinaten von 150 Zufallspunkten ermittelt, die auf einem 25-Meter-Raster über das Untersuchungsgebiet gestreut sind. Für jeden Punkt wurden verschiedene Parameter aufgenommen und mit den entsprechenden Daten der tatsächlichen Brutplätze verglichen (MARCUM & LOFTSGAARDEN 1980). Um bei der getrennten Betrachtung der einzelnen Habitats das Landschaftspotential besser analysieren zu können, wurden in der Stadt und am Stadtrand zur Erhöhung der Stichprobenzahl zusätzlich 117 Zufallspunkte ausgewertet.

Neben den üblichen nichtparametrischen Tests und der Diskriminanzanalyse, die auch bei nicht normalverteilten Werten als relativ robust gilt, wurde eine schrittweise logistische Regression (BMDPLR) durchgeführt, die es ermöglicht, dichotome Zielvariable auszuwerten (FIENBERG 1977). Im Grunde handelt es sich um die Regression des Logarithmus des Verhältnisses von Erfolgs- zu Fehlerwahrscheinlichkeit für eine binäre Zielvariable gegen eine Anzahl unabhängiger, kategorialer Variablen. Jede unabhängige Variable wird durch „Trennungspunkte“ in Klassen aufgeteilt (Tab. 1), für die sich „Effekte“ bestimmen lassen, die Ausdruck für den Einfluß auf die Zielvariable sind (Beispiel in Tab. 3). Die Summe der Effekte einer Variablen ist 0; Effekte bei Variablen mit zwei Klassen unterscheiden sich daher nur in ihrem Vorzeichen, weshalb nur der Effekt durch die höhere Klasse angegeben werden braucht. Die Auf- und Rücknahme der Variablen erfolgt ähnlich der schrittweisen multiplen Regression, wenn ein bestimmtes Signifikanzniveau über- bzw. unterschritten wird. Nach dem letzten Schritt der Analyse war in keinem Fall mehr ein signifikanter Unterschied zwischen Modell und Nullmodell feststellbar.

Für die Irrtumswahrscheinlichkeiten wurden folgende Abkürzungen verwendet: (\*):  $0,1 \geq p > 0,05$ ; \*:  $0,05 \geq p > 0,01$ ; \*\*:  $0,01 \geq p > 0,001$ ; \*\*\*:  $p \leq 0,001$ . Alle statistischen Tests waren zweiseitig.

Wir danken H. ZWOLFER, der es uns ermöglichte, diese Arbeit im Rahmen eines Großpraktikums am Lehrstuhl Tierökologie I der Universität Bayreuth durchzuführen. R. BRANDL, E. BEZZEL und W. RIESS danken wir für die kritische Kommentierung erster Entwürfe dieser Arbeit.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Siedlungsdichte

Im direkten Vergleich war die Siedlungsdichte auf dem Land am geringsten, in der Stadt am höchsten (Tab. 2). Aus statistischen Gründen sind Siedlungsdichteangaben auf verschiedenen großen Flächen aber nicht direkt vergleichbar, sondern folgen einer doppelt logarithmischen Beziehung zur Größe der untersuchten Fläche (SCHERNER 1981, BEZZEL 1982). Daher wurden 21 Literaturstellen mit insgesamt 73 Einzelangaben (bei mehrjährigen Untersuchungen Mittelwert) mit den aus der entsprechenden Gleichung von BEZZEL (1982) berechneten Werte verglichen. Die Literaturangaben lagen aber fast ausnahmslos über den berechneten Werten, so daß mittels einer Regressionsanalyse zunächst eine neue Kurve ermittelt wurde, sie hat die Form:

$$\log(\text{Dichte}) = 0,85 - 0,46 \log(\text{Fläche}) \quad (1)$$

( $r^2 = 0,60$ ,  $p < 0,0001$ ,  $n = 73$ ).

Tab. 2. Siedlungsdichte der Elster. — Density of Magpies.

	Fläche (km <sup>2</sup> ) area (km <sup>2</sup> )	Reviere/km <sup>2</sup> territories/km <sup>2</sup>	Brutpaare/km <sup>2</sup> breeding pairs/ km <sup>2</sup>	Verhältnis Be- obachtungs- zu Erwartungswert — observed density / ex- pected density
Gesamt — Total	100,3	1,55	1,33	1,35
Stadt — urban	7,7	5,31	4,66	1,64
Stadttrand — outskirts	22,3	2,61	2,47	1,28
Land — rural	70,3	0,81	0,61	0,48
innerhalb v. Siedlungen — within settlements	22,3	3,82	3,50	2,78
außerhalb v. Siedlungen — out of settlements	78,0	0,91	0,72	0,59

Bezieht man die Dichteangaben nur auf Flächen ohne Waldanteil wird die Kurve nach unten verschoben:

$$\log(\text{Dichte}) = 0,78 - 0,37 \log(\text{Fläche}) \quad (2)$$

( $r^2 = 0,44$ ,  $p < 0,0001$ ,  $n = 34$ , Abb. 1),

d. h. die Siedlungsdichte ist auf waldlosen Flächen erwartungsgemäß höher.

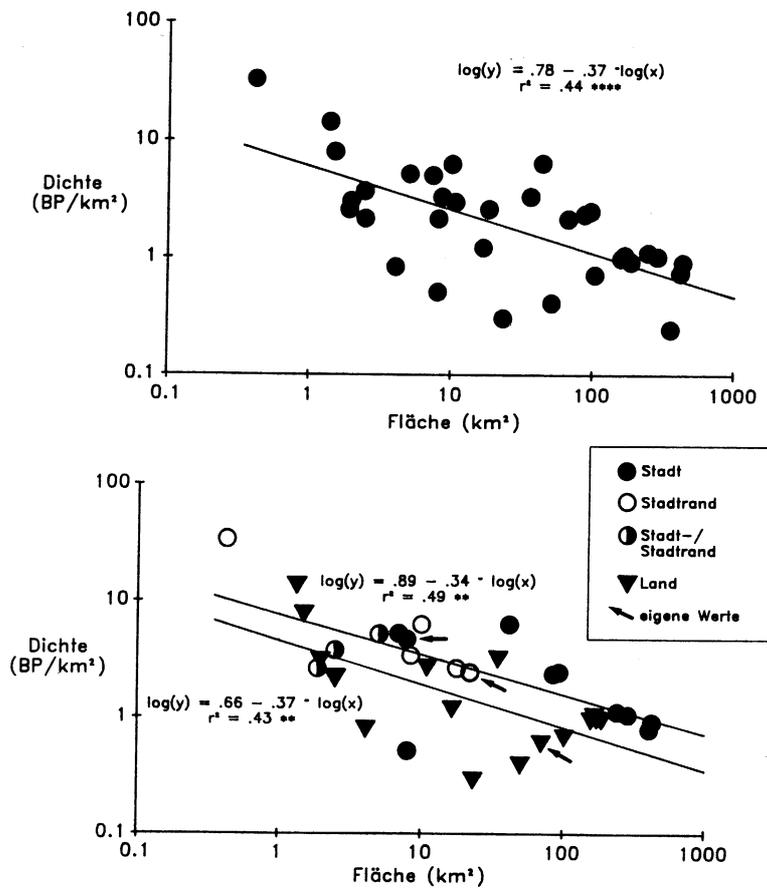
Werden die Bayreuther Siedlungsdichteangaben entsprechend dieser Gleichung korrigiert, so verringert sich der Unterschied zwischen den einzelnen Habitaten, bleibt aber grundsätzlich bestehen (Tab. 2, letzte Spalte); die Siedlungsdichte des gesamten Untersuchungsgebietes liegt 35 % über dem Erwartungswert.

Viele Literaturangaben kann man den einzelnen Habitatklassen (Tab. 1) zuordnen und entsprechende Gleichungen entwickeln. Mittels Kovarianzanalyse statistisch absicherbar war aber nur eine Trennung in Land- sowie Stadt- und Stadttrandgebiete (Abb.,  $p < 0,05$ ).

Tab. 3. Revierabstände in Abhängigkeit der Parameter von Tab. 1 mittels schrittweiser logistischer Regression (Zielvariable: 0 = Abstand zum nächsten Revier-Mittelpunkt bis 325 m / 1 = über 325 m); die Effekte beziehen sich auf den letzten Schritt der Regressionsanalyse, der  $p$ -Wert gilt für die Aufnahme im betreffenden Schritt der Analyse; Signifikanzniveau für die Aufnahme bei  $p \leq 0,05$ , für die Herausnahme bei  $p > 0,10$ ; die Wahrscheinlichkeit  $p_i$ , daß ein Revier weiter als 325 m vom nächsten Revier entfernt ist, berechnet sich nach:  $\ln(p_i/1 - p_i)$  = Konstante + Effekte; für ein Revier außerhalb von Siedlungen mit Wacholderdrossel und exponiertem Horst z. B.  $\ln(p_i/1 - p_i) = 0,295 + 0,759 + 0,638 + 0,473$ ;  $p_i = 57\%$ . — Analysis of territory-to-territory distances and some parameters by stepwise logistic regression; definition of variables in tab. 1;  $n = 117$ .

Schritt — step	Variable — variable	Effekte — effects	p
1	Siedlungsrand	+0,759	0,001
2	Wacholderdrossel	−0,638	0,006
3	Exposition	+0,473	0,03
	Konstante	−0,295	

Nimmt man den Abstand eines Revieres zum nächsten Revier (hier definiert als die Entfernung zwischen den Nestern) als Maß für die Siedlungsdichte und vernachlässigt, daß die einzelnen Werte voneinander abhängig sind, kann man die Dichteunterschiede im Untersuchungsgebiet auf mehrere Variablen zurückführen (Tab. 3): innerhalb von



Zusammenhang zwischen Flächengröße und Brutpaardichte verschiedener Untersuchungsgebiete (ohne Waldanteil). Oben: Gesamtheit aller Literaturdaten (n = 34) ohne Unterscheidung nach Habitaten. Unten: Wie oben, jedoch nur Daten, bei denen das Habitat angegeben war (obere Regressionsgerade: Stadt-/Stadtranddaten, untere: Angaben für Land). Ergebnisse dieser Untersuchung eingetragen (Pfeil), aber nicht mit in die Berechnung einbezogen. — Interrelationship between area plot (without woods) and density for several study plots; top: sum of all references (n = 34), bottom: like above, but only references with known habitat (above: urban and outskirts, below: rural); results of this study marked with an arrow, was not considered in the equation.

Siedlungen sind die Revierabstände geringer als außerhalb; Reviere ohne Wacholderdrosselkolonie im Umfeld sind weiter von anderen Revieren entfernt als solche mit einer solchen Kolonie; exponierte Nester haben größere Abstände zum nächsten Revier als nicht exponierte.

### 3.2. Raumnutzung

Beim Vergleich der tatsächlichen Revierstandorte (hier definiert als Standorte der Nester) mit den Zufallspunkten wurden bis auf die direkt das Nest betreffenden Variablen „Nestausbau“, „Nestalter“ und „Nesthöhe“, sowie der Variablen „Wacholderdrossel“ alle unabhängigen Parameter der Tab. 1 berücksichtigt. Hinzu kommt die Entfernung zur nächsten Nistmöglichkeit für Zufallspunkte, die in der freien Flur liegen, als Maß für die Dichte möglicher Neststandorte.

So liegen Zufallspunkte innerhalb von Siedlungen im Mittel näher zur nächsten Nistmöglichkeit ( $\bar{x} = 16$  m) als Punkte außerhalb von Siedlungen ( $\bar{x} = 82$  m, U-Test:  $p < 0,0001$ ), d. h. die Dichte möglicher Neststandorte ist innerhalb von Siedlungen höher als außerhalb. Entsprechend ist in der Stadt ( $\bar{x} = 8$  m) die Entfernung zur nächsten Nistmöglichkeit geringer als am Stadtrand ( $\bar{x} = 35$  m, U-Test:  $p < 0,005$ ) und auf dem Land ( $\bar{x} = 84$  m, U-Test:  $p < 0,0001$ ). Revierstandorte und Zufallspunkte unterscheiden sich wie folgt (Tab. 4):

Tab. 4. Vergleich zwischen Revierstandorten der Elster und Zufallspunkten mittels schrittweiser Diskriminanzanalyse; die Variablen „Habitat“, „Blattaustrieb“ und „Baumtyp“ hatten keine signifikanten Auswirkungen und sind nicht aufgeführt; Grenze für die Auf- und Rücknahme einer Variablen war ein F-Wert von 1 (in Klammern Schritt der Aufnahme); die beiden Gruppen waren in allen Fällen mit einem  $p < 0,0001$  deutlich getrennt. — Comparison between position of magpie-territories and random points by stepwise discriminant analysis (in brackets the number of step); for definition of variables see tab. 1.

	Gesamt — Total	Stadt — urban	Stadtrand — outskirts	Land — rural
Zentroide für — centroids for				
Elstern-Reviere — magpie-territories	−0,74	+0,94	+0,98	−0,85
n	132	41	49	42
Zufallspunkte — random points	+0,88	−0,65	−0,57	+0,47
n	111	60	83	76
Standardisierte Diskriminanzfunktionskoeffizienten für die Variablen — standardized discriminant coefficients for variables				
nächste Nistmöglichkeit	+0,73 (1)	−0,61 (2)	−0,68 (2)	+0,68 (1)
Baumhöhe	−0,51 (2)	+0,93 (1)	+0,86 (1)	−0,19 (3)
Siedlungsrand	+0,30 (3)		−0,33 (3)	
Waldrand	−0,51 (4)	−0,25 (3)	+0,24 (4)	−0,44 (2)
Höhenlage			+0,21 (5)	
Wilks lambda	0,61	0,62	0,63	0,72

1. Von grundsätzlicher Bedeutung ist die Dichte möglicher Neststandorte: Nistplätze sind nicht überall in der Landschaft zu finden, deshalb ist für Zufallspunkte die Entfernung zur nächsten Nistmöglichkeit erwartungsgemäß höher als für die Elstern-Reviere (deren Abstand zur nächsten Nistmöglichkeit definitionsgemäß 0 m beträgt).
2. In jedem Fall nutzen Elstern höhere Bäume als Nistplatz als dem durchschnittlichen Angebot durch die Landschaft entspricht.
3. Elstern nisten — bezogen auf die gesamte Untersuchungsfläche — näher an Siedlungen als dem Zufall entspricht. Bei einer separaten Analyse der drei Habitats ist diese Beziehung jedoch nur noch für Stadtrand-Elstern nachweisbar.
4. Mit der Entfernung zum Waldrand nimmt fast überall die Wahrscheinlichkeit zu, daß ein Punkt das Zentrum eines Elsternrevieres ist.
5. In der Stadt nimmt mit der Höhenlage die Wahrscheinlichkeit zu, daß ein Zufallspunkt einem Elstern-Revier entspricht; Blattaustrieb, Habitat und Baumtyp haben keinerlei Einfluß.

### 3.3. Brutstatus und Bruterfolg

Die folgende Analyse bezieht sich nur auf Erstbruten, Ersatzbruten waren nur in vier Fällen (4 % der Brutpaare) wahrscheinlich. Bei einem Revier waren keine Angaben zum Brutstatus und Bruterfolg möglich. Der Anteil der Nichtbrüter betrug 14 % der Paare; von den verbleibenden Brutpaaren waren 50 % erfolglos. Bei einem Bruterfolg von bis zu 5 flüggen Jungvögeln ergibt sich ein Wert von 2,3 Jungvögeln pro erfolgreichem Paar und 1,2 Jungvögeln pro Brutpaar (Tab. 5).

Werden die Daten nach den drei unterschiedlichen Habitats aufgeschlüsselt, läßt sich ein von Landelstern über Stadtelstern zu Stadtrandelstern steigender Bruterfolg erkennen (Tab. 5, signifikante Unterschiede nur zwischen Land- und Stadtrandelstern; Stadt- und Stadtrandelstern werden daher zusammengefaßt). Für diesen Unterschied ist in erster Linie der Nichtbrüter-Anteil verantwortlich, während sich die zwischen den drei Habitats bestehende Differenz im Verhältnis der erfolgreichen zu den erfolglosen Brutpaaren statistisch nicht absichern läßt.

Für die Unterschiede im Bruterfolg lassen sich zwei Faktoren ermitteln (schrittweise logistische Regression; Zielvariable: Wahrscheinlichkeit, daß in einem Revier gebrütet wird, Variable mit signifikantem Einfluß: Siedlungsrand, Effekt:  $-0,569$ ,  $p = 0,02$ , Konstante:  $+1,90$ ; Zielvariable: Wahrscheinlichkeit, daß ein Brutpaar erfolgreich brütet, Variablen mit signifikantem Einfluß: 1. Siedlungsrand, Effekt:  $-0,517$ ,  $p = 0,02$ , 2. Nestalter, Effekt:  $+0,67$ ,  $p = 0,03$ , Konstante:  $+0,147$ ):

1. Nestalter: In wiederaufgebauten Nestern ist der Anteil der erfolgreichen Bruten höher.
2. Lage zur Siedlung: Innerhalb von Siedlungen ist der Anteil an Nichtbrütern und erfolglosen Brutpaaren geringer.

Bezogen auf erfolgreiche Paare sinkt die Zahl der Jungvögel mit der Höhenlage ( $r = -0,26$ ,  $p < 0,05$ ). Bei einer Auftrennung nach Habitats bzw. Standorten innerhalb



und außerhalb von Siedlungen ist diese Beziehung nur auf dem Land ( $r_s = -0,58$ ,  $p < 0,05$ ) und außerhalb von Siedlungen ( $r_s = -0,64$ ,  $p < 0,01$ ) signifikant.

### 3.4. Nestbau

Auch das Nestbauverhalten ist von verschiedenen Faktoren abhängig:

1. Der Anteil an wiederaufgebauten Nestern nimmt von der Stadt über den Stadtrand zum Land hin ab (Tab.5).
2. Stadtrand-Elstern haben signifikant häufiger exponierte Neststandorte als Stadt- und Landelstern (Tab. 5). Außerdem sind Nester mit einem größeren Abstand zum nächsten Revier (= Neststandort) häufiger exponiert als Nester mit einem geringeren Abstand (schrittweise logistische Regression; Zielvariable: Wahrscheinlichkeit, daß ein Nest exponiert angelegt ist, Variablen mit signifikantem Einfluß: 1. Habitat, Effekt:  $-0,503$ ,  $p = 0,04$ , 2. Revierabstand, Effekt:  $+0,376$ ,  $p = 0,05$ , Konstante:  $+0,329$ ).
3. Die Verteilung der Nester auf verschiedene Nesthöhen ist annähernd normalverteilt, der Median liegt bei 12 m Höhe (Minimum 2 m, Maximum 21 m). Eine multiple logistische Regression zur Analyse des Einflusses verschiedener Parameter auf den Anteil höherer (über 12 m) bzw. niedriger (bis 12 m) Nester ergibt keine signifikanten Ergebnisse. Eine Trennung der Nester in drei Klassen zeigt aber, daß die Nesthöhen vom Land über den Stadtrand zur Stadt zunehmen (Tab. 5). In der Diskussion muß dabei noch berücksichtigt werden, daß Bäume außerhalb von Siedlungen höher sind als innerhalb von Siedlungen (schrittweise logistische Regression; Zielvariable: Wahrscheinlichkeit, daß ein Baum größer als 12 m ist, Variable mit signifikantem Einfluß: 1. Baumtyp, Effekt:  $-1,19$ ,  $p < 0,0001$ , 2. Siedlungsrand, Effekt:  $+1,17$ ,  $p < 0,0001$ , Konstante:  $-2,07$ ).
4. Der Anteil der Kugelnester bei Brutpaaren beträgt im Mittel 80 % (Tab. 5) und ist von keiner Variablen abhängig.

## 4. Diskussion

### 4.1. Siedlungsdichte

Die Ergebnisse des Siedlungsdichtevergleiches in den Habitaten „Stadt“, „Land“ und „Stadtrand“ Bayreuther Elstern stimmt gut mit entsprechenden Angaben in der Literatur überein: Aus Abb. 1 läßt sich erkennen, daß die Dichteunterschiede in verschiedenen Untersuchungen zu einem guten Teil habitatspezifisch sind.

Vor allem die Lage zur Siedlung scheint die Revierdichte zu bestimmen, was sich mit einem besseren Angebot an Nahrungsflächen innerhalb von Siedlungen erklären läßt: In Form von öffentlichen Rasenflächen, Fußballplätzen u. ä. sind fast immer gemähte Flächen zu finden, die für die Jungvögel benötigte Nahrung (TATNER 1983) ist ständig verfügbar; außerhalb von Siedlungen ist die Elster dagegen von der Mahd der Wiesen abhängig, die diskontinuierlich erfolgt (vgl. BRANDL 1987). Die positive Assoziation zu Wacholderdrossel-Kolonien stimmt gut mit dieser Aussage überein:

Tab. 6. Abschüsse von Elstern in verschiedenen Jagdrevieren in den Jahren 1983 bis 1985; Abschlußquote = Abschüsse/(Abschüsse + zu Beginn der Brutzeit noch lebende Altvögel). — Shot Magpies on different hunting-grounds; shooting rate = shootings/(shootings + adult magpies, which live at the beginning of the breeding period).

vorherrschender Habitattyp habitat	Anzahl der Jagd- reviere — No. of hunting grounds	Abschüsse/km <sup>2</sup> shot birds/km <sup>2</sup> 1983—1985	Abschüsse/km <sup>2</sup> shot birds/km <sup>2</sup> 1985	Abschlußquote shooting rate (%)
Land	13	1,00	0,63	64
Land — Stadtrand	7	2,75	3,71	43
Stadtrand — Stadt	2	0,88	1,34	17
Summe/Mittel	22	1,43	1,91	34

Wacholderdrossel und Elster bevorzugen zur Nahrungssuche während der Brutzeit gleichermaßen feuchte und gemähte Wiesen (LÜBCKE & FURRER 1985, MØLLER 1983).

Die Jagd hat nach unseren Beobachtungen und Aussagen der Unteren Jagdbehörden praktisch keinen direkten Einfluß auf die brütende Population. Die Abschlußquote von 34 % (Tab. 6) und die im Vergleich zur Stadt höheren Quoten auf dem Land weisen jedoch darauf hin, daß ein indirekter Einfluß der Jagd auf die Siedlungsdichte zumindest in Erwägung gezogen werden muß.

#### 4.2. Raumnutzung

Nur wenige Faktoren haben einen Einfluß auf die Wahl eines Neststandortes:

1. Die Dichte möglicher Neststandorte ist von grundsätzlicher Bedeutung: Dadurch daß nicht überall eine Nistmöglichkeit zur Verfügung steht, kann im lokalen Rahmen ein Wechsel in der Wahl eines bestimmten Nistplatzes nötig sein.
2. Die Höhe eines Baumes scheint von entscheidender Bedeutung, wenn es um die Wahl eines Nistplatzes geht. Setzt man voraus, daß die Elster ein Feindbild gegenüber dem Menschen entwickelt, könnte dies als Ausweichreaktion an Orten, an denen sie häufig dem Menschen begegnet, interpretiert werden.
3. Wie aus der Betrachtung der Siedlungsdichte zu erwarten, bevorzugen Elstern Standorte innerhalb von Siedlungen: Auch hier gilt, daß durch die im Stadtbereich häufiger zur Verfügung stehenden gemähten Flächen das Nahrungsangebot größer ist (s. o.).
4. Nach dem Vergleich mit den Zufallspunkten meiden Elstern den Waldrand; Ursache dafür könnte eine Verringerung der Nahrungsfläche durch den nicht nutzbaren Waldanteil im Revier sein (vgl. BRANDL et al. 1986 am Neuntöter); denkbar wäre aber auch, daß es sich hier um eine „prophylaktische“ Feindvermeidung handelt.
5. Zunächst nicht interpretierbar ist die Beziehung zur Höhenlage am Stadtrand.

#### 4.3. Brutstatus und Bruterfolg

Verglichen mit anderen Untersuchungen ist der Bruterfolg der Elster im Bayreuther Raum relativ gering (Tab. 7; Witterung 1986 mit den vorhergehenden Jahren vergleich-

bar!). In Untersuchungen aus dem ländlichen Raum besteht eine Tendenz zu einer größeren Zahl von Jungvögeln pro erfolgreichem Paar, während bezogen auf alle Brutpaare kaum Unterschiede zur Stadt erkennbar sind (Tab. 7, EDEN 1985). Unterschiede im Bruterfolg sind erst dann erkennbar, wenn der Stadtrand als eigener Habitattyp definiert und Nichtbrüter miteinbezogen werden: Vor allem am Stadtrand, aber auch in der Stadt ist der Bruterfolg dann höher als auf dem Land (vgl. auch GAST 1984, BAEYENS 1981, TATNER 1982a). Zur Interpretation dieser Unterschiede sind in der Literatur verschiedene Möglichkeiten angeboten worden (s. Einleitung). In den Gebieten mit niedrigem Bruterfolg wird im allgemeinen die Rabenkrähe für die Verluste verantwortlich gemacht (v. a. BAEYENS 1981). Im Bayreuther Raum ist wegen der geringen Krähendichte keine derartige Beziehung erkennbar. Ähnliches gilt für den Habicht.

Als wesentlicher Faktor bleibt nur die Lage zur Siedlung (nicht der Habitattyp) bestehen, was schon dadurch deutlich wird, daß innerhalb von Siedlungen sowohl der Anteil der Nichtbrüter als auch der erfolglosen Brutpaare geringer ist als außerhalb, während bei der Trennung nach Habitaten nur der Nichtbrüter-Anteil signifikant verschieden ist. Die Bedeutung der Siedlungsbereiche für die Verfügbarkeit der Nahrung wurde schon unter 4.1. diskutiert.

Der negative Einfluß der Höhenlage auf die Anzahl der Jungvögel pro erfolgreichem Paar (vgl. HOLYOAK 1967) läßt sich mit der Witterung erklären: Mit steigender Höhenlage erfolgt die erste Mahd, die wichtige Flächen zur Nahrungssuche freigibt, immer später, so daß es zu Nahrungsengpässen während der Jungenaufzucht kommen könnte.

Tab. 7. Bruterfolg der Elster: Vergleich mit anderen Untersuchungen. — Breeding success of the Magpie: comparison with other authors.

a): jährliche Schwankungen — fluctuations from year-to-year; b): für Jungvögel drei Wochen nach dem Ausflug — fledglings three weeks after leaving the nest; c): nur Erstbruten berücksichtigt — only first breeding attempts.

Quelle author	Habitat habitat	Juv./Brutpaar Juv./breeding pair	Juv./erfolgreiches Brutpaar Juv./successful pair	n
Bayreuth 1986	Land	0,86	2,18	57
EDEN 1985	Land	1,72	3,58	50
ELLENBERG 1984	Land	3,15	4,5	?
VINES 1981 <sup>a)</sup>	Land	0,69—0,94	1,1—1,77	16—17
HÖGSTEDT 1980a	Land	1,68	4,0	21
LOVE & SUMMERS 1973	Land	2,10	4,2	22
BAEYENS 1981 <sup>a)</sup>	Land	0,6—1,3	2,0—3,3	ca. 25
GAST 1984 <sup>b)</sup>	Stadtrand	1,91	2,11	32
Bayreuth 1986	Stadtrand	1,39	2,42	58
HÜSBY 1986	Stadt	2,10	?	26
TATNER 1982a <sup>c)</sup>	Stadt	1,55	2,88	117
EDEN 1985	Stadt	1,97	3,00	35
Bayreuth 1986	Stadt	1,14	2,16	41

#### 4.4. Nestbau

Beim Bau ihres Nestes kann die Elster theoretisch zwischen verschiedenen Strategien wählen, um sich an ihre Umwelt anzupassen; so bietet der Ausbau zur Kugel zwar Schutz gegenüber Nesträubern (BAEYENS 1981), bedeutet aber einen relativen hohen Energie- und Zeitaufwand. Der vergleichsweise hohe Anteil offener Nester in Bayreuth (vgl. HOLYOAK 1967, LOVE & SUMMERS 1973, BAEYENS 1981, TATNER 1982a, EDEN 1985) läßt sich demnach mit dem geringen Feinddruck im Gebiet erklären.

Ähnliche Überlegungen lassen sich zur Wiederverwendung von alten bzw. dem Bau von neuen Nestern anstellen. Ein Ausbessern von alten Nestern bringt sicherlich zeitlichen Gewinn — die Elstern können früher zur Brut schreiten und das Nahrungsangebot besser nutzen — erhöht aber die Wahrscheinlichkeit, daß ihre Standorte möglichen Nesträubern schon bekannt sind und demnach eher ausgeraubt werden (TATNER 1982a). Im Gegensatz zu anderen Untersuchungen konnten wir einen Einfluß des Nestalters auf den Bruterfolg feststellen. Das mag daran liegen, daß in Bayreuth nur der Vorteil des frühen Brutbeginns zum Tragen kommt.

Die Tatsache, daß Elstern in der Stadt und am Stadtrand ihre Nester in höhere Bäume bauen als auf dem Land, obwohl das Angebot an höheren Bäumen auf dem Land besser ist, kann als Reaktion auf den Feinddruck des Menschen interpretiert werden (vgl. PRINZINGER & HUND 1981).

Durch den besseren Sichtschutz wäre ein höherer Bruterfolg in früh austreibenden Bäumen zu erwarten (HOLYOAK 1967). Wie schon TATNER (1982c) konnten aber auch wir keinen Einfluß des Austriebszeitpunktes auf den Brutstatus feststellen, vielleicht wieder eine Folge des geringen Prädatorendruckes im Gebiet.

#### 4.5. Beziehung zwischen Bruterfolg, Siedlungsdichte und Raumnutzung

Die im Vergleich zu anderen Untersuchungen etwas höhere Siedlungsdichte und der relativ geringe Bruterfolg Bayreuther Elstern läßt vermuten, daß es sich hier um einen Sättigungseffekt handelt. Die Siedlungsdichte ist so hoch, daß alle Nahrungskapazitäten weitgehend ausgeschöpft sind und der Bruterfolg nur noch gering sein kann.

Leider liegen uns nur sehr wenige Untersuchungen vor, die beide Größen behandelt haben; eine allgemein negative Beziehung zwischen Dichte und Bruterfolg deutet sich an, läßt sich statistisch aber nicht sichern. Die Ergebnisse dieser Arbeit haben zudem gezeigt, daß viele Faktoren auf die drei Zielgrößen Brutstatus, Siedlungsdichte und Raumnutzung wirken können, deren Einfluß erst eliminiert werden müßte, bevor sich Untersuchungen direkt vergleichen lassen.

Die geringe Dichte von Habicht, Rabenkrähe und Dohle ermöglichen in diesem Fall, eine Population nahezu ohne den Einfluß interspezifischer Beziehungen zu analysieren. Fast alle unabhängigen Variablen lassen sich daher auf den Faktor „Nahrungsverfügbarkeit“ reduzieren, was besonders dadurch deutlich wird, daß die Lage zur Siedlung als einzige Variable auf alle drei Zielvariablen einen Einfluß hat. Andere Untersuchungen (z. B. HÖGSTEDT 1980a) und Zufütterexperimente (z. B. HOCHACKA & BOAG 1987) führen zu einem ähnlichen Ergebnis.

### Zusammenfassung

Auf einer Fläche von 128 km<sup>2</sup> im Raum Bayreuth (Oberfranken) wurde der Einfluß verschiedener Faktoren auf Bruterfolg, Nestbau, Siedlungsdichte und Nistplatzwahl der Elster durch multivariable statistische Methoden geprüft. Größte Bedeutung kam der Lage zur Siedlung zu: Elstern innerhalb von Siedlungen hatten einen vergleichsweise höheren Bruterfolg und eine höhere Siedlungsdichte. Das Habitat (Stadt, Stadtrand, Land) spielte demgegenüber eine geringere Rolle. Ein Einfluß potentieller Feinde (Rabenkrähe, Habicht) war (vermutlich wegen zu geringer Dichte) nicht erkennbar. Die mögliche Beziehung zur Wacholderdrossel wird als gemeinsame Nutzung von Grünland als wichtigste Nahrungsquelle diskutiert. Waldrandnahe Standorte wurden gemieden. Die Höhenlage hatte nur einen geringen Einfluß auf Bruterfolg und Nestbauverhalten. Von verschiedenen das Nest betreffenden Parametern (Baumtyp, Baumhöhe, Exposition, Blattaustrieb, Nests Ausbau, Nestalter) hatte nur das Nestalter einen deutlichen positiven Effekt auf den Bruterfolg. Bei der Wahl eines Nistplatzes war die Baumhöhe die einzig erkennbare wichtige Größe: Elstern nutzten höhere Bäume als dem durchschnittlichen Angebot entsprach. Die Bedeutung anderer Faktoren (Nistplatzangebot, Jagd) und die Beziehung zwischen den verschiedenen Parametern wird diskutiert.

### Summary

#### Breeding success, density and dispersion of the Magpie (*Pica pica*) in different habitats

The influence of several factors on breeding success, nesting behaviour, density and selection of nesting sites was investigated on a study plot of 128 km<sup>2</sup> in northeastern Bavaria (Bayreuth, Oberfranken). The position to human settlement is the most important factor: Magpies within settlements showed a higher breeding success and density than outside (Tab. 5); the habitat (rural, urban, outskirts) was less important. Potential predators (Goshawk *Accipiter gentilis*, Carrion Crow *Corvus corone corone*) had no effect, probably because of its low densities. The relation to colonies of the Fieldfare (*Turdus pilaris*) is interpreted as a common use of grassland as feeding site during the breeding season (Tab. 5). Magpies seem to avoid the vicinity of forests (Tab. 4). The altitude had only a slight effect on breeding success and nesting behaviour. Among several factors which refer to the nesting site (tree type, height, exposition, period of leaf break, nest type) only the nest age had a clear (positive) effect on breeding success. Magpies preferred higher trees for nest-building (Tab. 4). The influence of other factors (density of nest sites, hunting, character of trees) and the relation between the different factors are discussed.

### Literatur

Literaturangaben zur Berechnung der Flächengröße-Dichte-Beziehung mit \* gekennzeichnet;  
*P. p.* = *Pica pica*

- BAHRMANN, U. (1968): Die Elster (*P. p.*). N. Brehm-Büch. Wittenberg Lutherstadt. • BAEYENS, G. (1979): Description of the social behaviour of the Magpie (*P. p.*). *Ardea* 67: 28–41. • Ders. (1981): Magpie breeding success and carrion crow interference. *Ardea* 69: 125–139. • BEZZEL, E. (1982): Vögel in der Kulturlandschaft. Stuttgart. • BRANDL, R. (1987): Warum brüten einige Vogelarten in Kolonien? *Verh. orn. Ges. Bayern* 24: 347–410. • Ders., W. LÜBCKE & W. MANN (1986): Habitatwahl beim Neuntöter (*Lanius collurio*). *J. Orn.* 127: 69–78. • BRINKMANN, M. (1962)\*: Elstern im Stadtraum Osnabrück. *Veröff. Naturw. Ver. Osnabrück* 30: 40–55. • DECKERT, G. (1980)\*: Siedlungsdichte und Nahrungssuche bei Elster, *P. p. p.* (L.) und Nebelkrähe, *Corvus corone cornix* (L.). *Beitr. Vogelkde.* 26: 305–334. • DITTRICH, W. (1981)\*: Siedlungsdichte und Habitatwahl der Elster (*P. p.*) in Nordbayern. *J.*

- Orn. 122: 181–185. • EDEN, S. F. (1985): The comparative breeding biology of magpies *P. p.* in an urban and a rural habit. *J. Zool. Lond.* 205: 325–334. • ELLENBERG, H., F. GAST & J. DIETRICH (1984)\*: Elster, Krähe und Habicht ein Beziehungsgefüge aus Territorialität, Konkurrenz und Prädation. *Verh. Ges. Ökol.* 12: 319–330. • FIENBERG, S. E. (1977): *The Analysis of Cross-Classified Categorical Data*. MIT-Press, Cambridge, Mass., London. • FRANK, R. (1975)\*: Der Brutbestand von Tauben und Elstern im Stadtgebiet von Emden 1973. *Vogelkdl. Ber. Niedersachsen* 7: 89–91. • GAST, F. (1984)\*: Die Elster (*P. p.*) als Biomonitor für die Belastung von Nahrungsnetzen durch Umweltchemikalien. Diss. Univ. Saarbrücken. • HAAFKÉ, J. (1987)\*: Zur Siedlungsdichte der Elster (*P. p.*) in Abhängigkeit unterschiedlicher Habitate. *Charadrius* 23: 141–150. • HOCHACHKA, W. M., & D. A. BOAG (1987): Food shortage for breeding Black-Billed Magpies (*P. p.*): an experiment using supplemental food. *Can. J. Zool.* 65: 1270–1274. • HÖGSTEDT, G. (1980a): Evolution of clutch size in birds: adaptive variation in relation to territory quality. *Science* 210: 1148–1150. • Ders. (1980b): Prediction and test of the effects of interspecific competition. *Nature* 283: 64–66. • HOLYOAK, D. (1967): Breeding biology of the Corvidae. *Bird Study* 14: 153–168. • Ders. (1974)\*: Territorial and Feeding Behaviour of the Magpie. *Bird Study* 21: 117–128. • HYLÁ, W. (1975)\*: Siedlungsdichte der Elster (*P. p.*) im Stadtgebiet von Oberhausen 1972. *Charadrius* 11: 56–58. • KIRCHHOFF, K. (1973)\*: Probeflächenuntersuchungen 1970 an der Elster (*P. p.*). *Hamb. Avif. Beitr.* 11: 101–114. • LEMKE, W. (1977)\*: Zum Brutbestand der Elster (*P. p.*) im Stadtgebiet von Cuxhaven 1969–1976. *Vogelkdl. Ber. Niedersachsen* 9: 41–47. • LOHMEYER, W. (1949)\*: Über das Vorkommen der Elster (*P. p. L.*) in der Umgebung von Stolzenau/W. Mitt. *Flor.-soz. AG n. F.* 1: 26–30. • LOVE, J. A., & R. W. SUMMERS (1973)\*: Breeding biology of magpies in Aberdeenshire. *Scot. Birds* 7: 399–403. • LÜBCKE, W., & R. FURRER (1985): Die Wacholderdrossel. *N. Brehm-Büch., Wittenberg Lutherstadt*. • MARCUM, C. L., & D. O. LOFTSGARDEN (1980): A nonmapping technique for studying habitat preferences. *J. Wildl. Manage.* 44: 963–968. • MÖLLER, A. P. (1973)\*: Optaellinger af ynglende husskader. *Danske Fugle* 25: 33–37. • Ders. (1983): Habitat selection and feeding activities in the Magpie *P. p.* *J. Orn.* 124: 147–161. • PLATH, L. (1976)\*: Bestandsdichte, Verbreitung und Nistweise der Elster (*P. p.*) im Gebiet der Stadt Rostock. *Orn. Rdbr. Mecklenburgs n. F.* 17: 1–5. • PRINZINGER, R., & K. HUND (1981): Untersuchungen über die ökologischen Ansprüche an den Nistbiotop bei Elster *P. p.* und Rabenkrähe *Corvus corone corone*. *Ökol. Vögel* 3: 249–259. • PUCHSTEIN, K. (1964)\*: Zur Häufigkeit der Elster (*P. p. L.*) in Ostholstein. *Mitt. Faun. AG Schlesw.-Holst., Hamburg u. Lübeck* 16: 14–22. • RIESE, K. (1954)\*: Zählung der Ringeltauben- und Elstern-Nester in Wilhelmshaven. *Orn. Mitt.* 6: 95–96. • Ders. (1969)\*: Bestandsaufnahme 1964 bei Ringeltaube, Türkentaube und Elster in der Stadt Wilhelmshaven. *Oldb. Jb.* 66: 151–160. • SCHERNER, E. R. (1981): Die Flächengröße als Fehlerquelle bei Brutvogel-Bestandsaufnahmen. *Ökol. Vögel* 3: 145–175. • SCHIFFERLI, L., & E. FUCHS (1981)\*: Brutbestandsaufnahmen von Rabenkrähe, *Corvus c. corone* und Elster (*P. p.*) im aargauischen Reuflal. *Orn. Beob.* 78: 233–243. • TATNER, P. (1982a): The breeding biology of magpies *P. p.* in an urban environment. *J. Zool. (Lond.)* 197: 559–582. • Ders. (1982b)\*: The density of breeding magpies *P. p.* in an urban environment. *Naturalist* 107: 47–58. • Ders. (1982c): Factors influencing the distribution of Magpies *P. p.* in an urban environment. *Bird Study* 29: 227–234. • Ders. (1983): The diet of urban magpies. *Ibis* 125: 90–107. • VINES, G. (1981): A socio-ecology of Magpies *P. p.* *Ibis* 123: 190–202. • WINK, M. (1967)\*: Zur Verbreitung der Elster (*P. p.*) in Bonn. *Charadrius* 3: 192–194.

Anschrift der Verfasser: Lehrstuhl für Tierökologie I, Universität Bayreuth, Postfach 10 12 51, DW-8580 Bayreuth.