

Knopf, New York 1979. — (4) D. Premack, *Am. Scientist* **64**, 674 (1976). — (5) D. Rumbaugh (Hrsg.): *Language Learning by a Chimpanzee*. Academic Press, New York 1977. — (6) E. O. Wilson: *On Human Nature*. Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass. 1978, S. 25. — (7) C. A. Ristau, D. Robbins, in (15). — (8) T. A. Sebeok, D. J. Umiker-Sebeok, *Psychology Today* **13**, 78 (1979). — (9) H. S. Terrace u. Mitarb., *Science* **206**, 891 (1979). — (10) E. S. Savage-Rumbaugh u. Mitarb., *Am. Scientist* **68**, 49 (1980). — (11) E. S. Savage-Rumbaugh u. Mitarb., *Science* **201**, 641 (1978). — (12) E. S. Savage-Rumbaugh u. Mitarb., *Science* **210**, 922 (1980). — (13) R. M. Seyfarth u. andere (Gruppenbericht), in (15). — (14) G. Breuer: Der sogenannte Mensch. Kösel. München 1981, S. 126 ff. — (15) D. R. Griffin (Hrsg.): *Animal Mind — Human Mind*. Dahlem-Konferenzen, Berlin 1981. G. Breuer, Wien

### Nutzen und Kosten bei brütenden und helfenden Graufischern

Viele Jungtiere werden nicht nur von ihren Eltern aufgezogen, sondern zusätzlich von anderen Artgenossen, sogenannten Helfern. Beispiele kennen wir von Fischen, Vögeln und Säugern. Welche Vor- und Nachteile entstehen Eltern und Helfern durch diese Zusammenarbeit? Diese Frage läßt sich beantworten, wenn man eine Art findet, bei der Helfen unter bestimmten Bedingungen auftritt, unter anderen nicht!).

Eine solche flexible Art ist der Graufischer (*Ceryle rudis*), ein afrikanischer Verwandter des europäischen Eisvogels. In Kenia findet man Graufischer besonders häufig an den großen Süßwasserseen, wo sie aus dem Rüttelflug nach Fischen tauchen (Abb. 1). Während der Fortpflanzungszeit versammeln sich die Vögel an Flüssen und Kanälen, in deren Uferwände 20, 30 oder mehr Brutpaare in enger Nachbarschaft ihre Nesthöhlen graben. In solchen Kolonien gibt es fast doppelt so viele Männchen wie Weibchen, weil die Männchen eine um etwa 25% höhere jährliche Überlebensrate haben als die Weibchen. Einer der Gründe dafür: Männchen verbringen weniger Zeit in der Höhle, um die Eier zu bebrüten und die Jungen zu hüdern, fallen daher auch seltener als Weibchen Nesträubern (Schlangen, Warane, Mangusten) zum Opfer.

Diese überzähligen, unverpaarten Männchen schließen sich den Brutpaaren an und helfen, die Jungen zu füttern und Nesträuber zu vertreiben. Einige dieser Helfer kommen schon mit ihren Brutpaaren in der Kolonie an und werden von Anfang an geduldet. Solche „primären Helfer“ sind (wie aus Farbberingungen über vier Jahre hervorgeht) die meist einjährigen Söhne mindestens eines Paarpartners. Sie ziehen also Voll- oder Halbgeschwister auf, zu denen sie einen mittleren Verwandtschaftskoeffizienten von  $r = 0,28$  haben ( $n = 10$ ). Paare mit diesem Helfertyp kamen in den beiden untersuchten Kolonien am Viktoriasee und Naivashasee prozentual etwa gleich häufig vor (Tab. I). Andere Helfer werden von den Brutpaaren erst geduldet, wenn die Jungen geschlüpft sind, und auch dann nur am Viktoriasee. Solche „sekundären Helfer“ schließen sich offenbar fremden Brutpaaren an, haben

<sup>1)</sup> Einige allgemeine Antworten auf diese Frage sowie Definitionen von Fachbegriffen werden in dem Beitrag Soziale Strategien und ihre Evolution gegeben.

also zu den Jungen, die sie aufziehen, einen mittleren Verwandtschaftsgrad von nahezu  $r = 0$ . Da dieser Helfertyp am Naivashasee nicht vorkam, gab es dort weniger Paare mit Helfern und weniger Helfer pro Paar als am Viktoriasee (Tab. I).

Helfer pro Brutpaar	Brutpaare	
	Victoriasee	Naivashasee
0	14	13
1	19	5
2	7	0
3	1	0
> 3	0	0
Summe	41	18
% Paare mit primären Helfern	33	28
sekundären Helfern	33	0

Tab. I. Verteilung der Helfer auf Brutpaare in zwei Untersuchungsgebieten.

Welchen Anpassungswert hat dieses unterschiedliche Auftreten von Helfern? Um diese Frage zu beantworten, wurden zunächst die ökologischen Bedingungen der beiden Kolonien miteinander verglichen, denn das Nutzen-Kosten-Verhältnis desselben Verhaltens kann in verschiedenen Umwelten verschieden ausfallen. Das Gebiet am Viktoriasee unterscheidet sich von dem am Naivashasee durch eine rauhere Wasseroberfläche, die sich nachteilig auf den Fangenerfolg auswirkt, einen geringeren Energiegehalt der gefangenen Fische, eine größere Entfernung zwischen See und Brutkolonie und durch häufigere Störungen durch Menschen in der Kolonie, die das Füttern der Jungen verzögern. Graufischer am Viktoriasee müssen daher nicht nur mehr Zeit und Energie aufwenden, um einen Fisch zu fangen und zu verfüttern, sie müssen auch mehr Fische fangen als ihre Artgenossen am Naivashasee, um sich und ihren Jungen die gleiche Energiemenge zuzuführen.

Mit Hilfe von winzigen, den Graufischern aufgeschnallten Sendern war es möglich, einige Altvögel am Viktoriasee über 12 Stunden/Tag zu verfolgen. Notiert wurde Art, Zahl und Größe der Fische, die sie fraßen und an die Jungen verfütterten, sowie die Zeit, die sie fliegend und sitzend verbrachten. Zusätzlich wurde der Nahrungsbedarf von handaufgezogenen Nestlingen in Abhängigkeit vom Alter bestimmt und der energetische Erhaltungsbedarf von ruhenden Altvögeln im Labor gemessen. Zusammen mit Daten aus der Literatur über den Stoffwechsel von fliegenden Vögeln ließ sich aus allen diesen Werten abschätzen, wieviele Junge ein Paar ohne, mit einem und mit zwei Helfern theoretisch aufziehen kann. Die tatsächlichen durchschnittlichen Bruterfolge stimmen mit den vorausgesagten (in Klammer) gut überein und lauteten: 1,8 (2,3 bis 2,8; 0 Helfer), 3,6 (3,4 bis 4,1; 1 Helfer) und 4,7 (4,5 bis 5,4; 2 Helfer). Am Viktoriasee reichen Zeit und Energie eines Brutpaares allein also nicht aus, um alle Jungen am Leben zu erhalten; über 60% der schlüpfenden Jungen verhungern. Jeder zusätzliche Helfer verbessert den Bruterfolg deutlich ( $p < 0,025$ , Mann-Whitney-U-Test).

Ähnliche Berechnungen ergaben für den Naivashasee, daß selbst Eltern ohne Helfer in der Lage sein sollten, alle schlüpfenden Jungen aufzuziehen. Und tatsächlich war

der Erfolg von Paaren ohne Helfer mit 3,7 flüggen Jungen nicht signifikant niedriger als der von Paaren mit einem Helfer, die durchschnittlich 4,3 Junge hochbrachten; und er war deutlich höher als der von Paaren ohne Helfer am Viktoriasee ( $p < 0,001$ ).

Diese Ergebnisse können zwar erklären, warum Graufischer-Eltern in den beiden Kolonien verschiedene Helferzahlen benötigen, um ähnliche Bruterfolge zu erzielen. Sie beantworten jedoch nicht die Frage, warum Brutvögel, vor allem die Brutmännchen, am Naivashasee die sich anbietenden sekundären Helfer vertreiben.

Auf Grund des hohen Männchen-Überschusses sind potentielle Helfer gleichzeitig potentielle Rivalen um die wenigen Weibchen, vielleicht auch um geeignete Brutplätze. Von 12 sekundären Helfern kamen im folgenden Jahr 7 als Brutvögel wieder in die Kolonie am Viktoriasee (Tab II). 6 von ihnen brüteten an derselben Stelle,

	Im folgenden Jahr		
	verpaart	anwesend	nicht anwesend
Primäre Helfer	2	4	11
Sekundäre Helfer	7	8	4

Tab. II. Anzahl der im folgenden Jahr zurückkehrenden und brütenden Helfer.

an der sie im Vorjahr geholfen hatten, 3 davon mit dem Weibchen, dem sie geholfen hatten. Der Nachweis, daß die abgelehnten Helfer am Naivashasee geringere Fortpflanzungsaussichten haben, steht zwar noch aus; aber es scheint, als würden die sekundären Helfer durch ihre Tätigkeit ihre direkte Fitneß verbessern. Ein Brutmännchen sollte solche Rivalen nur dann akzeptieren, wenn ihr positiver Beitrag zum Fortpflanzungserfolg größer ist als ihr möglicher zukünftiger negativer Beitrag, der zum Beispiel durch Übernahme des Weibchens und/oder des Brutplatzes entstehen könnte. Da (gemessen am Fortpflanzungserfolg) der positive Beitrag von Helfern am Viktoriasee größer ist als am Naivashasee, kann diese Konkurrenzhypothese die unterschiedliche Behandlung von sekundären Helfern in den beiden Kolonien erklären.

Aber warum werden primäre Helfer auch am Naivashasee geduldet? Stellen sie eine geringere Konkurrenz dar?

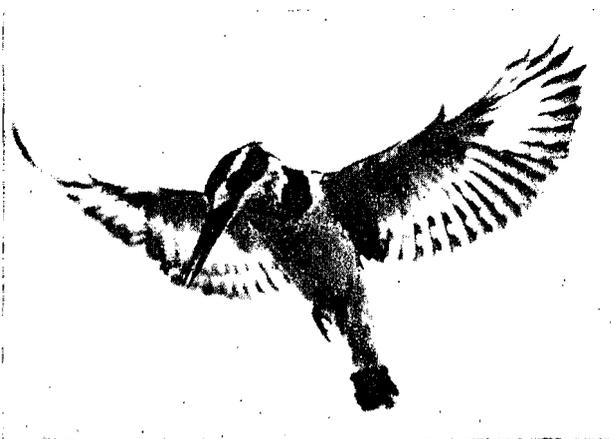


Abb. 1. Mit schnellen Flügelschlägen in der Luft stehend schaut der Graufischer nach Beute. [Photo H.-U. Reyer.]

Es spricht einiges dafür. Erstens könnten inzesthemmende Mechanismen, die man von zahlreichen Tierarten kennt, eine Verpaarung mit der eigenen Mutter verhindern. Zweitens scheint bei primären Helfern die Blutkonzentration des für die Spermienbildung wichtigen Hormons LH etwa viermal geringer zu sein als bei sekundären Helfern und Brutmännchen. Möglicherweise sind primäre Helfer noch gar nicht fortpflanzungsfähig und können deshalb auch schon zu Beginn der Brutperiode geduldet werden, im Gegensatz zu sekundären Helfern, die dann Kopulationen „stehlen“ könnten. Drittens ist die Wahrscheinlichkeit, im nächsten Jahr zurückzukehren und erfolgreich zu brüten, für primäre Helfer etwa viermal geringer als für sekundäre ( $p < 0,025$   $X^2$ -Test; Tab. II). Verantwortlich dafür könnten unterschiedliche Mortalitätsraten sein, die auf unterschiedlichen Investitionskosten während der Helfertätigkeit beruhen dürften. Nach ersten Ergebnissen verfüttern nämlich sekundäre Helfer weniger und kleinere Fische an die Jungen als primäre Helfer. Das ist ein weiterer Hinweis darauf, daß Helfen für die sekundären Helfer vor allem eine Strategie ist, um ihre direkte Fitneß mit möglichst wenig Kosten zu verbessern, für primäre Helfer aber eine Strategie, um die indirekte Fitneß durch Aufzucht von möglichst vielen Geschwistern zu steigern, selbst wenn das auf Kosten ihrer direkten Fitneß geht. Diese vorläufigen Interpretationen sollen in den kommenden Brutperioden überprüft werden<sup>2)</sup>. [H.-U. Reyer, *Behav. Ecol. Sociobiol.* 6, 219 (1980).]

Dr. Heinz-Ulrich Reyer, Seewiesen

## Das Saugen der Säugetiere

In einer interessanten Versuchsreihe haben sich Blass und Teicher in Baltimore und New Haven mit dem Verhalten beschäftigt, das nach ihrer Meinung als einziges allen Säugetieren gemeinsam ist, dem Saugen. Da es absolut lebenswichtig und sicher auch von großer Bedeutung für die psychosexuelle Entwicklung ist, haben sich die Forscher von jeher auch besonders um Theorien über seinen Einfluß auf das Verhalten des Menschen und die Bedürfnisse des wachsenden Kindes bemüht. Da Diskussionen allein nicht weiterhelfen, untersuchte man die Mechanismen, welche das Saugverhalten steuern, sein Vorkommen, seine Häufigkeit, die Auslöser und Hemmer, den Einfluß von Streß und die Änderung dieses Verhaltens im Laufe der Entwicklung.

Wissenschaftler und besonders die Kinderärzte befaßten sich mit den Unterschieden im Wirkungsgrad der Bemühungen verschiedener Säuglinge. Schließlich wurde das Saugverhalten auch bei Primaten und anderen Säugetieren auf Gemeinsamkeiten untersucht. Dabei traten ganz verschiedene Facetten des Saugaktes hervor. Neben der wesentlichen Funktion für die Ernährung erfüllt das Saugen offenbar noch andere wichtige Aufgaben. Als eine Form des Kontaktes zur Mutter beruhigt es das Kind. Bei manchen Säugetieren trägt es zum Schutz vor Räubern bei. Manche Beutler und Nagetiere nutzen das Festhalten des Jungen an der Brust zum Transport in geschütztere Verstecke bei Gefahr. Auch bei kleineren Primaten kann man das noch beobachten. Da die Muttermilch und

<sup>2)</sup> Ich danke J. Dittami für die Hormonanalyse, W. Wickler für Kommentare zum Manuskript und D. Schmidl für das Anfertigen der Tabellen sowie für seine Mitarbeit im Freiland.