

## Hochzeit mit Hindernissen

Die Brutsaison bedeutet für die Vogeleltern oft Stress

Von Christian Satorius

Zwitschernde und brütende Vögel: Was uns Menschen die schönsten Frühlingsgefühle bereitet, ist für die Vogelwelt in Wahrheit purer Stress. Der beginnt schon auf der Rückreise aus den Winterquartieren. Viele Vögel legen dabei erhebliche Entfernungen zurück, um hier bei uns brüten zu können und ihre Jungen aufzuziehen. Weißstörche etwa, die zu den ersten Heimkehrern zählen, kommen teilweise aus Südafrika und fliegen so Strecken von 10 000 Kilometern. Das allein ist schon eine enorm kräftezehrende Leistung, bei der so mancher Vogel im wahrsten Sinne des Wortes auf der Strecke bleibt. Diejenigen, die nach dem anstrengenden Flug hier eintreffen, haben in der Regel stark an Gewicht verloren und sehen sich zugleich einem weiteren Problem gegenüber: Viele Brutreviere sind schon von Konkurrenten besetzt, die im Winter hier geblieben sind – im Zuge des Klimawandels werden das übrigens immer mehr, sagen Ornithologen.

Kaum im Brutrevier angekommen, beginnt also schon der Streit um die besten Brutplätze und natürlich auch um den begehrtesten Partner. Die männlichen Tiere liefern sich dabei oft heftige Kämpfe, die ihnen blutige Verletzungen einbringen können. Aber auch der Nestbau selbst hat es durchaus in sich. Während wir Menschen uns fragen, wie die Tiere ganz ohne Arme und Finger derart filigrane und dennoch robuste Gebilde überhaupt zustande bringen, braucht eine Amsel durchaus dreihundert Flügel, um genügend Nistmaterial herbeizuschaffen. Die größten Nester mit bis zu zwei Metern Höhe und bis zu zwei Tonnen Gewicht baut in Europa übrigens der Storch. Der zehn Gramm leichte Zaunkönig hingegen baut auch schon mal ein ganzes Dutzend Nester und lässt dem Weibchen dann die Wahl, welches es bevorzugt. So oder so: eine erstaunliche Leistung.

Nach der Paarung geht es ans Eierlegen. Singvögel legen in der Regel jeden Tag ein Ei und beginnen dann nach dem Legen des letzten Eis mit der Brut. Somit schlüpfen auch alle Küken nahezu zeitgleich. Ganz im Gegensatz zu Schleiereulen beispielsweise, die sofort nach dem Legen des ersten Eis mit dem Brüten beginnen. Die Küken schlüpfen dementsprechend zeitversetzt. In der freien Natur legen hierzulande übrigens die Rebhühner mit durchschnittlich 15, manchmal sogar bis zu 20 Stück die meisten Eier in ihr Nest. Der Rekord lässt sich durchaus noch brechen, und zwar vom Vogel Strauß, in dessen Nest sich bis zu 80 Eier finden, die allerdings von einem ganzen Harem gelegt werden, der aus bis zu sechs Hennen besteht. 20 Eier werden dann von der dominanten Henne ausgewählt und bebrütet.

Für das Wohlergehen der Nachkommen ist vor allem die gleichbleibende Temperatur der Eier von

großer Wichtigkeit und so verbringen die Elterntiere durchaus 75 bis 80 Prozent ihrer Zeit brütend auf den Eiern.

Einige Vögel bilden in der Brutsaison Brutflecken an ihrer Brust aus. Das sind spezielle Körperpartien, die besonders stark durchblutet werden und an denen die wärmeisolierenden Federn teilweise ausfallen. So ist eine möglichst verlustfreie Übertragung der eigenen Körperwärme auf die Eier gewährleistet. Während Sperlingsvögel nur einen derartigen Brutfleck haben, kommen Enten und Gänse durchaus auf drei dieser speziellen Hautstellen. Bei vielen Arten brütet allerdings nicht nur das weibliche Tier allein, sondern vielmehr wechseln sich die Partner ab. In der Regel sind es allerdings die Männchen, die das Revier verteidigen, vor Feinden warnen und auch schon mal ihr brütendes Weibchen füttern. Während kleine Sperlingsvögel wie Ohrenlerchen zehn Tage lang brüten, kommen Albatrosse und Kiwis auf atemberaubende 80 Tage und mehr.

Vor dem Schlüpfen bilden die Nachkommen in den Eiern am oberen Teil des Schnabels einen sogenannten Eizahn aus, der ihnen das Aufbrechen der Eierschale erleichtert. Der Schlüpfvorgang selbst ist dennoch sehr anstrengend für die kleinen Vögelchen. Singvögel brauchen im Schnitt etwa 5 Stunden, um sich komplett aus dem Ei zu pellen, bei Albatrossen kann sich dieser Vorgang über ganze sechs Tage hinziehen. Manche „Nestflüchter“ genannten Arten, wie etwa Entenvögel, verlassen das Nest schon kurz nach dem Schlüpfen. Schon sofort nach dem Schlüpfen sind sie relativ eigenständig und können je nach Art sogar schon schwimmen. „Nesthocker“ wie Amseln zum Beispiel kommen hingegen mit geschlossenen Augen und auch ganz ohne Federn zur Welt.

Sind die Jungvögel erst einmal geschlüpft, beginnt für die Eltern der eigentliche Stress des Futterholens, denn die kleinen Vögelchen sind schier unersättlich. Vor allem proteinreiche Nahrung ist gefragt, also Insekten. Manche Singvögel fliegen jeden Tag bis zu 900-mal, damit ihr Nachwuchs den Hals voll genug bekommt. Ein Spatz verfüttert auf diese Weise allein von April bis August schon mal 23 000 Insekten an seine Brut, haben Ornithologen herausgefunden. Und selbst wenn die Jungtiere das Nest verlassen haben, ist für die Eltern meist noch lange nicht Schluss mit dem Stress. Viele Vögelchen wollen auch außerhalb des Nestes noch mit Nahrung versorgt werden, zumindest in der ersten Zeit. Einige Arten weisen ihre Sprösslinge auch in spezielle Jagdtechniken ein, wie manche Raubvögel oder auch Eisvögel. Bedenkt man nun auch noch, dass viele Arten zwei- oder gar dreimal im Jahr Nachwuchs großziehen, so kann man wohl zu Recht sagen, dass die Brutsaison für die Vögel alles andere als ein lockerer Frühlings-spaziergang ist.



Hoch oben auf Dächern und Schornsteinen fühlt sich Adebar am wohlsten. Dort baut er sein riesiges, tonnenschweres Nest. Foto: Oliver Krato, dpa

## Beim Sehen erkennen

Warum wir laut Martin Rolfs ohne höhere Denkprozesse Entscheidungen treffen

Wenn jemand eine Tür zuschlägt, erkennen wir zweimal Ursache und Wirkung: Die Tür fällt zu, weil die Hand eines Menschen sie bewegt hat, und es gibt einen Knall, weil die Tür gegen den Türrahmen schlägt. Wie es genau geschieht, dass wir Ursache und Wirkung in einer Szene erkennen, war lange unklar: Geschieht es direkt im Prozess des Sehens oder sind höhere Denkleistungen, die vom Gesehenen auf eine Ursache folgern, daran beteiligt? Eine internationale Forschergruppe um Dr. Martin Rolfs am Bernstein Zentrum Berlin, Michael Dambacher an der Universität Konstanz und Professor Patrick Cavanagh an der Universität Paris Descartes hat nun die Antwort auf diese Frage gefunden: Einfache Zuschreibungen von Ursache und Wirkung, auch Kausalitätsurteile genannt, geschehen bereits auf einer frühen Stufe der Verarbeitung visueller Eindrücke im Gehirn, ohne dass eine höhere Denkleistung erforderlich ist. Was das für das tägliche Leben und für die Wissenschaft bedeutet, erläutert Dr. Martin Rolfs im Gespräch mit unserem Mitarbeiter Stefan Parsch.

*Magazin: Wie haben Sie erkannt, dass der Mensch Kausalitätsurteile schon im einfachen Sehprozess fällt?*

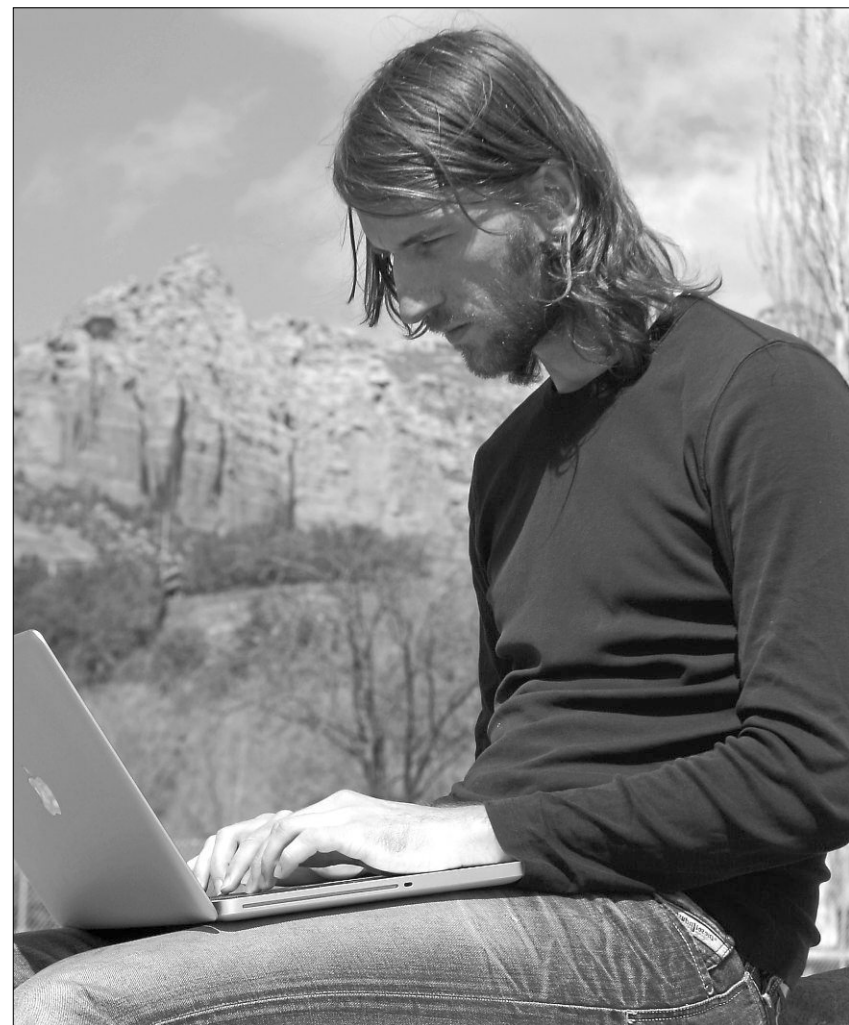
Martin Rolfs: Wir haben in unseren Experimenten zwei Phänomene gefunden, die typisch für die Verarbeitung visueller Wahrnehmung im Sehzentrum des Gehirns sind: Zum einen gibt es einen Gewöhnungseffekt, zum anderen ist dieser Effekt umso größer, je genauer die beobachteten Ereignisse auf dieselbe Stelle der Netzhaut fallen. Ein Beispiel für einen Gewöhnungseffekt: Wenn Sie länger auf einen Wasserfall starren und anschließend auf eine Felswand, dann scheint sich die Felswand nach oben zu bewegen. Das geschieht, weil im Sehzentrum des Hirns die Nervenzellen, die eine fallende Bewegung verarbeiten, ermüden und die „gegenläufigen“ Nervenzellen, die also eine steigende Bewegung erfassen, die Oberhand gewinnen. Ähnlich verhält es sich, wenn Sie länger auf eine farbige Stelle sehen: Dann sehen Sie auf einer weißen Wand die gleiche Form mit der Komplementärfarbe. Dass solch ein Gewöhnungseffekt auch bei Kausalitätsurteilen eintritt, und zwar nur an den Netzhautstellen, die für längere Zeit kausalen Ereignissen ausgesetzt waren, zeigt: Ursache-Wirkungs-Beziehungen werden bereits in frühen Hirnregionen verarbeitet.

*Bedeutet das auch, dass Ursache-Wirkung-Zuschreibungen optischen Täuschungen unterliegen?*

Mitunter ja – solche Täuschungen machen sich die Zauberer und Illusionisten zunutze. Entweder verdecken sie Ursache und Wirkung so, dass der Zusammenhang nicht erkennbar ist. Oder sie täuschen Ursache und Wirkung vor, wo sie nicht vorliegen. Das nennen wir Koinzidenz, also das zufällige zeitliche Zusammenfallen von Ereignissen, die nichts miteinander zu tun haben. Wenn Sie die Autotür zuschlagen und es gehen gleichzeitig die Straßenlaternen an, stellt das Gehirn im ersten Augenblick eine Ursache-Wirkung-Beziehung her. Hier greift dann im Nachhinein das logische Denken ein: Nein, das kann ja gar nicht sein.

*Was passiert, wenn das logische Denken nicht korrigiert?*

Dann werden diese vielleicht zufällig entstandenen Zusammenhänge für bare Münze gehalten. Solch irriige Kausalitätsempfindungen gibt es auch auf anderen Ebenen. Denken Sie beispielsweise an den Aberglauben – Sportler oder deren Fans entwickeln ausgefeilte Rituale, wenn sie die Erfahrung gemacht haben, dass diese Handlungen



Martin Rolfs erforscht das Verhältnis von Ursache und Wirkung. Foto: privat

gen bisher immer den sportlichen Erfolg nach sich zogen.

*Wie kann nun die Wissenschaft Ihre Erkenntnisse nutzen?*

Wir können die an Kausalitätsurteilen beteiligten Nervenzellen auffindig machen und die Mechanismen des Erkennens besser verstehen. Da gehen wir jetzt auch über einfache Kausalzusammenhänge hinaus und nutzen Reize, deren Bewegung nicht auf rein mechanische Ursachen zurückzuführen ist und die daher als lebendig wahrgenommen werden, sozusagen mit eigenen Zielen und Absichten. Das könnte uns beispielsweise helfen, Entwicklungsstörungen wie Autismus besser zu verstehen. Autisten haben Probleme, soziale Schlüsselreize zu erkennen, das heißt, sie verstehen das Verhalten anderer Menschen einfach nicht. Wenn wir die genauen Ursachen kennen, wäre das ein wichtiger Schritt auf dem Weg zu einer Therapie.

*Für welche anderen Wissensbereiche sind Ihre Erkenntnisse relevant?*

Beispielsweise für die Robotik oder das automatische Auswerten von Kamerabildern. Kausalitätswahrnehmung ist absolut grundlegend für das Verstehen einer Szene, und die menschlichen Hirnprozesse zum Erkennen von kausalen Zusammenhängen sind sehr effektiv und effizient. Diese genau zu verstehen, könnte helfen, die Verarbeitung komplexer bewegter Bilder durch Roboter und anderer Computersysteme deutlich zu verbessern. Ein anderes Beispiel: Wenn nach einem Lawinenabgang nach Überlebenden gesucht wird, könnte die automatische Auswertung von Kameraaufnahmen hilfreich sein. Dabei ist es wichtig, Signale zu finden, die von etwas Lebendigem ausgehen. Bewegung allein ist noch kein Hinweis auf Leben, sie könnte von nachrutschendem Schnee stammen. Wenn die Bewegung aber nicht durch physikalische Gesetze erklärt werden kann, ein Aufsteigen oder Schwanken etwa, dann könnte es die Bewegung eines Lebewesens sein.

*Wenn Ursache-Wirkung-Beziehungen in Hirnregionen hergestellt werden, die für das Sehen zuständig sind, erkennen dann auch Tiere kausale Zusammenhänge?*

Das halte ich für sehr wahrscheinlich. Stellen Sie sich einen

Orang-Utan vor, der gerade beobachtet hat, dass sein Artgenosse beim Hangeln einen zu dünnen Ast erwischt hat und vom Baum fiel. Er kann diese Ursache-Wirkungs-Beziehung wahrscheinlich direkt wahrnehmen und daraus lernen. Es wird aber noch zu klären sein, was im Gehirn schon vorhanden ist, sozusagen „fest verankert“, und was erlernt werden muss. Wir wissen beispielsweise, dass schon Babys auf kausale Ereignisse mit größerem Interesse reagieren.

*Wenn in der visuellen Wahrnehmung automatisch Ursachen und Wirkungen verknüpft werden – könnte das auch ein Grund für die Sinnsuche des Menschen sein?*

Da möchte ich mich nicht zu weit aus dem Fenster lehnen. Aber es ist schon so, dass im Gehirn ständig eine Hypothesenbildung stattfindet für das, was in unserer Umgebung vor sich geht: Was könnte da passiert sein? Der Philosoph David Hume ging im 18. Jahrhundert davon aus, dass der Mensch nur eine ständige Abfolge von Sinneseindrücken wahrnehmen würde, weil Ursachenzusammenhänge logisch erschlossen werden müssten. Diesen Ansatz haben wir mit unseren Erkenntnissen widerlegt.

*Welche wissenschaftlich-technischen Fortschritte haben dazu geführt, dass Ihre Forschungsgruppe diese Erkenntnisse gewinnen konnte?*

Natürlich helfen uns die moderne Computertechnik und das Wissen aus früheren Studien, die Sehprozesse durch Gewöhnung zu beleuchten. Aber unsere Untersuchung entsprang eher den Erkenntnissen der vergangenen Jahre, dass viele Bereiche unserer Wahrnehmung in frühen Phasen der Reizverarbeitung im Gehirn anzusiedeln sind. Viele Wissenschaftler gingen wie selbstverständlich davon aus, dass Kausalitätsurteile kein visuelles Phänomen sind, sondern eine rationale Folgerung darstellen und damit einem höheren Denkprozess entspringen. Diese Tradition mussten wir durchbrechen. Es gibt allerdings auch eine Tradition, die Kausalitätsurteile als Teil des Wahrnehmungsprozesses anzusehen. Bereits in den 1940er Jahren veröffentlichte der belgische Psychologe Albert Michotte entsprechende Ergebnisse aus seinen Experimenten. Diesem Ansatz haben wir vielleicht jetzt zum Durchbruch verholfen.