FOTOS: JULIA UNKEL, NATIONAL GEOGRAPHIC IMAGE COLLECTION

Onur Güntürkün, 61, ist Professor für Biopsychologie an der Ruhr-Universität Bochum. Er erforscht Denkleistungen und Hirnentwicklung von Vögeln, insbesondere Tauben.

»Unterschätzt **Tauben** nicht!«

Onur Güntürkün erforscht, was das Hochleistungshirn von Vögeln über den menschlichen Verstand verrät

TEXT: KRISTINA VAILLANT

Wenn man auf dem Campus der Ruhr-Universität Bochum unterwegs ist, sieht man hin und wieder eine Straßentaube picken. Einen ganzen Taubenschlag findet man auf dem Dach des Gebäudes, in dem die Abteilung Biopsychologie zu Hause ist. Dort werden Haustauben als Versuchstiere gezüchtet. Onur Güntürkün hat sie dorthin gebracht. Der Professor für Biopsychologie erforscht das Denken, Fühlen und Entscheiden anhand des Vergleichs zwischen Mensch und Tier – vor allem an Tauben.

Herr Güntürkün, Wissenschaftler haben unterschiedliche Gründe für die Wahl ihrer Versuchstiere: die Haltung und Handhabung der Tiere oder ihre Eignung als Modell, um bestimmte Forschungsfragen zu beantworten. Sie forschen als Neurowissenschaftler seit Jahrzehnten mit Tauben und anderen Vögeln. Warum?

Ich interessiere mich für die Frage, wie das Denken im Gehirn entsteht. Meistens sagen sich Neurowissenschaftler dann: Ich interessiere mich besonders für Menschen, also möchte ich Tiere haben, die Menschen so ähnlich wie nur irgend möglich sind. Da kämen zum Beispiel Affen infrage – die sind allerdings ziemlich teuer und sehr aufwendig zu halten. Natürlich kommen auch Ratten oder Mäuse infrage. Deren Hirnaufbau ähnelt prinzipiell dem des Menschen: Sie haben eine Hirnrinde, die ähnlich organisiert ist wie die unsere.

Warum also keine Mäuse oder Ratten?

Das Problem dieser Modelle ist folgendes: Stellen Sie sich vor, wir entdecken bei Ratten, Mäusen und Affen immer den gleichen Mechanismus bei einem bestimmten Denkprozess. Nehmen wir an, wir finden heraus, dass er bei uns Menschen ähnlich funktioniert. Dann sagen Wissenschaftler: Wir haben den Mechanismus identifiziert, ohne den dieser Denkprozess offensichtlich nicht funktioniert. Nun stellen Sie sich vor, man untersucht ein Tier, das radikal anders ist – zum Beispiel den Oktopus. Er ist zu der gleichen Denkleistung fähig, aber wir entdecken, dass er das mit einem vollständig anders strukturierten Gehirn ▸

Der Oktopus hat ein Haupthirn im Schlund und acht Nervenknoten in den Armen.

10

Tierarten

erkennen sich nachweislich im Spiegel, darunter Asiatische Elefanten, Delfine, Orang-Utans und Krähen. 2019 bestand der Putzerlippfisch als erster Fisch den Spiegeltest. Unter Forschern wird heiß diskutiert, ob die Reaktion auf das Spiegelbild wirklich Selbstbewusstsein voraussetzt.

schafft. Nun müssten wir schlussfolgern, dass wir Säugetiere diesen Denkprozess auf eine bestimmte Art und Weise bewerkstelligen – aber offensichtlich ist das nicht die einzige Möglichkeit.

Der Oktopus kommt also auf einem völlig anderen Weg zum selben Ziel.

Genau. Jetzt untersuchen wir einen anderen Denkprozess und finden wieder den gleichen Mechanismus bei Ratten, Mäusen, Affen und Menschen. Und diesmal funktioniert er auch beim Oktopus exakt so wie bei uns. Und das, obwohl der Oktopus ein so anders strukturiertes Gehirn hat. Das zeigt uns: Der zweite Prozess kann nur über einen einzigen Mechanismus realisiert werden. Jedes Lebewesen, das diesen Denkprozess braucht, muss den notwendigen Mechanismus im Laufe seiner Evolution entwickeln. Um herauszufinden, welche Prozesse nur auf eine und welche auf verschiedene Arten zu verwirklichen sind, braucht man ein Tier, das uns maximal unähnlich ist, aber trotzdem in der Lage, ähnlich zu denken. Da Oktopusse schwierig zu halten sind und wir extrem wenig über ihr Gehirn wissen, bieten sich Tauben an.

Hat denn die Forschung mit Tauben in der Hirnforschung Tradition?

In der Psychologie sind Tauben ein sehr traditionelles Tier. Praktisch die gesamte Grundlagenforschung der Verhaltenstherapien basiert auf Experimenten an Tauben und an Ratten. Allerdings ist die Kombination aus einer lernpsychologisch und einer kognitiv ausgerichteten Forschung am Gehirn von Tauben, wie wir sie hier betreiben, sehr neu und ungewöhnlich.

Sie untersuchen also, wie das Gehirn von Tauben Informationen verarbeitet und wie sich das Verhalten der Vögel ändert, wenn sie lernen. Ich habe eben in Ihrem Labor die Gehirne von Tauben gesehen, konserviert in Alkohol. Das Organ ist etwa haselnussgroß, ein echtes Spatzenhirn.

Tauben sollte man nicht unterschätzen. Wir haben vor ein paar Jahren mit neuseeländischen Kollegen herausgefunden, dass sie zum Beispiel englische Orthografie lernen können. Wir haben den Tauben in den Boxen, die wir für unsere Experimente benutzen, englische Worte eingeblendet, die aus vier Buchstaben bestehen. Zum Beispiel das Wort »done« und danach das aus den gleichen Buchstaben bestehende Nicht-Wort »dnoe«. Die Taube interessiert sich natürlich nicht für Wissenschaft, aber sie interessiert sich für Futter. Das bekommt sie, wenn sie auf das Wort pickt, das in der englischen Sprache existiert. Wenn sie ein Wort sieht, das es im Englischen nicht gibt, muss sie auf ein Sternchen daneben picken.

Woher soll sie denn bitte wissen, welche Worte im Englischen existieren?

Am Anfang raten die Tauben natürlich, aber dann werden sie besser und besser. Irgendwann haben wir sie mit Worten konfrontiert, die sie noch nie zuvor gesehen haben, und sie haben spontan richtig gewählt, weit häufiger, als dass es nur Zufall sein könnte. Wir stellten fest, dass die Tauben eine Strategie verfolgen: Sie gucken, ob zwei Buchstaben im Englischen häufig aufeinander folgen. Die Buchstabenfolge »do« wie bei »done« gibt es relativ häufig im Englischen, genauso wie »on« oder »ne«. Die Buchstabenfolge »dn« wie in »dnoe« dagegen ist extrem selten. Die Tauben machen also das, was Grundschüler tun: Sie entwickeln eine Art Bauchgefühl dafür, was richtig aussieht und was nicht.

Sie erkennen Muster oder Prinzipien, und in diesem Moment hat sich in ihrem Gehirn etwas verändert. Sie haben etwas gelernt.

Genau, sie haben statistisch etwas über die englische Orthografie gelernt, und das wenden sie an. Das geht uns als Erwachsenen genauso. Wir überfliegen einen Text, ohne ihn richtig zu lesen, und bleiben automatisch an einem Wort mit Tippfehler hängen. Unser Gehirn hat eine Art statistisches Wissen, in diesem Fall über die deutsche Sprache, und wenn wir ein Wort sehen, das dieser Statistik widerspricht, dann erregt das sofort unsere Aufmerksamkeit.

Sie haben auch mit Elstern experimentiert. Sind die ebenfalls cleverer als gedacht?

Ja, das ist sehr spannend: Elstern erkennen sich im Spiegel. Schimpansen waren die ersten Tiere, mit denen man diesen berühmten Test gemacht hat. Und meine Kollegen, die Primatenforscher, haben darauf beharrt, dass Menschenaffen nun doch etwas anderes seien als Vögel, weil sie sich im Spiegel erkennen und vielleicht so etwas wie ein Bewusstsein ihrer selbst besitzen. Das ließ mir natürlich keine Ruhe. Deshalb haben wir das Experiment mit Elstern gemacht. Die Tiere werden dazu an der Kehle, unterhalb des Schnabels, mit einem Punkt markiert.

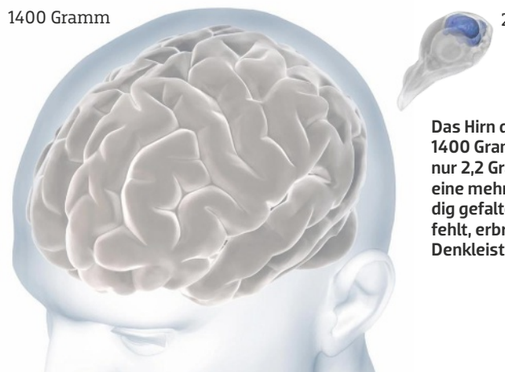
Das schwarze Gefieder wird eingefärbt?

Ja. Entweder erhalten die Elstern einen schwarzen Punkt, den man auf dem schwarzen Gefieder fast nicht sieht. Oder einen roten beziehungsweise gelben Punkt, den sieht man sofort. Die Annahme war: Nur wenn sie einen Spiegel vor sich haben und der Punkt farbig ist, kratzen sie sich an dieser Stelle. Dann erkennen sie sich selbst. Und genau das traf zu. Das war ein ganz wichtiges Ergebnis.

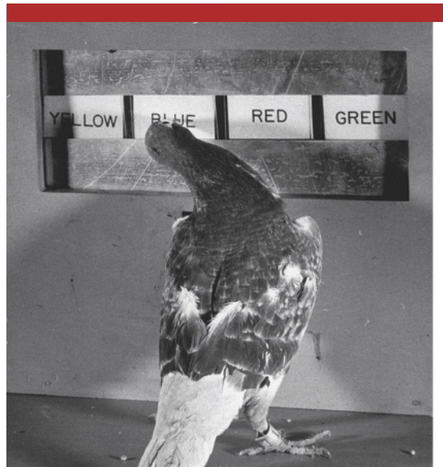
Sie haben mit Elstern auch Versuche zur Objektkonstanz gemacht – Experimente, die der berühmte Schweizer Entwicklungspsychologe Jean Piaget entwickelt hat, um kognitive Fähigkeiten bei Kindern zu testen.

Piaget beschrieb einen sechsstufigen Entwicklungsprozess bei Kindern und konzipierte einen ▸

Auf dem Laufband: Für die Sendung »P.M. Wissen« demonstrieren Güntürküns Mitarbeiter, wie Tauben beim Laufen den Kopf vorstrecken und den Körper nachziehen. Ziel der Taube ist es, die Position ihrer Augen möglichst selten zu verändern. So hat sie Zeit, den Blick scharfzustellen. Menschen rucken dazu übrigens nicht mit dem Kopf, sondern lassen die Augen mitwandern.



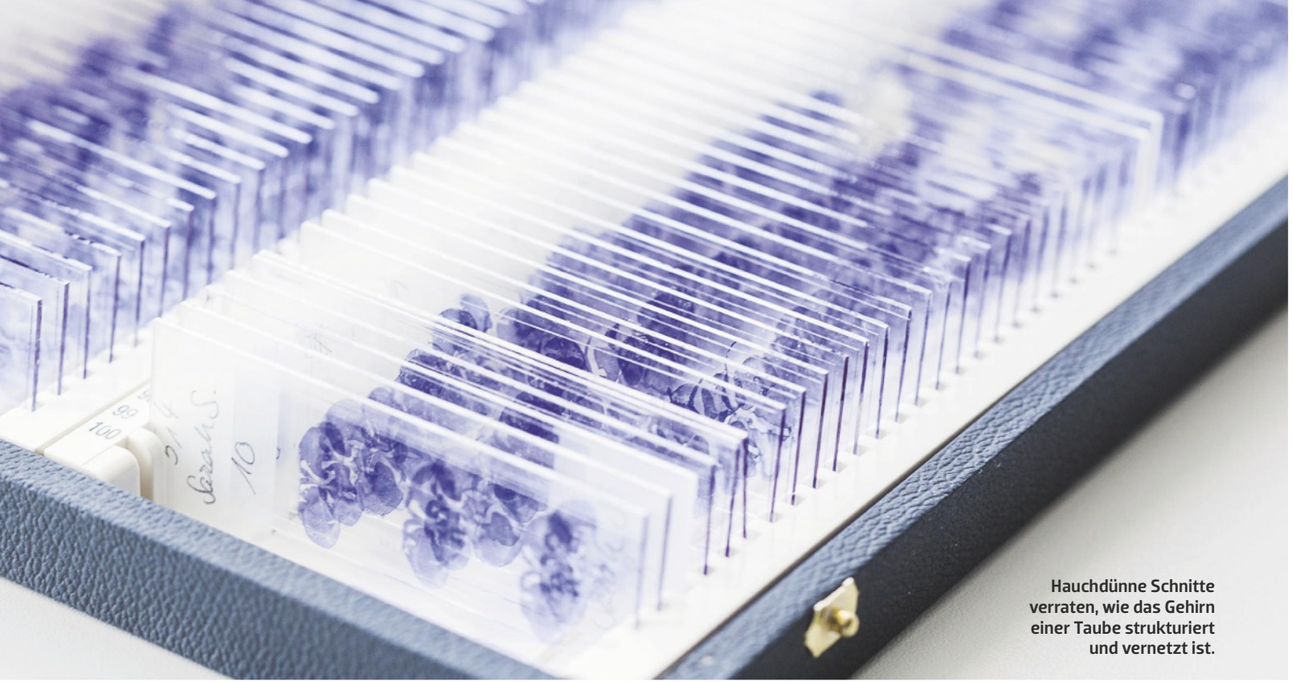
Das Hirn des Menschen wiegt 1400 Gramm, das der Taube nur 2,2 Gramm. Obwohl ihr eine mehrschichtige, aufwendig gefaltete Großhirnrinde fehlt, erbringt sie erstaunliche Denkleistungen.



Brave Taube, böse Taube

VERHALTENSPSYCHOLOGIE Burrhus Frederic Skinner (1904–1990) gilt als Vater des Behaviorismus. Er untersuchte, wie sich Verhaltensweisen durch äußere Reize – insbesondere Belohnung und Bestrafung – verstärken und abschwächen lassen. Seine bevorzugten Versuchstiere waren Tauben. Für sie konstruierte er die **Skinner-Box**, einen kleinen Kasten mit ferngesteuertem Futterspender, der um Schaltflächen ergänzt werden kann (Bild). Im einfachsten Fall gibt der Automat Futter aus, sobald die Taube auf die richtige Fläche pickt. Skinner zeigte: Vögel und Menschen lassen sich in vielen Fällen mit identischen Strategien konditionieren.

FOTOS: GETTY IMAGES, BILDERFEST/SERVUS TV; ILLUSTRATIONEN: DOC-STOCK/FIONLINE, ONUR GÜNTÜRKÜN/RUB BOCHUM



Hauchdünne Schnitte verraten, wie das Gehirn einer Taube strukturiert und vernetzt ist.

einfachen experimentellen Werkzeugkasten, um die Stufen nachzuweisen. Bei Stufe vier haben die Kinder ein Konzept der Konstanz.

Sie wissen also, dass Objekte oder Personen auch dann noch existieren, wenn sie für die Kinder gerade nicht zu sehen sind. Zum Beispiel, weil sie hinter einem Vorhang verschwunden sind.

Das Erstaunliche: Unsere Elstern lernen die Objektkonstanz schneller als Kinder. Kinder sind etwas jünger als ein Jahr, wenn sie das schaffen. Unsere Elstern sind jünger als vier Monate – dafür leben sie natürlich nicht so lange wie wir. Aber ihre kognitive Entwicklung verläuft schneller als bei uns, und sie zeigen die gleiche Entwicklungsdynamik. Sie machen auch die gleichen Fehler wie Kinder. Man könnte also provokativ sagen: Hätte Piaget nicht Schweizer Kinder untersucht, sondern Elstern, er hätte das gleiche Buch geschrieben. Und das, obwohl das Gehirn einer Elster nur zehn Gramm wiegt, keine Hirnrinde hat und vollkommen anders organisiert ist. Das ist nun wirklich eine Lektion.

Wie kann das sein?

Das wüsste ich auch gerne. Wir nähern uns Antworten an, aber nur schrittweise. Erstens: Vögel haben viel mehr Nervenzellen pro Kubikmillimeter, als wir vermutet haben. Wenn eine Nervenzelle quasi die kleinste Recheneinheit eines Gehirns ist, so besitzt eine Elster erheblich mehr Einheiten pro Kubikmillimeter als wir. Das ist ein Teil der Antwort. Trotzdem haben Elstern weit weniger Nervenzellen als Schimpansen. Sie müssen also Mechanismen mit einer höheren Effizienz entwickelt haben, die wir im Moment nicht kennen.

Ein Grund für die Effizienz des menschlichen Gehirns ist seine asymmetrische Organisation: Linke und rechte Hirnhälfte erledigen unterschiedliche Aufgaben.

Ja, bei den allermeisten Menschen wird beispielsweise die Sprache größtenteils in der linken Hirnhälfte verarbeitet. Mit einer Ausnahme: Die Prosodie, die Stimmmodulation beim Sprechen, wird in der Regel in der rechten Hirnhälfte verarbeitet.

Welchen Sinn hat diese Aufgabenteilung?

Ein Vorteil kognitiver Asymmetrien ist, dass zeitgleich verschiedene Prozesse durchgeführt werden können. Das steigert die Effizienz. Wenn Sie meine Stimme hören, können Sie mit Ihrer linken Hemisphäre die Worte dekodieren und deren sprachliche Bedeutung einordnen. Gleichzeitig verarbeiten Sie mit der rechten Hirnhälfte meine Prosodie und erhalten dadurch zusätzliche Informationen über meine Stimmungslage.

Zählt auch die Tatsache, dass die meisten von uns Rechts- oder Linkshänder sind, zu den nützlichen Asymmetrien?

Tatsächlich gibt es kein anderes Tier, das eine so große händische Geschicklichkeit aufweist wie der Mensch. Über die verfügen wir nur, weil wir eine Hand bevorzugen, meistens die rechte, und weil wir sie ein Leben lang trainieren. Je geschickter die Hand wird, desto schneller wird sie auch. Es gibt also einen Zeitvorteil und einen Qualitätsvorteil. Die rechte Hand wird übrigens von der linken Hirnhälfte gesteuert, das geht immer über Kreuz.

Ist diese Asymmetrie denn etwas, was beim Menschen einzigartig ist? Oder herrscht auch im Taubenhirn Arbeitsteilung?

Tatsächlich dachte man ein Jahrhundert lang, dass nur wir Menschen ein asymmetrisch organisiertes Gehirn haben. Man glaubte sogar, das sei der Schlüssel zu unserer kognitiven Überlegenheit, unser besonderer Trick. Ich gehörte mit einem italienischen Kollegen und einer australischen Kollegin zu den drei Musketieren, die erfolgreich gegen diese Phalanx von »Tiere haben's nicht« angegangen sind. Heute weiß man: Das Phänomen ist unter Wirbeltieren weit verbreitet. Auch Taubenhirne arbeiten asymmetrisch, etwa bei der Auswertung visueller Reize. Das lässt sich sehr leicht untersuchen, weil bei Tauben die Sehnerven komplett gekreuzt sind. Alles, was das rechte Auge sieht, wird nur an die linke Hirnhälfte weitergeleitet – und umgekehrt.

Läuft das beim Menschen anders?

Bei uns ist die Lage komplizierter, weil beide Augen in beide Hirnhälften projizieren. Experimente mit Tauben sind dagegen einfach: Man verdeckt beispielsweise das linke Auge mit einer Piratenklappe, sodass die Taube nur noch mit dem rechten Auge sieht. Dann ist klar: rechtes Auge, linke Hirnhälfte. Und umgekehrt.

Wie sind denn die Aufgaben im Taubenhirn verteilt?

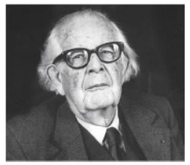
Genau wie Menschen machen Tauben links und rechts verschiedene Dinge, die sich aber ergänzen. Tauben lernen beispielsweise sehr schnell, uns mitzuteilen, ob auf einem Foto ein Mensch zu sehen ist. Man zeigt ihnen immer neue Fotos von Szenen mit und Szenen ohne Menschen. Nach einer Lerndauer von etwa sechs Stunden picken die Tiere nur noch auf die Bilder mit Menschen. Dabei erkennt ihre linke Hirnhälfte, ob auf dem Bild beispielsweise ein Auge, eine Nase, ein Mund oder ein Finger zu sehen ist. Wo Augen oder Nase im Bild auftauchen, ist komplett egal. Für die andere Hirnhälfte muss dagegen das grobe Körperschema stimmen. Gliedmaßen wie Kopf oder Arme müssen dort sein, wo sie hingehören, ansonsten ist das für die Taube kein Mensch.

Die linke Hirnhälfte ist also für die Details zuständig, die rechte Hälfte liefert Informationen zum großen Ganzen. Sie haben gezeigt, dass diese Asymmetrie entsteht, weil der Taubenembryo zusammengerollt im Ei liegt.

Genau. Das rechte Auge ist der Eischale und damit dem Licht zugewandt. Das linke Auge ist durch den eigenen Körper zugedeckt. Das ist der Schlüssel für die Entstehung dieser visuellen Asymmetrie. Tauben besitzen noch weitere visuelle Asymmetrien, die unabhängig davon entstehen. Aber in diesem speziellen Fall ist die Position im Ei der Auslöser dafür, dass das rechte Auge und die linke Hirnhälfte Objekte genauer und schneller erkennen. Das ist spannend, weil es beweist, dass Umwelteinflüsse wie die embryonale Körperhaltung eine Asymmetrie im Gehirn hervorrufen können.

Ein Angriff auf den Glauben, alles sei durch unsere Erbanlagen bestimmt?

Ja, lange galt das Dogma »Asymmetrien sind genetisch vorverdrahtet«. Aber das ist nicht richtig, im Gegenteil: Die Umwelt hat einen massiven Einfluss. Das zeigen die Taubenversuche eindeutig. ■



Jean Piaget
(1896–1980) gilt vielen als Übervater der Entwicklungspsychologie. Sein Stufenmodell erklärt, wann sich Kinder welche geistigen Fähigkeiten aneignen, wie ihnen das im Zusammenspiel mit ihrer Umwelt gelingt und welche grundlegenden Bedürfnisse sie dabei antreiben.

11 600
Kilometer
flog die Brieftaube »309« im Jahr 1931. Für die Strecke von Frankreich nach Vietnam brauchte sie 24 Tage. Bis heute gibt der Orientierungssinn der Tauben Rätsel auf. Neben dem Sonnenstand spielen womöglich das Magnet- und Schwerefeld der Erde eine Rolle.

Mithilfe einer angeklebten Brille testen US-Forscher, ob Tauben es in Sachen Sehkraft mit Menschen aufnehmen können.

FOTOS: JULIA UNKEL, SZ PHOTO, GETTY IMAGES