

Wie viel **Hirn** braucht Intelligenz?

*Im frühen China wurden vor zweieinhalb Jahrtausenden im „Park der Intelligenz“ die unterschiedlichen Fähigkeiten von Säugetieren, Vögeln, Reptilien und Fischen dargeboten. Heute fahndet die US-Raumfahrtbehörde NASA nach außerirdischen Zivilisationen – die menschliche Intelligenz sucht offenbar ihresgleichen. Doch wie hat sich Intelligenz entwickelt? **WOLFGANG WICKLER**, ehemals Direktor am **MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR VERHALTENSPHYSIOLOGIE** in Seewiesen, begibt sich auf die Spuren der Evolution.*

Sitz der Intelligenz ist selbstverständlich das Gehirn. Und einer landläufigen Annahme zufolge wächst die Intelligenz mit der Gehirngröße. Da diese mit der Körpergröße zusammenhängt, muss man für aussagekräftige Vergleiche die relative Hirngröße nennen. Im Verhältnis zum Körper sind die Gehirne von Hund, Pferd und Elefant durchschnittlich groß. Die relative Gehirngröße des Menschen jedoch liegt weit über dem Säugetierdurchschnitt. Es empfiehlt sich also nicht, das Denken den Pferden zu überlassen, nur weil sie den größeren Kopf haben. Allerdings schneiden in Intelligenztests „großkopferte“ Menschen mit 2000 Gramm Hirngewicht nicht konsistent besser ab als Menschen mit halb so schwerem Gehirn. Bei manchen Menschen ist das Gehirn offenbar größer als nötig. Hingegen benötigen Haustiere in menschlicher Obhut weniger Gehirn als ihre wild lebenden Stammformen. Beim Hausschaf ist das Gehirn um 24 Prozent kleiner als beim Wildschaf. Reduziert ist vor allem der für Emotionalität, Aufmerksamkeit und Wachsamkeit zuständige Bereich; entsprechend halten Wildschafe die Ohren steif, viele Hausschafe lassen sie hängen.

Da sich der Mensch für das intelligenteste Lebewesen auf Erden hält, werden hirngrößenabhängige Intelligenzunterschiede vielleicht erst im Vergleich des Menschen mit anderen Tierarten messbar. Aber für solche Vergleiche gibt es keine allgemein verwendbare Intelligenzskala. Praktiker ist ein Vergleichsverfahren, das nicht eine abstrakte Intelligenz, sondern bestimmte Intelligenzleistungen aufs Korn nimmt und deren Auftre-

ten durch das Tierreich verfolgt. Überzeugt von der Sonderstellung des Menschen wählt man dafür meist Leistungen aus einem für typisch menschlich gehaltenen Bereich – zum Beispiel den Werkzeuggebrauch.

Es ist bekannt, dass auch unsere nächsten Verwandten, die Schimpansen, einfache Werkzeuge benutzen. Ein berühmt gewordenes Beispiel dafür ist ihr Angeln nach Termiten. Dazu nehmen sie einen Halm in die Hand und schieben ihn in einen Gang des Termitenhügels. Wenn sich Termiten daran festgebissen haben, ziehen sie sie mit dem Halm heraus. Ein Schimpanse steuert dieses Verhalten mit seinem etwa 450 Gramm schweren Gehirn.

Ein anderes Tier, das ebenfalls Termiten frisst, verschluckt die erste aufgegriffene Termiten nicht, sondern saugt sie nur aus. Mit der leeren Hülle zwischen den „Fingerspitzen“ wackelt es dann im Eingang eines Termitenhaufens hin und her. Prompt beißt sich ein wachhabender Termitensoldat mit den Kieferzangen am Eindringling fest und lässt sich mit ihm ins Freie ziehen, wo er ebenfalls verzehrt wird. So geht das stundenlang, bis der clevere Angler satt ist – eine kaum zwei Zentimeter große Raubwanze mit einem Gehirn, kleiner als ein Stecknadelkopf.

Als weiteren Werkzeuggebrauch lernen Schimpansen, Trinkwasser aus einem tiefen Astloch zu holen, indem sie Blätter zu einem Schwamm zerkauen, ihn mit den Fingern eintauchen und dann auslutschen. Ähnlich machen es Ernteamaisen, wenn sie auf flüssige Nahrung treffen: Sie holen sich umherliegende trockene Laub-

stücke als Löschpapier, legen sie auf die Flüssigkeit und schaffen die vollgesogenen Stücke heim; dabei schleppen sie pro Transport mehr Flüssigkeit als in ihrem Kropf Platz fände. Die Ameise ist kaum 10 Millimeter groß, ihr Gehirn wiegt weniger als 1 Milligramm.

Für die genannten Werkzeughandlungen genügt also – wie die Insekten zeigen – ein winziges Gehirn. Warum muss es bei Menschenaffen für funktionell gleiche Handlungen so sehr viel größer sein? Nur weil Affen dazu so viel lernen müssen? Schimpansen erweisen sich unter menschlicher Anleitung zwar als außerordentlich gelehrt. In der Natur scheint diese Gelehrigkeit aber weitgehend ungenutzt zu bleiben, weil das gezielte Belehren fehlt. So braucht es viel Zeit, bis ein Schimpansekind gelernt hat, Termiten zu angeln. Und nicht alle Schimpansen lernen es. Der Wanze hingegen unterstellen wir, dass Termitenangeln zu ihrem genetischen Verhaltensprogramm gehört, es also alle Individuen können und sie dazu nichts lernen müssen.

Wenn das stimmt, dann muss man fragen, wo der Vorteil einer Höherentwicklung von gebrauchssicherem genetischem zu unsicherem erlernbarem Verhalten liegen kann. Allerdings ist die angeborene Cleverness der Wanze, wie gesagt, nur unterstellt – abgeleitet aus der allgemeinen Kenntnis über Insektenverhalten. Dieses Vorurteil gilt als so gefestigt, dass noch niemand sich die Mühe gemacht hat, zu überprüfen, ob wirklich alle Wanzen-Individuen ohne Lernaufwand in der geschilderten Weise Termiten fangen können.

Tiere müssen harte Nüsse knacken

Sicherer ist man sich da bei der Verwendung von Steinen als Hammer. Mühsam lernen Schimpansen im Lauf von Monaten bis Jahren, harte Nüsse mit einem Stein als Werkzeug zu knacken. Von Sandwespen bestimmter Arten weiß man, dass sie den Eingang zu ihrer Larvenkammer im Boden mit Sand zuschütten, dann ein Steinchen in die Mundgliedmaßen nehmen und damit die Sandoberfläche wieder glatt klopfen. Das können alle weiblichen Tiere, und sie müssen dazu nichts lernen.

Beim Vergleichen von angeborenem Können mit individuellem Erlernen bilden die Erforscher tierischer Intelligenz zwei Lager: Die mehr biologisch orientierten beziehen Intelligenz auf das Lösen solcher Probleme, die einem Lebewesen in seiner natürlichen Umwelt normalerweise begegnen. Da die verschiedenen Tierarten Umweltgegebenheiten unterschiedlich differenziert wahrnehmen und auch unterschiedlich differenziert darauf reagieren können, wird man verschiedene arttypische Intelligenzleistungen finden, die als Anpassungen evolviert, also weitgehend genetisch verankert und bei artgleichen Tieren in gleicher Weise vorhanden sind. Das sind Intelligenzleistungen auf dem Art-Niveau.

Mehr psychologisch orientierte Wissenschaftler beziehen Intelligenz jedoch auf die Fähigkeit des einzelnen

Individuums, neue und neuartige Probleme in angemessener kurzer Zeit zu lösen. Die gestellten neuartigen Aufgaben sind dann meist solche, die dem Tier normalerweise nicht begegnen. Kein Wunder also, dass dann die Gehirne höherer Tiere ganz allgemein für komplexere kognitive Fähigkeiten ausgelegt scheinen als ihnen unter natürlichen Bedingungen je abverlangt werden. Bei der Bewältigung neuartiger Probleme soll das Tier erfinderisch sein und auch frühere eigene Erfahrungen nutzen. Darin unterscheiden sich dann artgleiche Individuen erfahrungsgemäß deutlich voneinander (wie hinlänglich vom Menschen bekannt).

Allerdings wird kein Individuum seine angeborenen kognitiven und motorischen Fähigkeiten bei der Bewältigung eines neuartigen Problems ausblenden. Die schließlich erbrachte Intelligenzleistung wird also zusammengesetzt sein aus artspezifischen und individuen-spezifischen Anteilen. Verschiedene Arten muss man deshalb auf demselben Niveau vergleichen, um die individuellen Leistungen hervorzuheben.

Menschenaffen und Insekten in den oben genannten Beispielen sind in jeder Hinsicht extrem verschiedene Arten. Man kann aber Unterschiede in der Bewältigung derselben naturgegebenen Aufgabe schon bei nächst verwandten Arten mit gleich organisierten Gehirnen finden, so etwa bei den Hautflüglern. Ein Beispiel ist das Heimfinden von Ameisen und Wespen: Eine Wüstenameise, die auf Nahrungssuche weit umherstreift, kehrt schließlich auf schnurgeradem Weg zum Bau zurück – selbst durch Gelände, das sie zuvor nicht betreten hat. Sie misst automatisch auf jedem Ausflug die durchlaufenen Wegstrecken und Winkel und errechnet daraus artspezifische Orientierungsleistung den direkten Rückweg. Wurde sie unterwegs passiv ein Stück weit versetzt, so fehlt dieses in ihrer Berechnung und sie verläuft sich auf dem Weg nach Hause.

Eine Grabwespe, die im Suchflug nach Raupen für ihre Larven Ausschau hält, transportiert ihre Beute zu Fuß zum Erdloch, in dem die Larve wartet. Sie musste sich zuvor viele Landmarken der Umgebung einprägen, an denen sie sich auf dem Heimweg orientiert. Sie findet deshalb auch dann zurück, wenn man sie an eine Stelle versetzt, an der sie auf diesem Suchflug nicht gewesen ist. Die Wespe versorgt überdies mehrere Larven, jede in einem anderen Erdloch. Sie braucht deshalb eine Landkarte in ihrem Kopf für das ganze Gebiet, das heißt gutes individuelles Lernvermögen und Ortsgedächtnis.

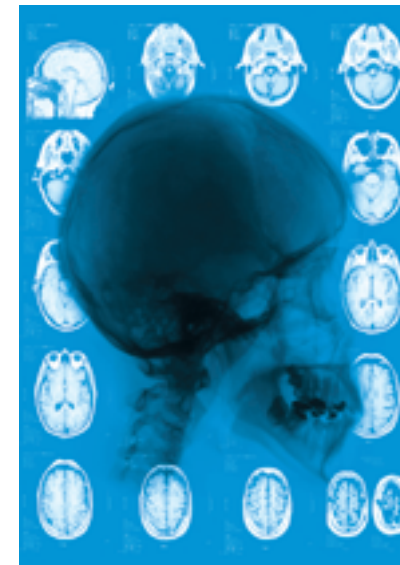
Raum-Intelligenz (Orientierung) und technische Intelligenz (Werkzeuggebrauch) erreichen vermutlich nicht das kognitive Leistungsniveau der sozialen Intelligenz, obwohl Primatologen darüber streiten, ob unser Großhirn zuerst im Dienst der Werkzeugtechnik oder der sozialen Kompetenz stand. Von letzterer ist bei Menschenaffen noch vergleichsweise wenig nachgewiesen. Selbst hochgestochene Vermutungen darüber werden weit übertroffen von der sozialen Kompetenz eines

knapp 10 Zentimeter langen Putzerlippfisches, der an Korallenriffen lebt. Er befreit andere Fische von Hautparasiten, die im Meer unheimlich häufig sind, beißt ihnen aber auch gern kleine Stücke aus der gesunden Haut. Er hat pro Tag mehr als 100 Putzkunden aus verschiedenen Arten: Stammkunden, die in seinem Korallenblock wohnen und auf ihn angewiesen sind, und Wanderkunden, die umherstreifen und verschiedene Putzer aufsuchen.

Der Putzer verhält sich genau gemäß der biologischen Markttheorie: Er bearbeitet Wanderkunden vorrangig und beißt sie seltener als Stammkunden. Gebissene, die ihn attackieren, werden beim nächsten Besuch zunächst beschwichtigend gestreichelt, also individuell wiedererkannt. Wartende Wanderkunden schauen aufmerksam zu und richten ihr Verhalten danach, wie ihr Vorgänger behandelt wurde. Entsprechend verzichtet der Putzer aufs Beißen, falls die Zuschauer Wanderkunden sind, nicht aber, wenn es Stammkunden sind, die zwangsläufig wiederkommen müssen. Das Miniaturgehirn eines Putzers bewältigt also eine Kunden-Klassifikation mit individueller Kundenauswahl, dazu eine präzise Buchführung über Täuschungen, Bestrafungen und Wiedergutmachung – und das unter Beachtung des eigenen sozialen Prestiges. Das alles erfordert erhebliche und spezifische Gedächtnisleistungen.

Solche adaptiven Lernleistungen sind der Schlüssel für individuelle Intelligenz. Stammesgeschichtlich angepasstes Verhalten beruht nur auf denjenigen genetischen Verhaltensprogrammen, die für ihren Träger nützlich sind. Misserfolgsprogramme fallen der Selektion zum Opfer und bleiben wirkungslos. Lernvermögen als neue Methode des Informationssammelns hingegen ermöglicht es dem Individuum, auch aus Irrtümern Vorteile zu ziehen und sein Verhalten adaptiv zu modifizieren. Wenn es schließlich sogar von fremden Irrtümern profitiert, indem es von anderen Individuen lernt und Verhaltensweisen übernimmt, die sich dort schon bewährt haben, so ist die noch weiter reichende Vorteilsebene der Traditionsbildung erreicht. Die bestuntersuchten Beispiele für Verhaltenstraditionen liefern übrigens nicht die Säugetiere, sondern die Singvögel mit ihren sozial gelernten Gesängen; das wusste und betonte schon Immanuel Kant.

Verglichen mit Insekten sind Affen und andere Säugetiere sowie Vögel zu deutlich mehr Intelligenzleistungen fähig. Bei ihnen – und auch in anderen Tierstämmen – scheinen vielseitiges Lernen durch Ausprobieren sowie Lernen von Vorbildern die Erfolgsrezepte vergrößerter Gehirne zu sein. Die aber sind kostenträchtig. Unser Denkorgan wiegt 2 Prozent des Körpers, schluckt aber 20



Prozent unseres Energiehaushalts. Solche Kosten müssen durch irgendeinen selektionswirksamen Nutzen aufgewogen werden. Wenn genetisch verankerte Verhaltensprogramme durch Lernen ergänzt und bereichert werden, führt das zwar zu größeren Verhaltensunterschieden zwischen Individuen. Bislang aber fehlen noch die Nachweise dafür, dass höhere kognitive Fähigkeiten, bis hin zu Traditionsbildungen der Menschenaffen, den Individuen tatsächlich Selektionsvorteile einbringen.

Wir bewundern als Intelligenzleistungen die kunstvollen Nester der Weibervögel und die landschaftsverändernden Dammbauten des Kanadischen Bibers. Die Erbauer sind warmblütige Wirbeltiere mit hoch entwickelten Gehirnen, aber für das Errichten ihrer Bauten spielen Lernprozesse kaum eine Rolle: Dieses lebenswichtige Verhalten ist irrtums-unanfällig im genetischen Programm verankert.

Es gibt auch Baumeister ohne Hirn

Leider haben sich die anthropozentrisch orientierten Kognitions-Forscher generell an Wirbeltieren festgebissen. Doch neben den Wirbeltieren existieren 30 weitere Tierstämme, die 95 Prozent aller heute lebenden Tierarten enthalten. Auch da gibt es Baumeister – einfachst organisierte Tiere, die zum Beispiel stangenförmige Gegenstände in der Umgebung aufsammeln und sie als Stützgerüst beim Beutefang verwenden. Das Überraschende: Die Tiere sind Foraminiferen aus der Amöben-Verwandtschaft, Einzeller also, die überhaupt kein Gehirn haben; sie setzen auf noch unbekannte Weise genetische Information über Proteine in arttypisch intelligentes Verhalten um. Bei Würmern, Mollusken, Spinnen, Krebsen, Insekten und Stachelhäutern haben sich dann unterschiedliche nervöse Mechanismen entwickelt, die weiteres intelligent anmutendes, umweltbezogenes wie soziales Verhalten zu Stande bringen.

Wenn wir die Evolution von Intelligenz, von Lernleistungen und großen Gehirnen verstehen wollen, so gibt es dafür nur ein Erfolg versprechendes Forschungsprogramm: Wir müssen zunächst zusammentragen, welche kognitiven oder intelligenten Leistungen in den verschiedenen Tierstämmen und Tierklassen vorhanden sind und zu welchen ökologischen und sozialen Lebensbedingungen sie gehören. Ausgewählte Leistungen müssen dann durch das Tierreich vergleichend analysiert werden, beginnend an der Stelle, wo diese Leistungen zum ersten Mal auf niedrigster Organisationsstufe auftreten. Hier liegt weites Brachland für die Intelligenzforschung. *Der Beitrag entstand unter Mitarbeit von Lucie Salwiczek*