

Dies ist ein Beitrag aus dem Morgenwelt-Archiv in Druckversion. Zur aktuellen Ausgabe kommen Sie hier: [www.morgenwelt.de!](http://www.morgenwelt.de)

MorgenWelt
4. September 2000

"Bin ich das wirklich?"

Die moderne Hirnforschung beginnt, unserem Denken und Fühlen auf die Spur zu kommen - mit erstaunlichen Ergebnissen

von Volker Lange

Wie ein kleiner Pilot sitzt die sechsjährige Anna in ihrem großen, bequemen Sitz. Auf dem Schoß hat sie ein kleines Kästchen. Immer wieder presst sie ihre kleinen Finger auf eine der beiden Tasten, die ihr die Antwort "richtig" oder "falsch" anbieten. Aus einem Lautsprecher hört Anna einen Satz: "Die Scheibe wurde getröstet". Anna zögert einen Moment, dann drückt sie die Taste, auf dem ein "Smiley"-Gesicht die Mundwinkel nach unten zieht.

Fast sieht es so aus, als sei das kleine Mädchen mit einem Computerspiel beschäftigt - wären da nicht die vielen Drähte, die von den Elektroden auf der Kopfhaut zu einem Schaltpult führen. Mit den Elektroden werden die Gehirnströme des Kindes gemessen und auf einem Monitor als Kurven dargestellt. Und aus diesen zahlreichen Kurven können Wissenschaftler herauslesen, wann die kleinen grauen Zellen eines Menschen in Aktion treten.

Die Wissenschaftler des Leipziger Max-Planck-Instituts für neuropsychologische Forschung, in dessen Räumen Anna gerade getestet wird, interessiert vor allem eine Frage: Wie schnell weiß das Gehirn, ob ein Satz falsch oder richtig ist?

In welcher Reihenfolge unser Gehirn Sprache verarbeitet, haben die Forscher schon herausgefunden. Wenn wir einen Satz hören, prüft das Gehirn zuerst einmal die Syntax, also das, was wir gemeinhin als Grammatik bezeichnen. Erst in einem zweiten Schritt werden dann die gehörten Wörter blitzschnell in seinem inneren Lexikon nachgeschlagen. In einem dritten Schritt überprüft unser Gehirn dann, ob diese verschiedenen Informationen zusammenpassen, also einen sinnvollen Satz ergeben. Dieser Prozess geht so rasend schnell, dass er längst abgeschlossen ist, bevor wir den Satz bewusst wahrnehmen. Und auch einen Fehler hat das Gehirn bereits dann erkannt, wenn wir noch nicht einmal angefangen haben, bewusst darüber nachzudenken.

"Das Gehirn weiß mehr über die Grammatik als der Mensch", so Prof. Angela Friederici, Leiterin des Max-Planck-Instituts. "Denn die Informationen über die bestimmten Strukturen einer Sprache erwerbe ich als Kind automatisch. Wenn das Gehirn auf einen syntaktischen Fehler trifft, dann können wir bei unseren Messungen sehen, dass es diese Struktur eigentlich gar nicht verarbeiten möchte."

Ein erstaunliches Ergebnis: Unser Gehirn scheint "uns" gar nicht zu benötigen, um reden, lesen und den Inhalt eines Satzes analysieren zu können. Es erledigt solche Aufgaben weitgehend automatisch. Das Bewusstsein, dem wir normalerweise die Funktion zuschreiben, derlei "höhere" Aufgaben zu lösen, spielt dabei in Wirklichkeit nur eine untergeordnete Rolle.

Warum das so ist, und wie unser Gehirn in der Lage ist, solche komplexen Probleme zu lösen, erkannten die Wissenschaftler in den letzten zwei Jahrzehnten erst ganz allmählich. Geholfen hat ihnen dabei die Revolution in der Computertechnik. Sie ermöglichte die Entwicklung von Messgeräten, die noch bis vor wenigen Jahren unvorstellbar schienen. Und sie hat damit völlig neue Horizonte erschlossen: "Bis vor 20 Jahren," so der Magdeburger Psychologe Lutz Jähnke, "waren wir noch nicht einmal in der Lage, über Phänomene ernsthaft nachzudenken, die zwischen einem Außenreiz und dem Verhalten stattfanden." Heute sind solche Phänomene selbstverständlicher Bestandteil der Forschung!

Schon in früheren Jahren konnten Wissenschaftler mit Hilfe der Technik tief in den Kopf des Menschen hineinsehen, ohne ihn operativ öffnen zu müssen. Zum mächtigen Werkzeug der Forschung wurden jedoch Geräte und Methoden wie EEG (Elektroenzephalogramm), PET (Positron-Emissions-Tomographie), oder MRT (Magnet-Resonanz-Tomographie, auch: Kernspin-Tomographie) erst, nachdem die Daten und Zahlen der Messgeräte mit Hilfe der modernen Bildverarbeitung in detaillierte Bilder umgesetzt werden konnten. Heutzutage ist es möglich, einem denkenden Gehirn auf dem Monitor bei seiner Arbeit zuzusehen. "Da streifen einen schon manchmal Fragen", so Jähnke nachdenklich: " Bin ich wirklich reduzierbar auf dieses Geflecht von Nervenzellen? Das rührt dann schon an metaphysische Grundfragen des menschlichen Lebens!"

In der Tat: Das Gehirn, so die heutige Erkenntnis der Wissenschaft, ist ein Ensemble von hochspezialisierten Expertensystemen, die ständig miteinander im Austausch stehen. So wenig man auch immer noch über diese Systeme im Einzelnen weiß: Für etwas Nichtmaterielles wie eine Seele, ist in der modernen Gehirnforschung kein Platz mehr, wie Prof. Hans-Jochen Heinze von der Universität Magdeburg betont: "Das heutige neurologische Modell sagt folgendes: Denken, Fühlen, Wahrnehmen, Handeln - all das sind Produkte des Gehirns. Nichts anderes. Und das Gehirn ist eine Maschine, die nach klaren physikalischen Prinzipien arbeitet."

Damit dieses unglaublich komplexe System, diese "Maschine", wie manche Forscher sagen, funktionieren kann, benötigt es an Grundausstattung an die 100 Milliarden Nervenzellen. Das entspricht in etwa der Zahl der Sterne in der Milchstraße. Jede dieser Nervenzellen hat im Durchschnitt über eintausend Schaltstellen, über die Informationen an Nachbarzellen weitergeleitet werden.

Diese sogenannten Synapsen sind keine starren Verbindungen. Im Gegenteil: Zwischen den beiden Zellen existiert ein winziger Spalt. An dieser Stelle übernehmen chemische Botenstoffe, sogenannte Neurotransmitter, die Aufgabe, die elektrischen Reize in der ersten Nervenzelle an die Rezeptoren auf der zweiten Nervenzelle weiterzuleiten.

Forscher haben ausgerechnet, dass schon im Gehirn eines Säuglings im Mutterleib mehr logische Entscheidungen möglich sind, als Sterne im gesamten Universum existieren. Schon in diesem Stadium werden übrigens die neuronalen Strukturen des Menschen festgelegt. Bei der Geburt wiegt das Gehirn eines Säuglings zwar noch weniger als 500 Gramm. Dennoch existieren in ihm schon alle Gehirnzellen, die er zeitlebens benötigen wird.

Nach der Geburt setzt ein rapides Wachstum der Neuronen ein. Die Nervenzellen bilden unablässig neue Verknüpfungen aus. Alles, was das Baby lernt, wird in speziellen Verschaltungen seines Gehirns gespeichert. Das genetisch vorgegebene Grundmuster der Nervenverbindungen wird dabei ständig verfeinert und variiert. Bereits mit vier Monaten, das hat man jetzt in einer Forschungsreihe an der Universität Tübingen herausgefunden, können Babys "rechnen": Sie erkennen den Unterschied zwischen vier und sechs Punkten.

Zugleich bereitet sich das Gehirn bereits intensiv darauf vor, mit Sprache umzugehen. Ein dramatischer Lernprozess: Wie ein Computer, der einen Geheimcode knacken soll, sucht das Babygehirn seine Umwelt nach akustischen Mustern ab. Jedes Mal, wenn es ein Muster identifiziert, unternimmt das Gehirn den Versuch, dieses Muster sinnvoll einzuordnen. Gelingt dies, wird es im neuronalen Netzwerk abgespeichert.

Auf diese Weise hat das Kind bereits sämtliche Laute seiner Muttersprache abgespeichert, bevor es fünf Monate alt geworden ist. Danach fängt es an, zu lallen: Es beginnt, die gelernten Laute zu üben. Irgendwann, zwischen dem 12. und dem 18. Lebensmonat, sind Kinder in der Lage, ihre ersten Worte zu sprechen. Danach geht alles rasend schnell. Die Strukturen sind vorhanden. Jetzt muss "nur noch" das lexikalische Gedächtnis aufgefüllt werden.

In dieser Phase erleben Kinder die Welt, die sie umgibt, sehr intensiv. Alles ist für sie zunächst aufregend neu. Und alles Neue wird sofort als Information im Gehirn gespeichert und verknüpft. Wie das geschieht, will die Wissenschaftlerin Dr. Katharina Braun gemeinsam mit ihren Mitarbeitern am Magdeburger Institut für Neurowissenschaften (IfN) herausfinden. In ausgeklügelten Versuchen an frisch geschlüpften Küken erforscht sie, wie sich das Gehirn in der frühesten Lernphase physikalisch verändert.

Das Gehirn, so erklären die Magdeburger Forscher, ist am Beginn des Lebens von erstaunlicher Plastizität. Es reagiert dabei sehr ökonomisch auf die Anforderungen von außen. Nervenbahnen, die benutzt werden, werden schnell ausgebaut und mit anderen Nervenzellen verknüpft. Fehlt jedoch eine Aktivierung durch Außenreize, werden ganze Neuronengruppen einfach stillgelegt - im schlimmsten Falle unwiederbringlich!

"Im Prinzip", so Katharina Braun, "ist das wie bei einem Bildhauer. Der schlägt auch aus einem rohen Stein alles weg, was zuviel ist. Dadurch formt er dann eine Skulptur, die am Ende eine ganz bestimmte Form erreicht. Und so ähnlich, stellen wir uns vor, formen sich im Gehirn die Schaltkreise, die später dann für das Denken und auch für Emotionen zuständig sind".

"Denken" und "Emotion" sind für unsere grauen Zellen keine gegensätzlichen Begriffe, ganz im Gegenteil! Den Gehirnforschern wird zusehends bewusst, wie untrennbar Verstand und Gefühl zusammengehören. Das Gehirn speichert Gefühle als mindestens ebenso bedeutsam ab, wie vermeintlich neutrale Informationen. Mehr noch: "Gefühle," so glaubt etwa der amerikanische Forscher Antonio R. Damasio, "sind Bewertungsmuster, die auf konzentrierten Erfahrungen aufgebaut sind. Sie helfen uns blitzschnell zu entscheiden, ob eine Situation als angenehm oder als unangenehm bewertet werden muss." Das geschieht auf der Basis von all dem, was das Gehirn in der Zeit seines bisherigen Lebens gelernt hat. Ist ein Gefühl stark genug, dann richten wir unsere ganze Aufmerksamkeit unwillkürlich auf das, was das Gehirn uns vorschlägt.

Wie jedoch, bewahrt das Gehirn diese Erfahrungen? Wie kann es die komplexe Wirklichkeit abspeichern, die uns ständig umgibt? Ganz sicher funktioniert das nicht auf dieselbe Art und Weise, wie Daten auf einer Festplatte abgelegt werden. Wäre es nämlich so, dann wären selbst die schier unerschöpflichen Speichereinheiten in unserem Kopf bald überfüllt. Vermutlich, so glauben viele Hirnforscher heute zu wissen, greift unser Gehirn zu einem Trick. "Es wird gegenwärtig ernsthaft diskutiert, dass das Gehirn permanent Hypothesen über die Wirklichkeit bildet," erklärt Professor Karl Zilles, Leiter des medizinischen Instituts im Forschungszentrum Jülich.

Das bedeutet: Geraten wir in eine neue, bisher unbekannte Situation, durchforstet das Gehirn all unsere Erfahrungen, die sich seit unserer Kindheit angesammelt haben. Danach erzeugt es aus diesen Informationen innere Bilder. Es unterbreitet uns gewissermaßen einen Vorschlag darüber, was wir gerade sehen, hören und riechen

könnten. Erst dann schickt es sich an, diese innere Wirklichkeit mit Hilfe der von außen hereinkommenden Sinneseindrücke zu überprüfen und gegebenenfalls zu korrigieren.

Der Vorteil dieses Verfahrens: Die Menge der Informationen die verarbeitet werden muss, kann so drastisch reduziert werden. Und das wiederum führt dazu, so Zilles, "dass das Gehirn sehr schnell komplexe Situationen überschauen kann, ohne dass es bis dahin detailliert schon jede einzelne Information aus unserem Sinneskanal analysiert hat."

Das bedeutet auch: Das Gehirn muss lediglich die neu hinzugekommenen Informationen abspeichern und mit dem bereits Vorhandenen verknüpfen. Je älter es wird, je mehr Informationen zur Verfügung stehen, die seine Hypothesen aufbauen, umso weniger scheint es ihm notwendig, diese inneren Bilder zu korrigieren. Das wiederum, hat gewaltige Vor- und Nachteile. Der Vorteil: Ein älterer Mensch wird schneller und sicherer Entscheidungen fällen als ein junger. Er vertraut den Hypothesen, die das Gehirn in Windeseile generiert hat.

Der Nachteil: Je älter ein Gehirn wird, desto eher neigt es dazu, "alles schon zu wissen", und desto weniger ist es bereit, neue Informationen aufzunehmen. Für diese Erfahrung aus dem alltäglichen Leben hatte die Gehirnforschung noch vor wenigen Jahren eine ganz andere Erklärung: Das Gehirn, so die Überzeugung der meisten Wissenschaftler, verliere seine Plastizität. Es sei nicht mehr in der Lage, neue Verschaltungen aufzubauen. Doch seitdem im Jahre 1997 amerikanische Forscher nachweisen konnten, dass sich das Gehirn auch im hohen Alter noch verändern kann, ist diese Hypothese überholt. Lernen, so ihr Fazit, kann, biologisch gesehen, ein lebenslanger Prozess sein - vorausgesetzt, es gelingt dem Menschen, sich die Neugier der Jugend zu erhalten, und sein Gehirn auf diese Weise ständig darauf zu trainieren, den eigenen Hypothesen nicht zu trauen.

"Man denkt immer," so der Magdeburger Gehirnforscher Lutz Jähnke, "die Leute, die sich mit dem Gehirn auseinandersetzen, sind seelenlose Technokraten und interessieren sich nur für etwas Unveränderliches. Aber wir sind eigentlich diejenigen, die interessanterweise jeden Tag sehen, wie jedes Gehirn im Prinzip die gleiche Aufgabe völlig unterschiedlich löst - und wie selbst lebenslanges Lernen möglich ist."