



Das Sichtbare unsichtbar machen

Wenn Naturwissenschaftler versuchen, das Bewusstsein zu verstehen, dann setzen sie beim Unbewussten an. So messen sie etwa, wie uns Bilder beeinflussen, die wir gar nicht wissentlich gesehen haben. Der Hirnforscher **Christof Koch** erklärt zum Start der neuen **G&G**-Rubrik, wie das funktioniert.

VON CHRISTOF KOCH

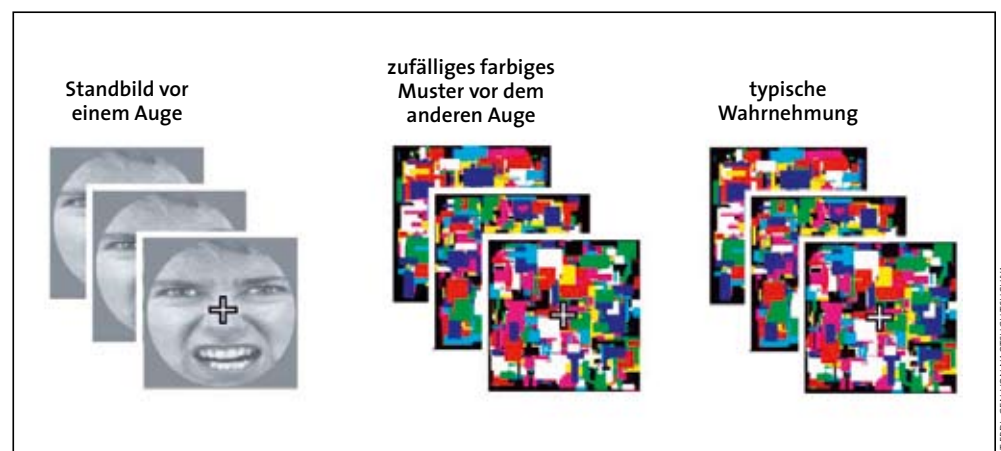
Was ist Bewusstsein? Dieses unbeschreibliche, subjektive Etwas – ein Hirnprozess, eine unbekannte Energie, vielleicht auch die Seele? Fest steht: Nur dank unseres Bewusstseins nehmen wir die Töne und Bilder der Welt wahr, empfinden Schmerz oder Vergnügen, ärgern uns über unseren Nachbarn oder haben irgendwo im Hinterkopf das nagende Gefühl, dass wir vielleicht doch nicht für unseren Beruf geschaffen sind.

Ohne Bewusstsein wären wir wie Schlafwandler in einem tiefen, traumlosen Schlaf: Wir könnten weiterhin herumlaufen, sprechen, Kinder zeugen – doch bei alledem würden wir überhaupt nichts empfinden, *nada, nothing, rien*. Wir wären Zombies! Nicht umsonst beruht auch die wohl berühmteste Schlussfolgerung der westlichen Philosophie auf unserer Fähigkeit

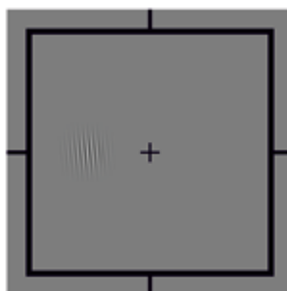
zur Selbstwahrnehmung. Der Philosoph und Mathematiker René Descartes (1596–1650) ließ sein Bewusstsein als einzigen Beweis dafür gelten, dass er wirklich existierte. Vielleicht hatte er in Wahrheit einen ganz anderen Körper, als er glaubte; er konnte auch nicht ausschließen, dass man ihm falsche Erinnerungen eingepflanzt hatte (womit Descartes bereits Elemente des bekannten Hollywoodfilms »Matrix« vorwegnahm). Doch weil er sich seiner selbst bewusst war, musste er auch in irgendeiner Form existieren: Ich denke, also bin ich.

Damit sind wir allerdings der Natur der Selbstwahrnehmung noch kein Stück näher gekommen. Im Gegenteil, es tauchen immer neue Fragen auf: Haben nur Menschen ein Bewusstsein oder auch Tiere? Ihrer geliebten Katze oder Ihrem Hund würden Sie wahrscheinlich zuge-

WIE DIE GEFAHR UNSICHTBAR WIRD
Bei der *continuous flash suppression* konkurriert ein in Grautönen gehaltenes Foto vor einem Auge mit leuchtenden Farbflächen vor dem anderen Auge – das graue Bild wird so für den Betrachter komplett unsichtbar.



MIT FREI. GEN. VON NAOTSUGITSUCHIA



SUBTILE ANZIEHUNGSKRAFT

In einem Experiment nahmen die Probanden weder das sehr kurz eingeblendete Foto der nackten Person noch die unkenntliche Version daneben wahr – sondern nur die bunten Farbflächen (links). Trotzdem fiel es ihnen leichter, anschließend die Ausrichtung der hellen Linien zu erkennen (rechts), sofern diese auf der Seite des Nacktbilds erschienen.

stehen, dass sie bis zu einem gewissen Grad bewusste Empfindungen haben. Aber wie steht es mit Finnwalen, Mäusen oder Bienen? Was empfindet eine Stubenfliege? Und was Föten im Mutterleib? Was nehmen Patienten im Wachkoma wahr – wie die 2005 verstorbene Terri Schiavo, die zumindest dem äußeren Anschein nach über keinerlei Bewusstsein mehr verfügte? Und werden vielleicht auch Maschinen eines Tages einen Geist, ein künstliches Bewusstsein entwickeln, wie in so vielen Sciencefiction-Geschichten?

Empfindungen im Fokus

Bis vor Kurzem blieb uns nichts anderes übrig, als über all diese Fragen entweder streng logisch zu philosophieren oder aber unserer Fantasie freien Lauf zu lassen. Doch in den letzten Jahrzehnten haben Wissenschaftler beachtliche Fortschritte bei der Erforschung des Gehirns gemacht – jenem Organ, das unser Bewusstsein erzeugt. Heute arbeiten Psychologen, Mediziner, Neurobiologen und Physiker daran, das subjektive Empfinden zu verstehen. In meiner neuen Rubrik werde ich jeweils eine Fassade dieser Forschung beleuchten.

Als Naturwissenschaftler suche ich nur nach rationalen Erklärungen für das Bewusstsein. Aber ich glaube auch, dass es mehr Dinge zwischen Himmel und Erde gibt, als sich Physiker und Philosophen momentan erträumen könnten. Daher sollten wir bei allem berechtigten Enthusiasmus bescheiden bleiben. Schließlich geht es hier um die Erforschung eines der

größten Rätsel dieses Universums! Was genau können also Naturwissenschaftler dazu beitragen?

Als ich an einer früheren Version dieses Textes arbeitete, flog ich gerade vom Jahrestreffen der »Association for the Scientific Study of Consciousness« (Vereinigung für die wissenschaftliche Erforschung des Bewusstseins) zurück, das 2008 in Taipeh (Taiwan) stattfand. Einer der Höhepunkte dieser Treffen ist alljährlich die Verleihung des William-James-Preises, der nach dem Vater der modernen amerikanischen Psychologie (1842–1910) benannt ist. 2008 wurde der Preis Naotsugu Tsuchiya verliehen, einem jungen Neurobiologen vom California Institute of Technology in Pasadena. Was waren seine Verdienste?

2005 hatte Tsuchiya die Technik der *continuous flash suppression* erfunden (auf Deutsch etwa »Unterdrückung durch kontinuierliches Aufblitzen«). Mit Hilfe dieser Methode können Forscher ein Bild buchstäblich unsichtbar machen – obwohl das Gehirn es registriert, was sogar das Verhalten beeinflusst. Um etwa das Bild eines zornigen männlichen Gesichts zu verbergen, präsentiert Tsuchiya auf einem geteilten Computerbildschirm links das in Grautönen gehaltene Foto des Mannes, rechts dagegen ein hell aufblitzendes Muster aus bunten Rechtecken, das sich zehnmal pro Sekunde neu zusammensetzt (siehe Abbildung links). Die Versuchsperson schaut durch eine spezielle Brille, die am Tisch oder am Monitor fixiert ist. Auf diese Weise sieht sie mit dem linken Auge aus-

»Es gibt mehr Dinge zwischen Himmel und Erde, als sich Physiker und Philosophen momentan erträumen können«

»Unser Verstand hat viele Ecken und Winkel, und das Bewusstsein kann offenbar nur wenige von ihnen einsehen«

QUELLEN

Jiang, Y. et al.: A Gender- and Sexual Orientation-Dependent Spatial Attentional Effect of Invisible Images. In: Proceedings of the National Academy of Sciences 103(45), S. 17048–17052, 2006.

Tsuchiya, N., Koch, C.: Continuous Flash Suppression Reduces Negative Afterimages. In: Nature Neuroscience 8(8), S. 1096–1101, 2005.

WEBLINK

www.assc.caltech.edu
Literaturtipps, Hinweise auf Tagungen und weitere Informationen der »Association for the Scientific Study of Consciousness«

schließlich die linke Hälfte des Bildschirms, mit dem rechten Auge nur die andere Hälfte.

Wenn die Versuchsperson nun beide Augen offen lässt, nimmt sie bewusst lediglich die flackernde bunte Fläche wahr, aber kein zorniges Gesicht. Die ständig wechselnden farbigen Rechtecke ziehen die Aufmerksamkeit so stark auf sich, dass die Probanden das graue, statische Porträt komplett übersehen. Sie haben nicht die geringste Ahnung, dass sie ein zorniger Mann anblickt, selbst wenn ihr linkes Auge minutenlang direkt darauf starrt! Nur wenn sie das rechte Auge schließen, erkennen sie das Gesicht.

Die Amygdala »sieht« mehr

Gemeinsam mit Tsuchiya habe ich 2005 untersucht, was im Gehirn der Probanden passiert, während sie das zornige Antlitz *nicht* sehen. Scans per funktioneller Magnetresonanztomografie (fMRT) zeigten, dass das verärgerte Gesicht einen Bereich des Gehirns aktiviert, der für das Empfinden von Furcht wichtig ist: die Amygdala. Zumindest dieses Hirngebiet reagiert also auf den wütenden Typen. Das ist auch sehr sinnvoll – denn ein zähnefletschender Mann, der einen aus nächster Nähe anstarrt, könnte größere Probleme bedeuten. Die Aktivität der Amygdala wird uns zwar nicht bewusst, aber das ändert nichts daran, dass sie unser Verhalten beeinflussen kann oder zumindest ein subtiles Gefühl von Unwohlsein hervorrufen dürfte.

Der Psychologe Sheng He versuchte 2006 zusammen mit dem Studenten Yi Jiang und Kollegen von der University of Minnesota in Minneapolis, die Spuren sichtbar zu machen, die solche unsichtbaren Bilder im Geist hinterlassen. Sie projizierten auf das eine Auge links des Fixationspunkts das Schwarz-Weiß-Foto einer nackten Person, rechts davon dasselbe Bild, jedoch mit durcheinandergewürfelten Pixeln. Dem anderen Auge boten sie bunte Muster dar, wodurch die beiden farblosen Bilder für die Betrachter unsichtbar wurden (siehe Abbildung auf S. 39). Tatsächlich gaben die Versuchspersonen an, nie etwas anderes gesehen zu haben als schnell aufblitzende Farbkleckse. Selbst wenn die Psychologen ihnen erzählten, dass auf einer Seite ein nackter Mensch zu sehen sei, und

sie raten sollten, auf welcher, gelang dies den Probanden nicht: Ihre Antworten waren nicht besser als die reine Zufallswahrscheinlichkeit.

Doch He und Jiang konnten zeigen, dass die Beobachter trotzdem dem Nacktbild mehr Beachtung schenkten als seinem unkenntlich gemachten Gegenstück. Wie das? Direkt nachdem sie das unsichtbare Bild für 800 Millisekunden präsentiert hatten, ließen sie auf dem leeren Bildschirm sehr kurz – gerade einmal für 100 Millisekunden – ein Muster von fast senkrechten Strichen erscheinen, die nur um ein Grad entweder nach links oder nach rechts geneigt waren (siehe Abbildung S. 39). Die Probanden sollten angeben, in welche Richtung die Linien zeigten – eine sehr schwierige Frage nach so kurzer Betrachtungsdauer! Wenn nun das Strichmuster auf der Seite des Blickfelds erschien, auf der sich zuvor der nackte Mensch geräkelt hatte, waren die Antworten viel öfter richtig. Obwohl das Bild für die Versuchspersonen unsichtbar war, hatte es dennoch ihre visuelle Aufmerksamkeit auf diese Stelle gezogen, wovon sie bei der anschließenden Aufgabe profitierten.

Für die heterosexuellen, männlichen Probanden galt dies allerdings nur, wenn die Forscher dem »blinden« Auge Nacktfotos von Frauen darboten. Der Anblick entblößter Männerkörper hemmte dagegen ihre visuelle Aufmerksamkeit, so dass sie anschließend auf derselben Seite aufblitzende Strichmuster schlechter erkannten. Homosexuelle Männer und heterosexuelle Frauen dagegen richteten ihre Aufmerksamkeit im Experiment unbewusst auf männliche Nackte, wurden aber von weiblichen Akten zumindest nicht abgestoßen.

Manche von Ihnen könnten es beunruhigend finden, dass sich aus einem solchen Experiment anscheinend die sexuelle Orientierung eines Menschen ableiten lässt. Sigmund Freud hingegen hätte die Studie geliebt. Denn sie beweist, dass es ein Unbewusstes gibt, das unser Verhalten beeinflusst – und sei es auch naturwissenschaftlich noch so schwierig zu fassen.

Unser Verstand hat viele Ecken und Winkel, und das Bewusstsein kann offenbar nur wenige von ihnen einsehen. Die meisten Gedanken bleiben der Introspektion verborgen. Doch mit Hilfe von Methoden wie der *continuous flash suppression*, kombiniert mit funktioneller Bildgebung des Gehirns, lassen sich einige verborgene Aspekte des Denkens ans Tageslicht bringen. So kommen Forscher Schritt für Schritt dem Unbewussten näher – um letztlich auch das Bewusstsein besser zu verstehen. ~

Christof Koch ist Professor für kognitive Biologie und Verhaltensbiologie am California Institute of Technology in Pasadena.

