

Beim Träumen das Gehirn aufräumen

Im Schlaf verlieren wir das Bewusstsein, um uns scheinbar verrückten Träumen hinzugeben. Warum eigentlich? Und was genau unterscheidet die Welt der Träume von unserer Wahrnehmung im Wachzustand? Berner Psychologen sind dem Sinn des Träumens auf der Spur.

Von Fred Mast und Andrew Ellis

Schlaf ist ein gewagtes Unterfangen: wir setzen uns wehrlos Gefahren aus wie zum Beispiel Einbruch und Diebstahl, einer unerwünschten Annäherung, einem unbemerkten Hausbrand oder im Extremfall sogar einer Ermordung. Im Schlaf sind wir von den Vorgängen in der Aussenwelt abgeschottet. Doch welchen Sinn hat es, dass wir während des Schlafs das Bewusstsein vorübergehend verlieren? Und warum kehrt im Schlaf das Bewusstsein in anderer Form zurück – nämlich beim Träumen? So erleben wir im Traum Emotionen und Wahrnehmungen, die denjenigen des Wachzustandes gleichen. Aber wie kommt diese Form von Bewusstsein zu Stande, wenn gar keine von aussen kommende Sinnesreize vorhanden sind? Das scheint unserem alltäglichen Verständnis von Wahrnehmung zu widersprechen. Aber nur auf den ersten Blick.

Wahrnehmung basiert auf Vorwissen

Denn Wahrnehmung funktioniert nicht so einfach, wie wir vielleicht meinen. Zwar besteht kein Zweifel daran, dass Sinnesreize für die Wahrnehmung der Aussenwelt unabdingbar sind – aber man vergisst oft, dass zahlreiche weitere Prozesse daran beteiligt sein müssen. Bereits im Jahre 1860 sprach der Physiker und Physiologe Hermann von Helmholtz von den «unbewussten Schlüssen», auf die wir angewiesen sind, um Reize in der Aussenwelt zu erkennen. Die Informationen der Sinnesorgane liefern nämlich keine hinreichenden Informationen, denn sie sind «verrauscht» und erlauben unterschiedliche Interpretationen. So können Bewegungen auf unserer Netzhaut durch eine tatsächliche Bewegung eines Objekts hervorgerufen sein, oder aber durch eigene Blickbewegungen. Letztere können die gleiche Verschiebung auf der

Netzhaut bewirken. Deshalb müssen wir den verursachenden Reiz aus den Sinnesinformationen mit Hilfe von Vorwissen erschliessen. Dieser Vorgang wird als *sensorische Inferenz* bezeichnet. Das Wahrnehmungssystem *simuliert* aufgrund von Erwartungen und Vorwissen mögliche Daten («Ich erwarte Erdbeerkonfitüre», siehe Beispiel im Kasten) und vergleicht diese mit den tatsächlich gemessenen Daten. Weicht die Erwartung von der Messung ab, entsteht ein sogenannter Vorhersagefehler («etwas stimmt nicht, das schmeckt nicht wie Erdbeerkonfitüre»), der eine Anpassung erfordert («Das ist ja Kirschenkonfitüre!»). Dabei kommen *flexibel* anpassbare Gewichtungen ins Spiel: Wir können entweder stärker den sensorischen Daten vertrauen oder wir können uns mehr auf Informationen abstützen, die unsere Erwartungen repräsentieren.

Die Macht des Vorwissens zeigt sich beim Frühstück

Frühmorgens stehen wir auf und begeben uns schlaftrunken in die Küche. Ein Brot mit Butter und Erdbeerkonfitüre wäre der

ideale Start in den neuen Tag. Beim Griff in den Kühlschrank bleibt es dunkel – seit ein paar Tagen funktioniert das Licht nicht

mehr. Aber man weiss ja: Die Gläser mit den Konfitüren sind unten rechts, ganz vorne steht jeweils das Glas mit Erdbeerkonfitüre. Ohne sich weitere Gedanken zu machen, bereitet man das Frühstück zu. Mit einem warmen Kaffee am Tisch sitzend freut man sich auf den ersten Biss – das frische Brot, die Butter und vor allem den feinen Erdbeergeschmack. Moment. Irgendetwas stimmt da nicht. Die Konfitüre schmeckt nicht nach Erdbeere. Enttäuschend. Nach einer Weile wird klar: Fälschlicherweise befand sich das Glas mit der weniger beliebten Kirschenkonfitüre an der entsprechenden Stelle im Kühlschrank. Was ist hier passiert? Das Vorwissen über den Standort der Erdbeerkonfitüre wird stark gewichtet, weil die sensorischen Daten unzureichend sind. Man sieht nicht gut, was da im Kühlschrank steht und verlässt sich auf sein Vorwissen. Es entstehen dann starke Erwartungen und Vorhersagen über die bevorstehende Geschmacksempfindung. Diese werden verletzt und es liegen unerwartet andere und sehr deutliche sensorische Daten vor, auf die wir uns abstützen.



© AKM



Wir «stabilisieren» unsere Wahrnehmung aktiv

Eine aufwändige Informationsverarbeitung ist unserer bewussten Wahrnehmung gerade deswegen vorgeschaltet, damit die Messungen der Sinnesorgane nicht direkt zur Wahrnehmung gelangen. Für den Organismus entstände ein grosser Nachteil, denn dann hätte jede Blickverlagerung (bis zu drei Mal pro Sekunde) eine sprunghafte Verlagerung unserer Umgebung zur Folge. Das ist erwiesenermassen nicht der Fall. Ganz im Gegenteil: Die wahrgenommene Umgebung erscheint als äusserst stabiles und ruhendes Bezugssystem, obwohl wir unsere Augen bewegen und sich somit die Netzhautabbilder fortwährend verändern. Unsere Wahrnehmung sieht keineswegs so aus wie die verwackelten Aufnahmen einer Handykamera. Dies bedeutet, dass unsere Wahrnehmung durch Prozesse gesteuert sein muss, welche die jeweilige Blickverlagerung kennen, und die Konsequenzen kompensieren können.

Mit dem geistigen Auge sehen

Wahrnehmung ist also weit mehr als das, was an Reizen auf die Sinnesorgane einwirkt. Das ist ein wichtiger Punkt, denn hieraus entsteht die Möglichkeit, dass die bei der Wahrnehmung beteiligten Mechanismen auch dann aktiv sind, wenn keine Reize von aussen einwirken. Erwartungen oder Vorwissen stehen dann nicht im Dienst der Verarbeitung sensorischer Information, sondern werden benutzt, um sensorische Daten mental zu simulieren. Wir können «vor dem geistigen Auge» Vorstellungen erzeugen. Diese Vorstellungen haben eine räumliche Ausdehnung, sie haben eine Farbe, sie können sich bewegen – dies sind alles Qualitäten, die wir aus der Wahrnehmung kennen. Das Gehirn kann Sinnesdaten simulieren, um damit möglichst wahrnehmungsnahe Vorstellungen zu erzeugen. Aus zahlreichen Untersuchungen ist bekannt, dass bei visuellen Vorstellungen Gehirnanale des visuellen Kortex aktiv sind, die auch beim Prozess der visuellen Wahrnehmung eine tragende Rolle spielen.

Wenn wir mit dem inneren Auge sehen, können wir sehr zielgerichtet vorgehen und uns bestimmte Inhalte lebendig und genau vorstellen. Dies ist zum Beispiel dann der Fall, wenn wir uns fragen, wie die Kuppel des Bundeshauses aussieht. Wir haben diese bestimmt bereits gesehen. Gibt es Fenster in der Dachkonstruktion, welche Form hat die Kuppel und wie sieht die Spitze aus? Zur Beantwortung präziser

Fragen zu visuellen Details benötigen wir die visuelle Vorstellung. Unsere Vorstellung ist aber nicht immer zielgerichtet. Wir können uns auch Fantasien und Tagträumereien hingeben oder ganz einfach unsere Gedanken schweifen lassen. Dann denken wir weniger strategisch und die Inhalte der Gedanken können sich bei verringerter Kontrolle wie von selbst entfalten. In den Vorstellungen können wir auch Handlungen simulieren, wie zum Beispiel den Bewegungsablauf beim Golfabschlag mental simulieren oder – mit weniger Realitätsbezug – uns vorstellen, wie ein Adler über das Bundeshaus zu fliegen.

Mit Hilfe der virtuellen Realität können wir heute fantasierte Szenarien sogar in eine sinnlich wahrnehmbare Welt überführen – etwa im Vogelflugsimulator (siehe Bild). Darin liegt ja auch die magische Anziehung von Videospiele und virtueller Realität begründet: Wir können gezielt in virtuelle «Traumwelten» einsinken.

Die innere Produktion von Wahrnehmung (sensorische Inferenz) kann also gewissermassen im Leerlauf aktiv sein. Damit stellt sich die Frage, ob dieser Prozess auch bei Träumen involviert ist. Beim Träumen erleben wir uns als handelnde Personen, wir verfolgen Ziele und können dabei Freude, Angst, Scham oder Enttäuschung erleben. Die Inhalte unserer Träume treffen wir als unmittelbare Realität an. Das ist bei der Vorstellung oder beim Abtauchen in virtuelle Welten anders, denn wir verwechseln sie in der Regel nicht mit wirklich wahrgenommenen Inhalten. Dieser fundamentale Unterschied sollte jedoch die Sicht auf allfällige Gemeinsamkeiten nicht verhindern.

Träume optimieren das Denken

Der Psychiater Allan Hobson und der Neurowissenschaftler Karl Friston sehen einen starken Zusammenhang zwischen Träumen und Wahrnehmung. Im Traum wird zwar die Verarbeitung sensorischer Daten aktiv gehemmt und die Kontrolle durch frontale Hirnregionen ist ebenfalls stark verringert. Dennoch sind weite Teile des Gehirns aktiv und es werden Vorhersagen generiert, die aber in diesem Fall nicht für den Abgleich mit den von den Sinnesorganen gemessenen Daten verwendet werden: Diese Vorhersagen manifestieren sich nun als Traum.

Doch welche Funktion könnten Träume haben? Im Wachzustand wird das Gehirn mit sensorischen Daten geradezu bombardiert. Es werden sehr spezifische Verbindungen zwischen einzelnen Ereignissen angelegt, die aber letztlich unwichtig sind oder sogar stören können. Mentale Simulation in Träumen könnte also dazu dienen, die Komplexität der im Wachzustand ange-

legten Zusammenhänge zu reduzieren. Die Hirnforschenden Giulio Tononi und Chiara Cirelli konnten ausserdem zeigen, dass im Schlaf synaptische Verknüpfungen abgebaut werden, die im Wachzustand zwar angelegt wurden, die aber vergleichsweise zu wenig stark waren. In diesem Sinne könnte der Traum zu einer Art Optimierung beitragen, die hilft, Wichtiges von Unwichtigem zu trennen – und damit die Effizienz der Informationsverarbeitung verbessert.

Können Maschinen träumen?

Auch Computerprogramme können lernen, ihre Umwelt zu interpretieren, wie die Forschung im Bereich künstlicher Intelligenz zeigen konnte. Anhand eines gelernten Modells der Welt liessen David Ha und Jürgen Schmidhuber das Computerprogramm künstliche Traumwelten erzeugen, in denen das Programm wiederum lernen konnte. Das auf diese Weise erworbene Wissen konnte auf neue Welten übertragen werden. Übertragen auf den Menschen würde das bedeuten: Durch den Traum werden Trainingsgelegenheiten geschaffen, die unser Lernen und Verhalten optimieren können. Falls es möglich ist, in der Traumwelt zu trainieren, dann wäre dies mit Sicherheit ein evolutionärer Vorteil. Das ist momentan noch viel Theorie und wenig empirisch gesichertes Wissen. Doch mit modernen Experimentalverfahren und mathematischer Modellierung dürfte die Forschung das Mysterium Traum schon bald weiter entschlüsseln.

Kontakt: Prof. Dr. Fred Mast,
fred.mast@psy.unibe.ch
Andrew Ellis, andrew.ellis@psy.unibe.ch,
beide Institut für Psychologie

Wie wissen wir, was real ist?

Im Rahmen der Interfakultären Forschungskoooperation «Decoding Sleep» untersuchen Fred Mast (Institut für Psychologie) und Thomas König (Universitätsklinik für Psychiatrie und Psychotherapie) zusammen mit den beiden Doktorandinnen Simone Denzer und Sarah Diezig das Realitätserleben. Wann bewerten wir Informationen als real? Wann beginnen wir den Informationen zu misstrauen? Wann erscheint uns die Umgebung als fremd und bizarr? Die Forschenden verwenden virtuelle Realität und Elektroenzephalografie zur Untersuchung der zugrunde liegenden Mechanismen.

Weitere Informationen:
www.sleep.unibe.ch/research/projects

Virtual Reality ermöglicht es, in Traumwelten abzutauchen und dabei wach zu sein – hier der Vogelflugsimulator «Birdly».