

UNBEWUSSTE INFORMATIONSVERARBEITUNG

EIN WORT UND SEINE FOLGEN

Ständig wertet unser Gehirn unbewusst eine Vielzahl an Sinnesinformationen aus. Aber wer hätte gedacht, dass es sogar Wörter lesen und ihre Bedeutung »verstehen« kann, ohne dass wir es merken?

VON BETTINA ROLKE

Angeschnallt?« fragt das Plakat am Autobahnrand vorwurfsvoll. Schilder huschen vorbei: Schneeglätte! – Radio Regenbogen 100,4 – Überholverbot – Tübingen – Ausfahrt 300 Meter. Plötzlich der grelle Blitz einer Radarfalle. Galt das mir? Unmöglich! Den Blick hatte ich konzentriert auf die Straße gerichtet, eine Geschwindigkeitsbegrenzung wäre mir sicher aufgefallen. Nun lasse ich die vergangenen Minuten vor meinem inneren Auge Revue passieren. Aber die Erinnerungsbilder sind lückenhaft, sie wimmeln geradezu von »weißen Flecken«.

Ein alltägliches Phänomen: Obwohl uns die Umwelt in jedem Augenblick räumlich und zeitlich kontinuierlich erscheint, können wir uns kurze Zeit später meist nur noch an Bruchstücke einer Szene erinnern. Nehmen wir viele Details – etwa ein Schild am Straßenrand – einfach nicht bewusst wahr? Aber wie schafft es das Gehirn dann, uns vollständige, sinnvolle Bilder vorzuspiegeln?

Im Rahmen einer Dissertation in der Arbeitsgruppe Allgemeine und Physiologische Psychologie an der Universität Marburg beschäftigte ich mich mit den Grenzen der bewussten visuellen Reiz-

verarbeitung. Dabei blendeten wir Versuchspersonen in schneller Folge Wörter auf einem Bildschirm ein, an die sie sich später erinnern sollten. Wir interessierten uns aber nicht nur dafür, warum jemand ein Wort »übersieht«. Vielmehr wollten wir der Vermutung nachgehen, dass unser Gehirn nicht bemerkte Worte trotzdem – nämlich unbewusst – auswertet.

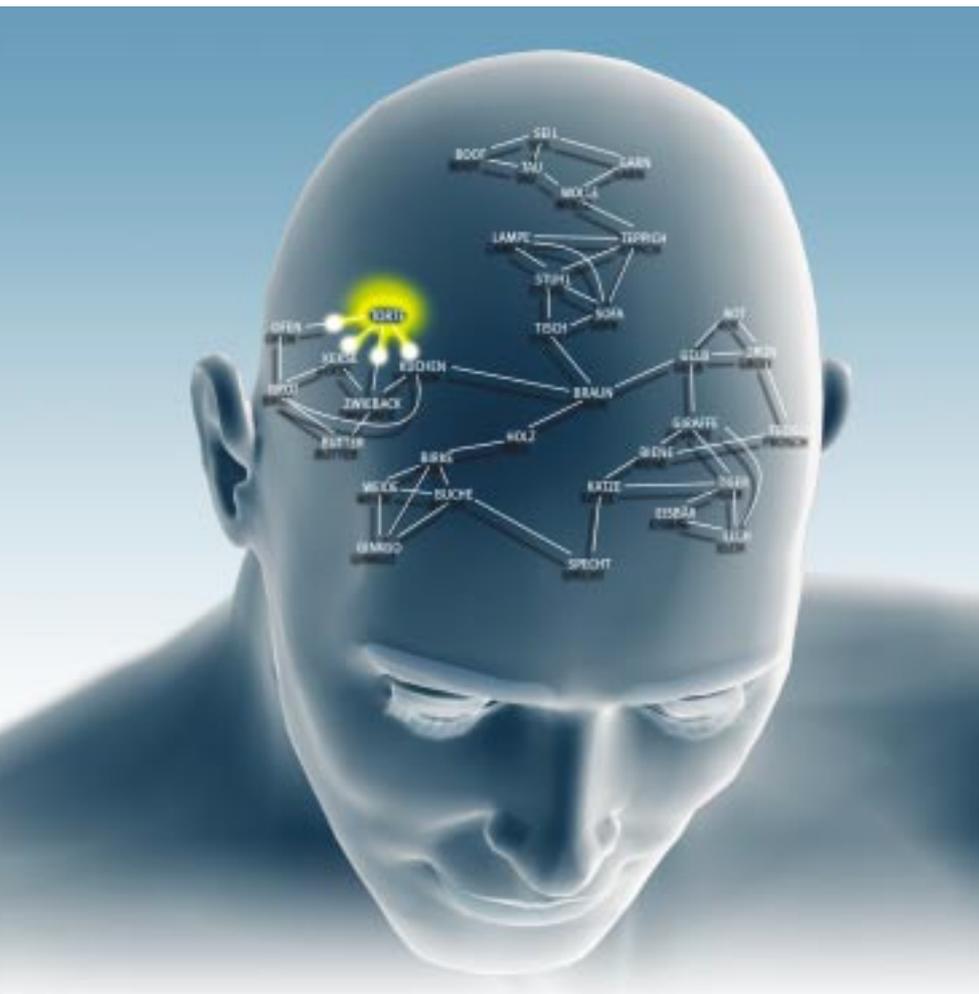
Wann bleibt uns eine Information überhaupt im Gedächtnis haften? Kognitionspsychologen sind der Ansicht, dass wir uns hauptsächlich jene Einzelheiten merken, denen wir uns bewusst zuwenden. Wahrscheinlich festigt sich in diesem »Scheinwerfer der Aufmerksamkeit« die sonst nur flüchtige Repräsentation eines Reizes im Gehirn. Worauf wir unser Augenmerk richten, hängt vermutlich weitgehend davon ab, wie wichtig uns etwas erscheint. Ein Autofahrer, der die richtige Ausfahrt sucht, konzentriert sich besonders auf blaue Schilder – andersfarbige übersieht er dadurch leichter.

Aber wir können uns noch so sehr anstrengen, auf alle wichtigen Details zu achten – unsere Aufmerksamkeit stößt erstaunlich schnell an ihre Grenzen. Dies bewiesen beispielsweise Jane Raymond, Kimron Shapiro und Karen Arnell vom Centre of Cognitive Neuroscience in Bangor (Wales), die ihren Probanden eine scheinbar einfache Aufgabe stellten. Der Versuch lief etwa so ab: Sie präsentierten ihren Probanden viele verschiedene Buchstaben, einzeln und sehr schnell nacheinander schnell auf derselben Stelle eines Computerbildschirms. Dabei sollten die Versuchspersonen auf zwei farblich von den anderen abweichende Buchstaben achten und diese am Versuchsende benennen. So erschien etwa in einer Reihe schwarzer Schriftzeichen zwischendurch zweimal ein weißes auf dem Monitor des Computers.

Die verblüffende Beobachtung: Folgte der zweite weiße Buchstabe dem ersten nach 200 bis 500 Millisekunden, so konnten sich die Versuchsteilnehmer nicht an ihn erinnern. Sie gaben sogar an, gar

GEDÄCHTNISNETZ

Hören oder lesen wir ein Wort, so aktiviert unser Gehirn das zugehörige »Konzept«, also seine Bedeutung. Unbewusst breitet sich die Aktivierung aber auch zu verwandten Konzepten hin aus.



THOMAS BRAUN / GEHIRN & GEIST

▷ keinen zweiten weißen Buchstaben gesehen zu haben! Dann forderten die Forscher die Teilnehmer auf, den ersten weißen Buchstaben zu ignorieren und nur noch auf den zweiten zu achten. Erstaunlicherweise hatten sie nun überhaupt keine Schwierigkeiten mehr, sich an Letzteren zu erinnern!

Offenbar benötigt unser Gehirn eine Art »Bedenkzeit«, um bewusste Reize ins Gedächtnis zu überführen. Während dieser Zeitspanne – auch als »Aufmerk-

samkeitszwinkern« (Attentional Blink) bezeichnet – konnten die Versuchspersonen dem zweiten weißen Buchstaben keine Aufmerksamkeit schenken, auch wenn sie sich noch so sehr bemühten.

Gehen damit alle jene Informationen, die uns nicht bewusst werden, vollkommen ungenutzt verloren? Um diese Frage zu beantworten, präsentierten wir unseren Probanden immer auf derselben Stelle des Computerbildschirms eine sehr schnelle Abfolge von Wörtern (siehe

Kasten unten). Unsere Teilnehmer bateten wir, sich drei weiße Wörter (»Zielwörter«) innerhalb einer Reihe von schwarzen Wörtern zu merken und diese drei später anzugeben. Nun nutzen wir das Wissen über die aufmerksame Reizverarbeitung und präsentierten das zweite weiße Wort 250 Millisekunden nach dem ersten Zielwort. Das Ergebnis: Tatsächlich konnten sich unsere Probanden nur noch an ungefähr die Hälfte der präsentierten zweiten Wörter erinnern!

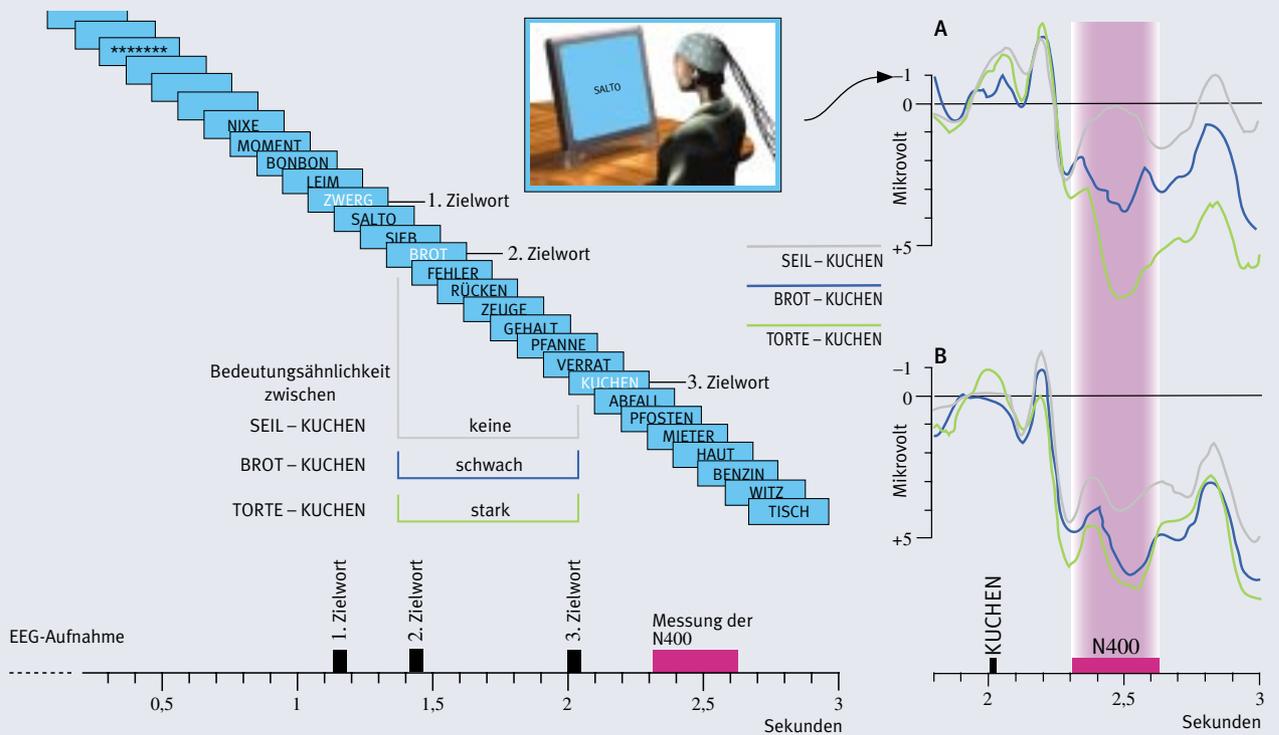
WORTE WIRKEN UNBEWUSST

EIN EXPERIMENT MIT WÖRTERN und gleichzeitiger Hirnstrommessung deckt auf, dass wir Worte auch unbewusst verarbeiten. Die Probanden sollen in einer schnellen Abfolge schwarzer Wörter (12 pro Sekunde) einzelne weiße entdecken und nach Versuchsende angeben. Während die Versuchsperson noch damit beschäftigt ist, das erste Zielwort aufmerksam zu verarbeiten, entgeht ihr häufig das zweite: Sie kann sich nicht einmal daran erinnern, überhaupt eines gesehen zu haben.

Aber das Gehirn analysiert die Bedeutung des »verlorenen« Wortes unbewusst. Dies zeigen die Kurvenverläufe im EEG: Der Potenzialverlauf in Diagramm A entsteht, wenn die Versuchsperson das zweite und dritte Zielwort bewusst wahrnimmt und sich auch daran erinnert. Je unähnlicher sich die

beiden Worte in ihrer Bedeutung sind, desto »negativer« bzw. weniger positiv verläuft die Kurve im N400-Bereich (Konventionsgemäß sind die negativen Werte im Diagramm nach oben, die positiven nach unten aufgetragen!). Der Grund: Sind sich zwei Wörter ähnlich, so liegen sie in unserem Bedeutungsgedächtnis näher beieinander (siehe Bild Seite 73). Der N400-Ausschlag fällt dann weniger negativ aus, weil das Wort schon beim vorangegangenen »voraktiviert« wurde.

Erstaunlicherweise bleibt dieser Effekt – wenn auch etwas schwächer – selbst dann erhalten (Diagramm B), wenn die Versuchsperson das vorhergehende Wort gar nicht bewusst bemerkte! Offenbar kann unser Gehirn also die Bedeutung eines Wortes auch unbewusst erkennen.



THOMAS BRAUN / G&G

Unser Ziel war es jedoch herauszufinden, ob das Gehirn die nicht beachteten Wörter vielleicht doch – nämlich unbewusst – verarbeitet. Hier half uns die seit vielen Jahren bekannte Beobachtung weiter, dass man ein geschriebenes Wort schneller erfassen und aussprechen kann, wenn es in einem verwandten Kontext auftaucht. Beispielsweise gelingt es leichter, das Wort »Kuchen« zu lesen, wenn es auf »Torte« folgt, als wenn es nach »Seil« auftaucht. Dieser Effekt wird als semantische Bahnung bezeichnet. So erleichtert (»bahnt«) das Wort »Torte« offenbar wegen der ähnlichen Bedeutung (Semantik) das Erkennen und Aussprechen von »Kuchen«.

BAHN FREI FÜR DEN KUCHEN!

Der Effekt lässt sich veranschaulichen, wenn man sich unser »Bedeutungsgedächtnis« im Gehirn wie ein Netzwerk von vielfältig miteinander verbundenen Knoten vorstellt (Bild Seite 73). Jeder Knoten repräsentiert dabei ein Wortkonzept, das heißt, die von einem konkreten Wort abstrahierte Bedeutung. Ähnliche Konzepte liegen dabei näher beieinander oder sind stärker miteinander verbunden als bedeutungsunähnliche. Beim Lesen des Wortes »Torte« wird im Gehirn das Wortkonzept »Torte« aktiviert, wobei sich die Aktivierung entlang der Verbindungen zu anderen Konzeptknoten ausbreitet. Da die beiden Knoten für »Torte« und »Kuchen« nahe beieinander liegen, wird »Kuchen« durch »Torte« bereits mitaktiviert und hat gewissermaßen schon einen Vorsprung, wenn »Kuchen« dann tatsächlich vor dem Auge erscheint.

Im Versuch variierten wir nun die Bedeutungsähnlichkeit zweier Zielwörter, und zwar die zwischen dem zweiten und dritten. Tatsächlich erkannten die Probanden das dritte Zielwort besser, wenn diesem ein bedeutungsähnliches Zielwort voranging. So konnten sie das Wort »Kuchen« öfter richtig angeben, wenn es auf »Torte« folgte, als wenn es nach »Seil« erschien: Offensichtlich beobachteten wir eine klassische semantische Bahnung. Allerdings trat der Effekt nur dann auf, wenn die Probanden sich an das vorangegangene zweite Zielwort (Seil oder Torte) überhaupt erinnern konnten! Wurde nämlich das zweite Zielwort im Aufmerksamkeitszwickeln nur unvollständig erfasst und nicht erinnert, so hatte die Bedeutungsähnlichkeit zwischen dem zweiten und dem dritten Zielwort auch keinen

Einfluss mehr auf die Erinnerungsquote. Damit schien klar: Die Bedeutung von Worten, die wir nicht aufmerksam verarbeitet haben, geht ungenutzt verloren.

Da wir jedoch während unserer Versuche zusätzlich ein Elektroencephalogramm (EEG) aufnahmen, konnten wir diese Folgerung widerlegen. Das EEG wird durch Elektroden auf der Kopfhaut erfasst. Die gemessenen elektrischen Potenziale spiegeln dabei die summierte neuronale Aktivität eines bestimmten Gehirnbereichs wider und können mit Ereignissen, etwa dem Erscheinen eines weißen Wortes auf dem Bildschirm, zeitlich genau korreliert werden. Im Gegensatz zum Verhalten, das sich erst als Folge bereits abgelaufener neuronaler Verarbeitungsschritte ergibt, berichtet das EEG quasi live über die Hirnaktivität.

Die Verarbeitung der Wortbedeutung lässt sich speziell an einem bestimmten EEG-Kurvenauschlag, der so genannten N400, ablesen: Die EEG-Linie variiert etwa 400 Millisekunden nach der Präsentation eines Wortes in charakteristischer Weise: Je weniger ein Wort in den sinnvollen Kontext eines Satzes passt, desto negativere Werte nimmt die EEG-Kurve an. Sprachforscher gehen davon aus, dass dabei das Ausmaß der semantischen Bahnung dem Verlauf der N400 entspricht. Und genau diesen N400-Effekt fanden wir auch in unserer Studie: Je unähnlicher das zweite und das dritte Zielwort ausfielen, desto stärkere Negativauschläge zeigte das EEG. Erstaunlicherweise veränderte sich die N400 aber ganz ähnlich auch dann, wenn sich ein Proband gar nicht an den Wortlaut des zweiten Zielwortes erinnern konnte!

Wir können also die Bedeutung von Worten erfassen, auch wenn wir ihnen keine Aufmerksamkeit schenken, sie daher nicht bewusst erleben und uns nicht an sie erinnern können. Wortkonzepte werden in unserem Gehirn aktiviert, ohne dass wir uns dessen bewusst sind; Zustände in unserem Bedeutungsgedächtnis verändern sich, obwohl wir ein Wort noch nicht einmal bemerkt haben!

Nun regt sich vielleicht leises Unbehagen: Sind wir solchen unbewussten Wahrnehmungen denn »hilflos« ausgeliefert? Könnten wir etwa durch gewieft eingblendete Werbebotschaften in Filmen unbemerkt zum Kauf eines bestimmten Produkts verleitet werden? Hier muss man berücksichtigen, dass die Bedeutung »verlorener Reize« im Gehirn vermutlich



BETTINA ROLKE

Die Biologin (31) erhielt 2001 für ihre Experimente zur unbewussten Informationsverarbeitung den Nachwuchswissenschaftlerpreis der Deutschen Gesellschaft für Psychophysiologie und ihre Anwendung (DGPA).

sofort wieder zerfällt. Dazu passt, dass sich die unbewusste Bedeutungsanalyse in unserer Studie auch lediglich im sensibleren EEG niederschlägt, nicht aber in der Erfolgsrate des Erinnerns. Es ist also unwahrscheinlich, dass wir durch unbewusst wahrgenommene Reize gezielt zu langfristig angelegten Handlungen veranlasst werden können. Die kurzfristige Bedeutungsaktivierung würde jedoch erklären, warum uns unsere Umwelt in der Gegenwart konsistent erscheint. Obwohl wir uns dabei gleichzeitig unzähliger Details gar nicht bewusst sind, können wir uns schnell in unserer komplexen Umwelt orientieren.

Ein Problem löst diese Antwort freilich nicht: Das Argument, ein übersehener Verkehrshinweis habe sich in einer unvermeidlichen Aufmerksamkeitslücke befunden, lassen Autobahnpolizisten in der Regel nämlich nicht gelten. ◀

Literaturtipps

Coltheart, V. (Hg.): *Fleeting Memories: Cognition of Brief Visual Stimuli*. Cambridge: MIT Press 1999.

Rolke, B. et al.: *Missed Prime Words within the Attentional Blink Evoke an N400 Semantic Priming Effect*. In: *Psychophysiology*, 38, 2001, S. 165.