

Quarks & Co



SCRIPT ZUR WDR-SENDEREIHE „QUARKS & CO“

WUNDER WAHRNEHMUNG –  
VON SINNESTÄUSCHUNGEN  
UND HIRNGESPINNSTEN



Wunder Wahrnehmung – von Sinnestäuschungen und Hirngespinnsten

## Inhalt

Wie wir sehen – Teamarbeit im Gehirn	4
Blind für Veränderungen – Aufmerksamkeit und Wahrnehmung	7
Optische Täuschungen	9
Welt in Scherben – neurologische Wahrnehmungsstörungen	13
Vermischte Sinne: Bunte Töne schmecken süß	16
Gespür für Gefahr: Sinne bei Tieren	19
Die geheimen Verführer – unbewusste Wahrnehmung	22
Kaufen ohne Verstand? Hirnforscher und Marketing	24
Lesetipps	29
Linktipps	30

## Impressum

Text:  
Uli Grünewald,  
Alexandra Hostert,  
Jakob Kneser,  
Georg Wieghaus

Redaktion und Koordination: Claudia Heiss

Copyright: WDR Juni 2005  
Weitere Informationen erhalten sie unter: [www.quarks.de](http://www.quarks.de)

Gestaltung: Designbureau Kremer & Mahler, Köln  
Diese Broschüre wurde auf 100% chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt.

Bildnachweise:

Alle Abbildungen WDR



# Wie wir sehen – Teamarbeit im Gehirn



## Kein Kino im Kopf



Die Biene auf dem Honigbrötchen, wie schnell erfasst das menschliche Gehirn die Situation?

Was passiert beim Sehen im Gehirn? Für die meisten Menschen ist es so selbstverständlich sehen zu können, dass sie sich darüber kaum Gedanken machen. Wenn doch dann gehen sie häufig davon aus, dass sie eine Art Fotoapparat oder Filmkamera im Kopf haben. Das Auge stellen sie sich als Linse eines Projektors vor, von der das Bild irgendwie statt auf eine Leinwand in das Bewusstsein projiziert wird. Tatsächlich existiert das Bild der Welt, so wie es auf einem Foto zu sehen ist, nur bis auf die Netzhaut. Danach geht es in ein Feuerwerk von elektrischen Impulsen über. Nur diese Nervenimpulse kann das Gehirn verarbeiten.

## Scharf auf Kontraste: das Sehzentrum



Die primäre Sehrinde reagiert besonders stark auf Kanten und Konturen

Entlang dem Sehnerv laufen die Nerven-Impulse auf die gegenüberliegende Seite des Gehirns zur primären Sehrinde. Je nachdem welches Bild auf die Netzhaut fällt, ist dieser Gehirnbereich mehr oder weniger aktiv. Und er reagiert bevorzugt auf ganz bestimmte Reize, nicht einfach nur auf Helligkeit. Wenn man zum Beispiel mit einer Lampe ins Auge strahlt, ist die Aktivität im Sehzentrum nicht sehr groß. Nur die wenigsten Neuronen reagieren mit einem Impuls. Stattdessen feuern sie bevorzugt, wenn es Kontraste zu sehen gibt, oder eine Kante mit einem Übergang von hell zu dunkel. So sind sie ganz besonders aktiv, wenn das Auge ein schwarz-weißes Karomuster sieht.

## Gehirnzellen arbeiten in Netzwerken



Die zwei wichtigsten Verarbeitungswege: Der Wo-Pfad führt nach oben in den Parietallappen, der Was-Pfad eher nach unten und vorne, zum Temporallappen

Die primäre Sehrinde nimmt aber nicht nur die Konturen wahr, sondern arbeitet auch als eine Art Verteiler für die höheren Hirnregionen, die das Bild nach verschiedenen Inhalten analysieren. Für unterschiedliche Aspekte des Bildes, gibt es teilweise spezialisierte Gebiete. Das betrifft zum Beispiel die Frage, welche Objekte es sind und wo sie sich befinden. Doch diese spezialisierten Areale sind nicht streng gegeneinander abgegrenzt. Unser Gehirn ist vielmehr ein kompliziertes Netzwerk in dem unzählige Verarbeitungs-

schritte gleichzeitig ablaufen und in dem die unterschiedlichen Bereiche pausenlos miteinander Informationen austauschen. Dennoch lassen sich zwei grundlegende Verarbeitungswege unterscheiden. Zum einen gibt es den Was-Pfad, zum anderen den Wo-Pfad. Sie führen in verschiedene Gehirnbereiche.

## Der Wo-Pfad: Position

Im Wo-Pfad (hauptsächlich im Scheitellappen oder auch Parietallappen genannt) wird unter anderem analysiert, wo genau die Objekte sind, wie groß sie sind und in welchem Abstand sie sich zueinander befinden. Die genaue Form und Art der Objekte wird dabei kaum beachtet.



Wo sind die Objekte?

## Die dritte Dimension

Auch die dreidimensionale Wahrnehmung ist wichtig, ein benachbarter Gehirnbereich ist dafür verantwortlich: Welche Tiefe haben die Objekte und wie weit sind sie vom Betrachter entfernt? Ohne diesen Aspekt würden die gesehenen Gegenstände flach wie aus Pappe ausgeschnitten wirken.



Erst durch Perspektive und Tiefe entsteht eine dreidimensionale Wahrnehmung

## Bewegung

Andere Nervenzellen sind darauf spezialisiert, Bewegungen wahrzunehmen. Dabei reagieren unterschiedliche Neuronen auf jeweils ganz bestimmte Geschwindigkeiten. Wo die Bewegung stattfindet spielt hier kaum eine Rolle.

## Der Was-Pfad: Objekterkennung

Der Was-Pfad (hauptsächlich im Schläfenlappen oder Temporallappen) klärt, was für Gegenstände, Personen oder Landschaften das Auge da sieht. Damit das Gehirn die Objekte einordnen kann, muss es sie zunächst von



# Blind für Veränderungen – Aufmerksamkeit und Wahrnehmung



Objekte werden mit bekannten Dingen aus dem visuellen Gedächtnis verglichen

ihrem Hintergrund trennen. Dabei ist es günstig, dass bereits die primäre Sehrinde besonders gut auf Kanten und Übergänge anspricht. So lassen sich die Konturen der Objekte schnell erfassen. Diese Konturenwahrnehmung funktioniert so gut, dass das Gehirn teilweise über das Ziel hinausschießt und Formen sieht, die es eigentlich gar nicht gibt. Gleichzeitig vergleicht das Gehirn die gefundenen Strukturen mit gespeicherten Bildern aus seinem Langzeitgedächtnis. Wurde ein Gegenstand schon einmal gesehen, reichen schon wenige Hinweise, damit es ihn wieder erkennt. Bei einem neuen Objekt müssen dagegen mehr Einzelheiten entschlüsselt werden und der Erkennungsprozess dauert länger.



Unser Gehirn kann mehrere Tausend Farben unterscheiden

## Farbe

In einer weiteren Gehirnregion reagieren die Neuronen hauptsächlich auf die Farben.

## Ein Rätsel bleibt: wie kommt alles zusammen?

Innerhalb von rund einer viertel Sekunde hat das Gehirn alle relevanten Informationen über das Was und Wo aus dem Bild gewonnen. Bis heute ist allerdings nicht bekannt, wie es diese verschiedenen Aspekte zu einem Gesamteindruck kombiniert. Klar ist nur, dass im Gehirn kein hierarchisches System herrscht, bei dem es eine Art oberstes Meldezentrum gibt. Stattdessen tauschen die verschiedenen Regionen als Netzwerk ständig Informationen aus. Offenbar werden sogar von den höheren Verarbeitungsebenen wieder Impulse in die primäre Sehrinde zurück geschickt. Sie wirken wie eine Verstärkung oder Rückkopplung und machen die Wahrnehmung wahrscheinlich erst möglich.



Wie setzen sich die Puzzleteile zusammen?

## Wie wirklich ist die Wirklichkeit?

Wie realistisch ist unsere Wahrnehmung der Wirklichkeit? Normalerweise gehen wir davon aus, dass wir ein recht realistisches Bild haben und zum Beispiel unsere Umgebung wie auf einem hochauflösenden Panoramafoto in allen Einzelheiten sehen. Doch das ist ein Trugschluss. Wir nehmen nur winzige, vage Ausschnitte wahr und sind darüber hinaus rund ein Viertel der wachen Zeit blind. Denn wenn wir blinzeln oder sich unsere Augen von einem Punkt zu einem anderen bewegen können wir nichts sehen. Die wenigen Informationen die unserem Gehirn zu Verfügung stehen werden allerdings so geschickt kombiniert und aus der Erfahrung ergänzt, dass wir die Illusion haben, ständig eine komplette Welt zu sehen. Passiert etwas Ungewöhnliches oder – im wahrsten Sinne des Wortes – Unvorhergesehenes kann es sein, dass wir das Ereignis nicht wahrnehmen, obwohl es vor unseren Augen stattfindet.



Welchen Passanten fällt auf, dass wir während des Gesprächs den Reporter austauschen?

## Das Quarks-Experiment

Wir haben vor dem Kölner Dom ein einfaches Experiment mit versteckter Kamera gemacht. Unser Lockvogel war als wdr-Reporter getarnt, der eine Straßenumfrage macht. Er zeigte Passanten ein Foto mit einer optischen Täuschung und forderte sie auf, es in die Hand zu nehmen und zu kommentieren. Während des Gesprächs drängelten sich plötzlich zwei Helfer mit einem Paket zwischen Reporter und Passant hindurch. So war der Versuchsperson der Blick auf den Reporter kurz verstellt. Während dieser Zeit tauschten wir den Reporter gegen einen Kollegen aus. Der führte das Interview weiter. Überraschenderweise hat weniger als die Hälfte der Probanden bemerkt, dass sie sich mit zwei unterschiedlichen Personen unterhalten haben. Selbst als wir einen Mann gegen eine Frau austauschten, zeigten einige keine Reaktion.



Eine Sichtblende verdeckt kurzzeitig den Austausch des Reporters



# Optische Täuschungen

## Wohin geht der Blick?



Im Interview liegt die Aufmerksamkeit der Passanten auf dem Foto mit den optischen Täuschungen

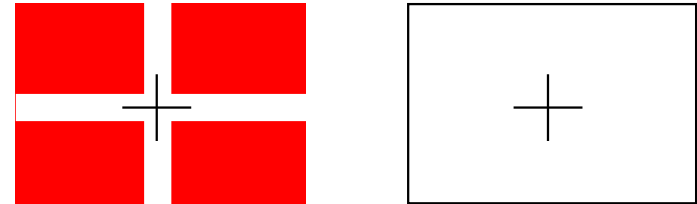
Die meisten Versuchspersonen, denen etwas aufgefallen ist, haben die Veränderung zunächst nicht gesehen, sondern gehört. Sie haben die andere Stimme erkannt. Man könnte daraus schließen, dass sie sich den Reporter einfach nicht richtig angesehen haben. Doch so einfach ist es nicht. Wahrnehmungsforscher der Technischen Universität Dresden beschäftigen sich mit diesem Phänomen der Blindheit für Veränderung, auch „Change Blindness“ genannt. Für uns haben sie das Interview aus Sicht der Passanten analysiert: Wohin blicken sie während des Gesprächs? Ergebnis: Die größte Aufmerksamkeit widmen die Passanten dem Foto mit der optischen Täuschung. Trotzdem blicken sie dem Reporter sowohl vor als auch nach dem Personentausch mindestens einmal mitten ins Gesicht. Sie haben die Veränderung vor Augen, sehen sie aber trotzdem nicht.

## Das Gehirn ist überfordert

Wieso es zu diesem Phänomen der Blindheit für Veränderung kommt, ist bis heute nicht ganz geklärt. Sicher ist nur, es hat etwas mit der eingeschränkten Kapazität unseres Gehirns zu tun. Wollten wir alle visuellen Reize, die unser Auge erreichen, gleichzeitig erfassen, wäre unser Gehirn hoffnungslos überfordert und müsste vermutlich mehrere Tonnen wiegen. Es trifft stattdessen immer eine kleine Auswahl. Im Grunde genommen nehmen wir nur die Objekte bewusst wahr, auf die wir unsere Aufmerksamkeit richten. Für die anderen Dinge gibt es darüber hinaus offenbar nicht einmal ein visuelles Kurzzeitgedächtnis. Auch dies würde zuviel Gehirnleistung fordern. Stattdessen ist die Welt unser visueller Speicher. Wollen wir wissen wo ein Objekt ist, oder wie es genau aussieht schauen wir einfach hin. Im Normalfall ändert sich die Welt ja nicht von einem Wimpernschlag zum anderen. Tut sie es doch – so wie in unserem Experiment – dann nehmen wir es einfach nicht wahr.

## Komplementäres Nachbild

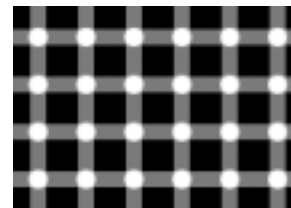
Schauen Sie 20 Sekunden lang auf das Kreuz in der Mitte der vier roten Rechtecke. Anschließend blicken Sie auf das Kreuz rechts daneben.



Statt der roten Rechtecke scheinen – leicht verschwommen – vier grüne Rechtecke um das Kreuz angeordnet zu sein. Tatsächlich ist die Fläche jedoch weiß. Der Grund: Die roten Flächen haben die Sehzellen im Auge überreizt. Verschwindet die rote Farbe aber, reagieren sie sogar weniger als sie es normalerweise bei Weiß tun würden. Dieses „fehlende“ Signal interpretiert unser Gehirn dann als Komplementärfarbe. Im Falle von Rot ist das Grün. Nach kurzer Zeit erholen sich die „rotempfindlichen“ Sehzellen und reagieren wieder normal, die Täuschung verblasst. Das ganze funktioniert nicht nur mit Farben sondern auch mit hellen und dunklen Flächen.

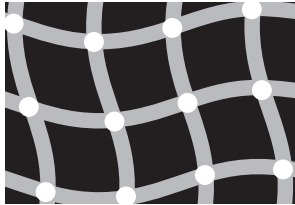
## Hermann-Gitter

Achten Sie auf die Kreuzungspunkte. Sind sie weiß oder schwarz?



In den weißen Kreisen an den Kreuzungen tauchen schwarze Punkte auf. Nur der weiße Kreis, den man fixiert, bleibt vollständig weiß. Die gängige Erklärung zu dieser Täuschung ist, dass die Übergänge zwischen hell und dunkel auf so kleinem Raum stattfinden und der Kontrast so stark ist, dass die Nervenzellen im Gehirn überfordert sind. Sie hemmen sich gegenseitig, so dass es zu einer falschen Helligkeitszuordnung kommt. Leider ist diese Erklärung nicht ganz schlüssig. Zum einen ist der Effekt relativ unabhängig von der Größe der Punkte und Quadrate. Um sich gegenseitig beeinflussen zu können, dürfen die dazu gehörigen Nervenzellen jedoch nicht weit auseinander liegen.





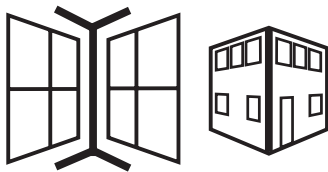
Der Effekt sollte bei einem grobmaschigen Gitter verschwinden – das passiert jedoch nicht. Zum anderen sollte nach der gängigen Erklärung die Täuschung auch auftreten wenn das kontrastreiche Muster nicht streng quadratisch angeordnet ist, wie im nebenstehenden Bild. Doch dabei tritt die Täuschung meistens nicht ein.

### Müller-Lyer-Täuschung

Schauen Sie sich die beiden Linien an. Welche davon ist länger?

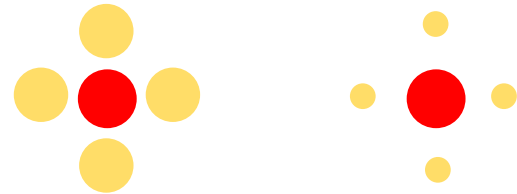


Wahrscheinlich haben Sie die untere Linie mit den geschlossenen Pfeilspitzen kürzer eingeschätzt als die mit den offenen. Wahrscheinlich reichen unserem Gehirn bereits die unterschiedlichen Pfeilspitzen um die Zeichnung als eine dreidimensionale Szene zu interpretieren. Die Linie mit den geschlossenen Pfeilspitzen erinnert an die **vordere** Kante eines Objektes; z. B. einer Häuserecke. Die andere wirkt eher wie die **hintere** Innenkante, z. B. eines Raumes. Entsprechend des so genannten „Gesetzes der Größenkonstanz“ nimmt unser Gehirn an, dass entfernte Objekte in Wirklichkeit größer sind als sie nach dem Abbild auf der Netzhaut erscheinen. Die Linie mit den offenen Pfeilspitzen wird offenbar als weiter weg und damit letztendlich als größer interpretiert.



### Titchener Kreistäuschung

Betrachten Sie die beiden roten Kreise in der Mitte. Sind beide gleich groß?

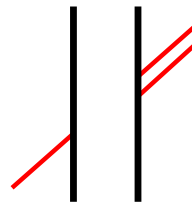


Obwohl der linke Kreis, der von den großen Kreisen umgeben ist, kleiner wirkt, sind beide Kreise in der Mitte gleich groß. Offenbar sind wir nicht in der Lage ein Objekt unabhängig von seiner Umgebung wahrzunehmen. Die großen Figuren lassen den Kreis in der Mitte schrumpfen, kleine Figuren lassen ihn dagegen größer erscheinen.

Neue Forschungsergebnisse zeigen jedoch einen überraschenden Effekt: Lässt man Versuchspersonen mit den Fingern nach den mittleren Kreisen greifen, öffnen sich die Finger gleich weit. Die Information, dass beide Kreise gleich groß sind, scheint daher in unserem Gehirn vorhanden zu sein, allerdings ist sie uns nicht bewusst.

### Poggendorff Täuschung

Welche der beiden Geraden auf der rechten Seite verlängert die linke Gerade?



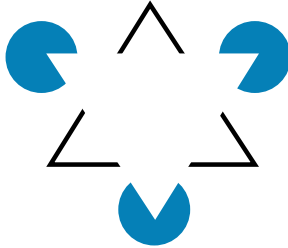
Die meisten Menschen entscheiden sich für die untere Gerade. Doch tatsächlich ist es die obere, die auf einer Linie mit der linken Geraden liegt. (Sie können das leicht mit einem Stift oder einem Lineal überprüfen.)

Eine mögliche Erklärung ist, dass unser Gehirn spitze Winkel offener einschätzt als sie tatsächlich sind. Die Gerade wird daher falsch verlängert und wir erwarten den Durchstoßpunkt an einer tieferen Stelle.



## Kanizsas Dreieck

Schauen Sie sich die geometrische Zeichnung an. Wie viele Dreiecke sehen Sie?



Wahrscheinlich sehen Sie zwei Dreiecke: ein schwarz umrandetes und ein weißes Dreieck, das darüber liegt. Doch streng genommen hat das weiße Dreieck gar keine Konturen. Auf einer frühen Verarbeitungsstufe reagiert unser Gehirn allerdings bereits auf angegedeutete Konturen und setzt diese dann nach dem so genannten „Gesetz der guten Fortführung“ zusammen. Das bedeutet: die einfachste bzw. bekannteste Figur, die passend sein könnte, wird entsprechend ergänzt. Unter Umständen sehen wir dadurch Objekte, die in Wirklichkeit gar nicht vorhanden sind.

## Kippbilder

Was zeigt diese Zeichnung? Eine junge Frau oder eine alte Dame?



© Journal of Psychology 42 (1930)

Das Bild „Meine Frau und meine Schwiegermutter“ zeigt tatsächlich zwei Gesichter gleichzeitig. Die junge Frau hat das Gesicht von uns abgewandt. In der Mitte des Bildes sehen wir ihr Ohr, links davon auf gleicher Höhe sind die Augenlider und die Nase angedeutet. Das Ohr der jungen Frau ist gleichzeitig das Auge der alten Dame. Deren Kopf ist insgesamt größer. Sie schaut nach links und hat den Kopf ein wenig gesenkt.

Nach einer Weile kann man beide Gesichter ohne Probleme entdecken. Allerdings können wir entweder nur das eine oder das andere sehen. Unsere Wahrnehmung „kippt“ ständig hin und her. Auch mit viel Übung gelingt es nicht, beide Bilder gleichzeitig zu sehen. Der Grund: In unserem Gehirn gibt es einen Alles-oder-Nichts-Effekt. Dabei setzt sich immer ein Reiz oder eine Interpretation durch und unterdrückt alle anderen, selbst wenn sie möglich sind. Welche Interpretation sich durchsetzt, kann aber immer wieder wechseln.

## Zerbrechliche Wirklichkeit

Dass jeder Mensch die Welt mit eigenen Augen sieht, ist eine Binsenweisheit. Und trotzdem: Bei allen subjektiven Wahrnehmungs-Unterschieden glauben wir, dass die Wirklichkeit mit ihren Strukturen von Raum oder Zeit unveränderlich ist und für alle gilt. Zu unrecht. Denn das, was wir als Wirklichkeit zu kennen glauben, ist ein Produkt unseres Gehirns. Nur vergleichsweise winzige Teile des Hirns müssen zerstört werden, damit die Wirklichkeit eine ganz andere wird.



Wie zerbrechlich die "normale" Wirklichkeit ist, zeigt sich an neurologischen Wahrnehmungsstörungen

## Leben in einer halben Welt

Oft geschieht es nach einem Schlaganfall: Menschen, die bis dahin ein normales Leben geführt haben, verhalten sich plötzlich merkwürdig. Alles, was auf der einen Seite des Raumes geschieht, scheint für sie nicht mehr zu existieren. Das betrifft Teile des eigenen Körpers, aber auch Gegenstände und Personen. Sinnesreize kommen aber an – Töne, Bilder, auch Berührungen registriert das Gehirn. Aber sie werden den Patienten nicht mehr, oder nur noch schwach, bewusst. „Räumliches Neglect“ nennt man dieses neurologische Syndrom.



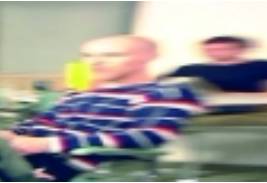
Im unteren Scheitellappen (Lobus parietalis), einem Teil der Hirnrinde, sitzt der so genannte Gyrus angularis. Er spielt eine große Rolle bei der Raumwahrnehmung

Der Ausfall betrifft eine ganze Körperseite: es ist die, die von der beschädigten Hirnhälfte gesteuert wird. Neben dem Hirnschlag können auch andere Verletzungen für das Neglect-Syndrom verantwortlich sein. Eine zentrale Rolle scheint aber ein Gehirnbereich im unteren Scheitellappen zu spielen, der sogenannte Gyrus angularis, er ist besonders wichtig für die Raumwahrnehmung. Erstaunlich dabei: die Patienten selbst wissen nicht, dass ihnen ein Teil der Welt fehlt, es ist vor allem die Umwelt, die das veränderte Verhalten registriert – wenn die Patienten sich nur die eine Hälfte ihres Gesichts rasieren oder schminken, wenn sie nur einen Teil ihres Tellers leer essen oder wenn sie nahe Angehörige, die sich auf der falschen Seite befinden, schlicht ignorieren.





## Räume als zersplittertes Bild



Patienten mit Balint-Syndrom leiden an einer schweren Störung der räumlichen Wahrnehmung. Es gibt Beschreibungen von Patienten, nach denen die Wirklichkeit als mehrfach gebrochenes oder zersplittertes Bild erlebt wird

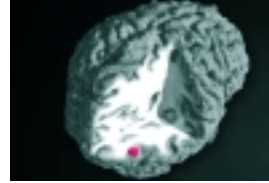
Der deutsche Arzt Rudolph Balint war es, der zu Beginn des 20. Jahrhunderts zum ersten Mal eine merkwürdige Krankheit beschrieb: Die Patienten hatten zwar eine normale Sehschärfe und ein weitgehend intaktes Gesichtsfeld, trotzdem bewegten sie sich wie Blinde im Raum – unfähig, sich zu orientieren oder einfachsten Vorgängen zu folgen. Heute gilt das sogenannte Balint-Syndrom als seltene, aber schwere neurologische Erkrankung, die nach sehr unterschiedlichen Hirnverletzungen auftritt. Gemeinsam ist den Betroffenen eine massive Störung der visuellen Aufmerksamkeit und der Wahrnehmung des Raumes. Entfernungen oder Größenverhältnisse abzuschätzen, etwa die Tiefe von Treppenstufen, ist für sie fast unmöglich. Patienten mit Balint-Syndrom haben dazu größte Probleme, mehr als einen Gegenstand im Blick zu behalten. Einem komplexeren Vorgang zu folgen, zum Beispiel einer Unterhaltung, ist für sie fast unmöglich. Aber auch einzelne Gegenstände oder Personen konzentriert anzuschauen, ist schwierig. Manche Betroffene beschreiben ihre neue Wirklichkeit als zersplittertes oder mehrfach zerbrochenes Bild. Bis heute wissen die Hirnforscher nicht genau, wo im Gehirn die Störung ihre Ursache hat. Sicher scheint nur, dass bei allen Patienten im hinteren Bereich des Gehirns Schaden entstanden ist, oft als Folge eines Schlaganfalls oder einer Hirnblutung. Dieser Teil der Hirnrinde wird mit der visuellen Vorstellungskraft in Zusammenhang gebracht.

### Wenn die Welt stillsteht

Dieser Fall war eine wissenschaftliche Sensation. Im Jahr 1983 berichtete der Münchner Neurologe Josef Zihl von einer 43-jährigen Frau, die nach einer Gefäßverengung im Gehirn keine bewegten Objekte mehr wahrnehmen konnte. Goss sie eine Tasse Tee ein, erschien ihr der Strahl aus der Kanne als fest gefrorene Masse. Sie konnte daher auch nicht abschätzen, wann die Tasse voll war – sie schüttete weiter, bis der Tee über den Tisch lief. Wenn sie eine

Straße überqueren wollte, geriet sie in Lebensgefahr, denn sie war nicht in der Lage, Bewegungsrichtungen oder Geschwindigkeitsunterschiede wahrzunehmen. Mit still stehenden Gegenständen hatte sie keine Probleme, doch je schneller sich etwas bewegte, desto mehr verflüchtigten sich für sie die Dinge. Kleine Hunde beispielsweise schienen für sie in der Luft zu schweben: die Bewegung der Beine war so schnell, dass sie für die Patientin schlicht nicht mehr existierten. Diese totale Unfähigkeit, Objekte in Bewegung zu sehen, wurde erst ein einziges Mal diagnostiziert. Sie tritt nur dann auf, wenn das für das Bewegungs-Sehen zuständige Hirnareal MT/V5 im unteren Scheitellappen auf beiden Seiten des Gehirns zerstört ist. Ist nur eins von beiden Arealen zerstört, ist das Sehen von Bewegung immer noch, wenn auch mit Einschränkungen, möglich.

Nur drei Beispiele aus einer fast unübersehbaren Zahl von Syndromen und Krankheiten, bei denen Hirnschäden zu einer gestörten Wahrnehmung führen – alle zeigen, dass die normale Wahrnehmung alles andere als selbstverständlich ist: Unsere Wirklichkeit beruht auf einem prekären Gleichgewicht der Neuronen.



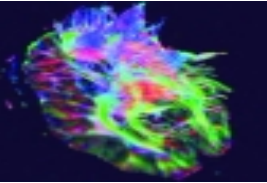
Das MT/V5-Areal im unteren Scheitellappen ist verantwortlich für die Verarbeitung visueller Bewegung



# Vermischte Sinne: Bunte Töne schmecken süß



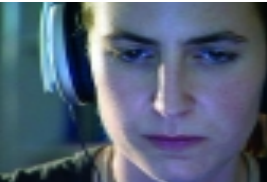
## Ungewöhnlicher Fall in Zürich



Hirnforscher können mittlerweile dem Gehirn beim Arbeiten zusehen – so hoffen sie auch auf tiefe Einblicke bei Menschen mit Synästhesie

Musik hören – das ist für die meisten Menschen alltäglich. Wie es sich aber anfühlt, wenn man Musik nicht nur hört, sondern sie auch sieht oder sogar schmeckt, das können sich Normalsterbliche nur mit Mühe vorstellen. Und doch gibt es solche Menschen: Synästhesie ist der Fachbegriff für das Phänomen. Schätzungsweise einer von 2.000 Menschen hat diese Fähigkeit. Am häufigsten ist die Verkopplung von zwei Sinnen, zum Beispiel das Sehen von Farben, wenn man Musik hört. Doch der Neuropsychologe Lutz Jäncke von der Universität Zürich hat Anfang des Jahres 2005 einen Aufsehen erregenden Fall beobachtet: Bei der 27-jährigen Musikerin Elisabeth S. sind gleich drei Sinne miteinander gekoppelt – ein extrem seltener Fall.

## Musik für den Gaumen

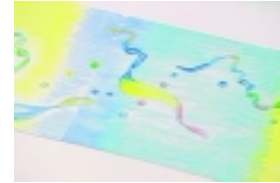


Eine kleine Terz schmeckt nach Zucker, eine kleine Sexte nach Sahne: dass diese Verbindungen bei Elisabeth S. konstant sind, ergaben psychologische Tests der Universität Zürich

Wenn die junge Flötistin Elisabeth S. Musik hört, sieht sie dazu Farben, und mehr noch: sie kann die Töne sogar schmecken! Quinten schmecken nach Wasser, eine Terz nach Zucker, eine kleine Sexte nach Sahne. Diese spezielle Synästhesie prägt auch ihre eigenen Musikvorlieben – zeitgenössische Popmusik ist für sie überwiegend ungenießbar: zu viele Dissonanzen. Durch ihre ungewöhnliche Synästhesie ist sie ihren Musiker-Kollegen gegenüber im Vorteil: sie kann Tonarten und Intervalle schneller erkennen. Besonders schnell ist sie, wenn die gehörten Intervalle mit ihren entsprechenden Geschmackswahrnehmungen übereinstimmen. Das zeigte ein Experiment an der Universität Zürich, bei dem die Wissenschaftler der Musikerin zu einem vorgespielten Intervall einen Geschmacksreiz anboten. Und die Tests zeigten auch: auch nach Monaten blieben ihre Intervall-Geschmacks-Zuordnungen identisch.

## Wenn kleine Sexten sahnig schmecken

Allgemein gesprochen handelt es sich bei der Synästhesie um eine Vermischung der Sinne. Kommt ein bestimmter Sinnesreiz im Gehirn an – ein Ton, ein Duft oder visueller Eindruck – dann reagiert das Gehirn gleichzeitig mit einer weiteren Sinneswahrnehmung. Bekannt ist das Phänomen seit Jahrhunderten, erforscht wird es allerdings erst seit wenigen Jahren. Die Wissenschaftler erhoffen sich, dadurch nicht nur bizarren Sinnesvermischungen auf die Spur zu kommen, sondern Grundsätzliches über die Mechanismen der Wahrnehmung zu erfahren. Kurz gesagt geht es um die Frage: Wie verbinden sich im Gehirn verstreute Neuronensignale zu einer einzigen Wahrnehmung? Denn wie im Gehirn aus der Flut von Nervenreizen, die es durch die Sinne empfängt, eine einheitliche Wahrnehmung entsteht, weiß man erst in Ansätzen.



Einige Takte aus einem Larghetto von Vivaldi, gemalt von der Synästhetin Elisabeth S. Farben und Formen entsprechen bei ihr Tonarten und Klangfarben: Streicher sind geschwungene Linien, Zupfinstrumente Kreise und Punkte

## Synästhesie: ein Rätsel für die Wissenschaft

Auch bei den synästhetischen Wahrnehmungen tappt die Wissenschaft noch weitgehend im Dunklen. Doch es gibt eine Reihe von Erklärungsversuchen. Der Hannoveraner Synästhesie-Experte Hinderk Emrich geht davon aus, dass die synästhetische Verkopplung in einem entwicklungs-geschichtlich eher ursprünglichen Teil des Gehirns geschieht, im so genannten limbischen System. Es steuert Gefühle, und nach Emrichs Theorie schaltet es sich zwischen zwei Hirnareale, in denen verschiedene Sinnes-eindrücke verarbeitet werden – er nennt das Phänomen die „limbische Brücke“.



Lutz Jäncke und seine Mitarbeiter wollen dem Geheimnis der Synästhesie mit einem neuen Verfahren auf die Spur kommen: Diffusion Tensor Imaging (DTI), einer Variante der Magnetresonanztomographie

Eine andere Hypothese verfolgt Lutz Jäncke von der Universität Zürich. Er glaubt, dass die Nerven-Verbindung zwischen Hirnregionen eine Rolle spielt, die normalerweise für die einzelnen Sinnesreize zuständig sind. In Zürich sollen Verbindungen zwischen dem für Geschmackswahrnehmungen zuständigen Areal im vorderen Hirnbereich und dem Gehörzentrum im Schläfenlappen untersucht



## Gespür für Gefahr: Sinne bei Tieren

werden. Jäncke will herausfinden, ob diese verschiedenen Bereiche bei Synästhetikern möglicherweise stärker vernetzt sind als bei anderen Menschen. Mit Hilfe des DTI-Verfahren (Diffusion Tensor Imaging) könnte es möglich sein, solche Verbindungsstrukturen zwischen verschiedenen Gehirnarealen nachzuweisen.

### Auf der Spur der Nerven Kabel

Bei DTI handelt es sich um eine Variante der Magnetresonanztomographie. Mit dem neuen Verfahren hofft man, speziell den Nerven-Vernetzungen des Gehirns auf die Spur zu kommen. Denn mit DTI können die Hirnforscher die Ausbreitungseigenschaften von Wassermolekülen im Hirngewebe messen – und dadurch den Verlauf von Nervenfasern verfolgen: innerhalb einer Nervenfasern bewegen sich die Wassermoleküle nämlich in einer bestimmten Richtung, während sie sich im umliegenden Hirngewebe nach allen Seiten frei ausbreiten können. Dieser Unterschied schlägt sich in unterschiedlichen magnetischen Signalen nieder, die die Moleküle aussenden. Die Wissenschaftler hoffen mit Hilfe dieser Methode herauszufinden, welche Hirnregionen bei Synästhetikern normalerweise über eine direkte Verbindung kommunizieren und welche nur über ein gemeinsam angesteuertes drittes Areal miteinander verbunden sind. Die DTI-Messungen des Instituts für Neuropsychologie der Universität Zürich haben begonnen, eine genaue Analyse der ersten Daten steht noch aus.

Sind bei Synästhetikern Hirnareale stärker mit einander verkabelt als bei normalen Menschen – oder nutzen sie die vorhandenen Verbindungswege nur besser? Die Antwort auf diese Frage steht noch aus

### Ein sechster Sinn für Erdbeben?

Alles scheint normal und friedlich, aber die Tiere spielen plötzlich verrückt: Hunde bellen, Ratten rennen aus den Häusern und Schlangen kriechen aus ihren Erdhöhlen. Dann, wenige Stunden später: ein Erdbeben. Menschen aus verschiedenen Epochen und Kulturen erzählen von diesem Phänomen, einem seltsamen Verhalten der Tiere vor einem Erdbeben. Aber können Tiere ein nahendes Beben wirklich fühlen, riechen oder vielleicht sehen? Haben sie möglicherweise einen sechsten Sinn, der sie warnt? Und sollte man solchen Berichten überhaupt glauben?



Verrät ihre Nase den Schweinen, ob ein Beben naht? Seit Jahrhunderten gibt es Berichte, dass die verschiedensten Tiere vor Erdbeben verrückt spielen

### Wissenschaftler sind skeptisch

Viele Tiere haben Sinne, die den Menschen fehlen – Fledermäuse orientieren sich mit Hilfe von Ultraschall, und einigen Schlangen verrät ein spezielles Infrarot-Organ, wo sich Beutetiere verstecken. Andere Sinne sind bei vielen Tieren besser entwickelt als beim Menschen, zum Beispiel der Geruchssinn bei Hunden. Doch welcher Sinn den Tieren ein nahendes Erdbeben verraten soll, ist schwierig herauszufinden. Forscher wissen bis heute wenig darüber, was sich Tage oder Wochen vor einem Beben im Boden abspielt – jedes Beben scheint anders zu verlaufen. Große Testreihen zu einem möglichen Erdbebensinn von Tieren lassen sich kaum durchführen, da schwere Beben zu selten sind. Auch die Berichte von Laien über ungewöhnliches Tierverhalten liefern den Wissenschaftlern keine sicheren Daten. Wie welche Tiere wann reagiert haben, oder ob den Beobachter nur seine Erinnerung täuscht, lässt sich daraus kaum entnehmen.

### Die Flucht vor der Riesenwelle

Manchmal können Wissenschaftler einen angeblichen sechsten Sinn der Tiere aber auch erklären. Zum Beispiel beim Seebeben vor Sumatra im Dezember 2004. Damals

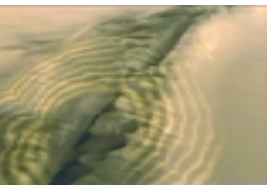




Nach einem Seebeben breiten sich die Erdbebenwellen im Boden (gelb) wesentlich schneller aus als die Wasserwelle

sind viele Tiere der riesigen Flutwelle – dem Tsunami – entkommen. Das berichten zum Beispiel Naturschutzbehörden aus Sri Lanka. Um den Tsunami vorauszusehen, brauchten die Tiere aber keine geheimnisvollen Fähigkeiten, sondern nur einen feinen Sinn für Erschütterungen. Bei einem Seebeben breiten sich die Erschütterungen im Boden viel schneller aus als im Wasser. In Sri Lanka kam schon zwei Stunden vor der Wasserwelle eine Bodenwelle an. Viele Tiere sind für solche Erschütterungen sehr empfindlich, zum Beispiel bodenlebende Reptilien oder auch Elefanten. Deshalb konnten sie möglicherweise schon vor der Ankunft des Tsunamis das Beben wahrnehmen und sich in Sicherheit bringen.

### Ein paar Sekunden bis zum Beben

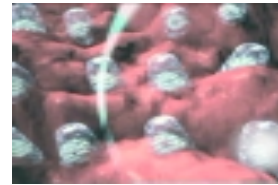


Bei einem Erdbeben breiten sich verschiedene Arten von Wellen aus. Die schnellsten Wellen (gelb) richten noch keinen großen Schaden an. Ihnen folgen im Abstand von Sekunden bis wenigen Minuten die zerstörerischen Wellen

Bei Beben an Land bleibt den Tieren nicht so viel Zeit zur Flucht. Denn wenn die Erde rumort, bewegen sich verschiedene Arten von Wellen unterschiedlich schnell vom Zentrum des Bebens weg. Die schnellsten Wellen haben noch wenig Zerstörungskraft. Die eigentliche Katastrophe lösen Beben aus, die langsamer sind und den ersten Wellen folgen. Sie sind es, die Höhlen, Häuser und Brücken einstürzen lassen. Je nach Entfernung vom Erdbebenzentrum kommen die leichten Wellen wenige Sekunden bis einige Minuten vor dem schweren Beben an. Wer dann empfindlich genug ist und weiß, was zu tun ist, ist im Vorteil – wie die Kängururatte, die im von Erdbeben geplagten Kalifornien lebt. Dieser Nager hat einen feinen Sinn für Erschütterungen und schafft es, innerhalb weniger Sekunden nach den ersten Vorzeichen aus seinem Bau ins Freie zu flüchten.

### Haben Fische und Tauben ein Frühwarnsystem?

Warum Tiere schon Tage oder Wochen vor einem Erdbeben unruhig werden sollen, bleibt noch rätselhaft. Warum springen zum Beispiel Fische wie Welse lange vor einem Beben an der Wasseroberfläche herum, wie viele Menschen berichten? Forscher stellen darüber einige Vermutungen an, die mit den elektrischen Feldern im Erdinneren zusammenhängen. Die verändern sich bisweilen vor einem Erdbeben, und Welse könnten das bemerken. Sie haben so genannte Ampullenorgane in der Haut, mit denen sie elektrische Felder wahrnehmen können. Normalerweise helfen ihnen diese Organe, Beute zu fangen oder sich zu orientieren.



Was Tiere vor Erdbeben warnt, ist oft rätselhaft. Bei Welsen könnten es die Ampullenorgane sein, die in ihrer Haut liegen. Mit ihnen können die Fische elektrische Felder wahrnehmen

Auch Tauben drängen Tage vor einem Erdbeben aus dem Schlag ins Freie. Es könnte ihr Orientierungssinn sein, der sie dazu treibt: Sie haben einen inneren Kompass, mit dem sie das Magnetfeld der Erde wahrnehmen – und auch das kann sich vor einem Beben verändern.

Besonders häufig ist in Augenzeugenberichten aber von Hunden oder Schweinen die Rede, die lange vor einem Beben in Panik geraten und versuchen auszubrechen. Dabei haben sie weder elektrische noch magnetische Sinne. Aber eine feine Nase. Auch die könnte Hinweise auf Erdbeben geben, denn man hat einige Male beobachtet, dass vor Beben verschiedene Gase frei werden und ins Grundwasser und in die Luft gelangen.



# Die geheimen Verführer – unbewusste Wahrnehmung



## Reize unterhalb der Wahrnehmungsschwelle



Proband beim Reaktionstest:

Wissenschaftler möchten herausfinden, ob blitzschnelle Botschaften auf das Gehirn wirken, ohne dass die Versuchsperson etwas davon merkt

Wahrnehmen, ohne es zu merken – lange Jahre konnten sich Psychologen und Mediziner nicht vorstellen, dass das Gehirn Informationen aufnimmt und verarbeitet, ohne dass das dem Menschen ins Bewusstsein dringt. Doch inzwischen glauben viele Wissenschaftler an die Existenz der so genannten „subliminalen Wahrnehmung“. Sie beschäftigen sich intensiv mit ihrer Bedeutung für das Lernen, für die Gefühle und die Steuerung des Verhaltens.

Es gibt zum Beispiel visuelle Reize, die nur 50 oder 80 Millisekunden lang andauern. Nicht länger als ein Blitz und zu kurz für eine bewusste Verarbeitung – man erinnert sich nicht an sie. Dennoch können solche Reize eine deutliche Wirkung auf eine spätere Wahrnehmung oder ein späteres Verhalten haben. In vielen Untersuchungen stellten Forscher fest, dass solche Eindrücke tatsächlich die Reaktion auf einen danach folgenden und bewusst wahrgenommenen Reiz beeinflussen.

## Die unsichtbare Schlange



Wie viele Punkte bekommt sie. Wenn unbewusste Botschaften eine Rolle spielen?

Der schwedische Emotionsforscher Arne Öhmann vom Karolinska Institut in Stockholm präsentierte männlichen Versuchsteilnehmern Bilder schöner Frauen. Jedem dieser Bilder schickte er für einige Millisekunden das Bild einer Schlange, einer Spinne oder wiederum einer schönen Frau voraus. Das erstaunliche Ergebnis: Diejenigen Frauen, vor deren Bild ganz kurz Reptilien oder Insekten aufblitzten, wurden als weniger attraktiv beurteilt als die, denen das Frauenporträt vorausging. Die Fachleute nennen diesen Vorgang „unbewusstes Priming“. Priming heißt soviel wie Vorbereitung oder Anbahnung. Vorbereitet oder angebahnt wird eine bestimmte Reaktion, in diesem Fall das Urteil über die Frau: Tiere, die eher als unangenehm empfunden werden, wie die Schlange oder die Spinne stellen einen unbewussten Hinweis dar, der das Urteil prägt.

## Rum, Schnaps, Bier und schöne Frauen

Doch nicht nur Bilder wirken – sogar Wörter und Begriffe, die blitzartig auftauchen, können die Wahrnehmung beeinflussen. In einer aktuellen Studie von Jens Förster, International University Bremen, zusammen mit der University of Missouri-Columbia in Amerika, wird die Auswirkung von Alkohol-Begriffen auf die Urteile männlicher Versuchsteilnehmer untersucht.

Wohlgemerkt: Es geht nur um Wörter, und dann auch noch um solche, die nur 80 Millisekunden lang erscheinen – Begriffe wie Cocktail, Rum, Wein oder Schnaps. Die Versuchsteilnehmer werden zunächst gebeten, einen Reaktionstest zu machen. Sie sehen Blitze auf einem PC-Monitor und sollen darauf möglichst schnell reagieren, indem sie mit der rechten oder linken Hand eine bestimmte Taste drücken. Es folgt ein Bildertest: präsentiert werden den Männern 21 Fotografien von Frauen mit unterschiedlichen Gesichtszügen und verschiedener ethnischer Herkunft. Die Versuchsteilnehmer sollen jetzt die Attraktivität der Frauen auf einer Neun-Punkte-Skala bewerten. Der Trick dabei: Die Blitze des Reaktionstests haben bei einer Gruppe von Probanden Alkohol-Worte enthalten, bei einer anderen die Bezeichnungen nicht-alkoholischer Getränke wie Kaffee, Wasser oder Tee.

## Alkohol-Wörter können Männer beeinflussen

Die Ergebnisse der amerikanischen Kollegen der Bremer Arbeitsgruppe sind bereits ausgewertet. An der Universität von Missouri-Columbia wurden 82 Männer im Alter zwischen 18 und 27 Jahren nach diesem Verfahren getestet: Die Versuchsteilnehmer, denen Alkohol-Bezeichnungen präsentiert wurden, bewerteten die Frauenfotos positiver. Allerdings funktioniert dieses Alkohol-Priming nur bei Männern, die glauben, dass Alkohol ihren Sextrieb steigert. Wer der Ansicht ist, Alkohol dämpfe den Trieb, bewertet die Frauenfotos sogar deutlich negativer als der Durchschnitt. Ron Friedman von der Universität von Missouri-Columbia findet das Ergebnis Besorgnis erregend: „Erwartungen, die wir mit Alkohol verbinden, können aktiviert werden, obwohl es uns nicht oder kaum bewusst wird.“



# Kaufen ohne Verstand? Hirnforscher und Marketing

## Die Illusion vom rationalen Kunden

Stellen Sie sich vor Sie sind zum Essen eingeladen und möchten noch schnell eine Flasche Wein kaufen. Im Supermarkt stehen Sie vor einem schier endlosen Weinregal. Für welche Flasche entscheiden Sie sich? Vergleichen Sie bei sämtlichen Weinen Preis und Qualität? Lesen Sie genau die Etiketten und achten Sie auf den Jahrgang? Wahrscheinlich nicht. Denn dieses Vorgehen würde viel zu lange dauern. Wir kürzen solche Entscheidungsprozesse meistens massiv ab. Wir greifen zu, weil wir diese Flasche schon mal bei einem Bekannten gesehen haben, diesen Wein aus der Werbung kennen, jenes Etikett uns an den letzten Urlaub im Süden erinnert oder schlicht weil diese Sorte gerade im Angebot ist. Auch wenn es uns nicht bewusst ist: Es sind vor allem Erinnerungen und Emotionen die unsere Entscheidungen beeinflussen.

## Hirnforscher beschäftigen sich mit Marketing

Lange Zeit waren es hauptsächlich Werbefachleute die sich für unsere Kaufentscheidungen interessierten, aber seit kurzem beschäftigen sich auch Hirnforscher mit dem Thema. Denn mit Hilfe der Kernspintomographie haben sie die Möglichkeit unserem Gehirn beim Denken zuzusehen. Sie können beobachten welche Gehirnbereiche aktiv sind, wenn wir eine Auswahl treffen, und welche Teile des Gehirns dabei keine Rolle spielen. Noch steckt das so genannte Neuromarketing in den Kinderschuhen, doch die Wissenschaftler konnten bereits einige Zusammenhänge aufzeigen. Diese sind nicht immer ganz neu und lassen sich auch nicht ohne weiteres übertragen. Aber eines ist bereits klar: Den rationalen Kunden gibt es nicht, Emotionen sind immer im Spiel.



Im Supermarkt regiert der Bauch, nicht der Kopf – Emotionen bestimmen unsere Kaufentscheidungen

## Marken wecken Emotionen

Zum Beispiel verknüpfen wir mit einigen Marken bestimmte Erinnerungen – an die Kindheitstage, die Großeltern, einen Urlaub oder die erste große Liebe. Die dazu gehörigen Emotionen klingen schon unbewusst an, wenn wir das Produkt mit dem vertrauten Logo nur sehen. Wenn wir es dann auch noch kaufen, bekommen wir noch ein kleines Extraglücksgefühl dazu. Entscheiden wir uns doch einmal für ein anderes Produkt, zum Beispiel weil es billiger ist, haben wir häufig das Gefühl auf etwas verzichtet zu haben, das gesparte Geld macht uns nicht glücklich.



Da werden Erinnerungen wach...

## Alles oder Nichts

Welche konkrete Marke die positiven Emotionen auslöst, ist dabei von Mensch zu Mensch völlig unterschiedlich. Nicht die allgemeine Bekanntheit ist entscheidend, es muss schon die ganz persönliche Lieblingsmarke sein. Überrascht hat den Hirnforscher Michael Deppe von der Universität Münster, dass es bei dieser individuellen Bewertung offenbar keinen zweiten Platz gibt, sondern einen Alles-oder-nichts-Effekt: Entweder es ist die persönliche Lieblingsmarke, dann werden die Gefühle ausgelöst – oder sie ist es nicht, dann gibt es auch keine Reaktion im Gehirn.



Bei den persönlichen Präferenzen gibt es keinen zweiten Platz

## Die Marke macht den Geschmack

Der Einfluss einer Marke kann sogar noch weiter gehen. Bei einem Geschmackstest zwischen verschiedenen Cola-Sorten stellte Read Montague vom Baylor College of Medicine in Texas fest: Den Probanden schmeckte die Sorte Pepsi-Cola tendenziell besser als der Marktführer Coca-Cola. Sobald die Versuchspersonen jedoch wussten, welche Brause die Coca-Cola war, schmeckte ihnen diese



Es schmeckt besser, wenn man die Marke kennt.



am besten. Die Hirnforscher konnten zeigen, dass dies nicht nur Einbildung war. Tatsächlich wurde das Geschmackszentrum im Gehirn anders aktiviert, wenn die Marke bekannt war. Die „richtige Marke“ bereitet das Geschmacksempfinden im Gehirn offenbar so vor, dass es auf den konkreten Reiz weniger ankommt.

### Tempo statt Papiertaschentuch: Marken in der Alltagssprache

Den Einfluss auf unser Gehirn entwickeln Marken nicht von heute auf morgen. Sie müssen uns schon immer wieder begegnen, und am besten in einer wiedererkennbaren Art und Weise. Besonders einfach hat es meistens die erste Marke einer Produktklasse, die ganz neu auf den Markt kommt. Solche Marken setzen sich dann in der Erinnerung besonders fest und die Chancen stehen gut, dass Produkt und Marke als Synonym verwendet werden. Bekannte Beispiele sind Tempo, Weckgläser, Walk man oder in jüngerer Zeit Red Bull. Umgekehrt, kann es einer Marke schaden, wenn der bekannte Name oder das Logo geändert werden. Denn die Erinnerungen und Emotionen scheinen nur mit dem Original verknüpft zu werden und lassen sich nicht ohne weiteres übertragen.

### Rabatte überlisten das Gehirn

Doch wir lassen uns nicht nur von Marken beeinflussen – auch Sonderangebote sind Schlüsselreize, die den Verstand nahezu ausschalten. Neurowissenschaftler der Universitätsklinik Bonn konnten nachweisen, wie ein Rabattschild auf das Gehirn wirken kann: Es unterdrückt bei einigen Menschen die Gehirnregionen, die normalerweise aktiv sind, wenn wir Preise und Leistungen vergleichen um eine Kaufentscheidung zu treffen. Es ist daher kein Wun-

der, dass eine Rabattschlacht nach der anderen ausgerufen wird. Die Forscher gehen allerdings davon aus, dass sich dieser Effekt mit der Zeit abstumpft.

### Die Gefühle behalten die Oberhand

Ganz gleich, wie sehr wir versuchen, Entscheidungen nach objektiven Kriterien zu treffen – zum Großteil bestimmen unbewusste Emotionen, was wir kaufen. Bestenfalls legen wir uns einfach die richtigen Argumente zurecht, warum es jetzt doch die Lieblingsmarke sein muss. Und selbst wenn uns bewusst ist, dass wir beeinflusst sind, können wir nicht aus unserer Haut. Doch das Ganze hat auch einen Vorteil: Unser Entscheidungsprozesse kürzen sich deutlich ab. Anders würden wir wahrscheinlich noch bis zum Ladenschluss am Regal stehen und Preise vergleichen.



Emotionen bestimmen unseren Einkauf



Manche Marken sind wie in Stein gemeißelt



Bei Sonderangeboten setzt der Verstand aus



## ZU: WIE WIR SEHEN – TEAMARBEIT IM GEHIRN

### Gehirn & Wahrnehmung

Autor: Karl R. Gegenfurtner  
Verlagsangaben: Fischer Kompakt;  
ISBN 3-596-15564-9  
Sonstiges: Preis: 8,90 Euro

Wie funktioniert unsere Wahrnehmung? Von den Sinnesorganen, bis zu unbewussten Prozessen bietet dieses Taschenbuch eine leicht verständliche und übersichtliche Zusammenfassung.

### Neurowissenschaften – Eine Einführung

Hrsg.: Eric R. Kandel,  
James H. Schwartz,  
Thomas M. Jessel  
Verlagsangaben: Spektrum Akademischer  
Verlag 1995;  
ISBN 3-86025-391-3  
Sonstiges: Preis: 71,50 Euro

Umfangreiches Lehrbuch, trotzdem spannend geschrieben und für den engagierten Laien durchaus verständlich.

## ZU: WELT IN SCHERBEN – NEUROLOGISCHE WAHRNEHMUNGSSTÖRUNGEN

### Der Mann, der seine Frau mit einem Hut verwechselte

Autor: Oliver Sacks  
Verlagsangaben: Rowohlt Taschenbuch Verlag  
GmbH, Oktober 1990;  
1280-ISBN 3 499 187809

In diesem längst zum Klassiker gewordenen Buch des amerikanisch-englischen Neurologen Oliver Sacks wird an Hand von Fallbeispielen erzählt, wie fragil die scheinbar stabile unverbrüchlich feste Wirklichkeit ist, und wie schnell ihre scheinbar unverrückbaren Koordinaten wie Raum, Zeit und Dinglichkeit durch teils winzige Hirnverletzungen ausgehebelt werden können. Oliver Sacks beschreibt seine Fälle nicht mit klinischer Distanz, sondern mit großer Empathie und Wärme.

### Der letzte Hippie – Zwei neurologische Geschichten

Autor: Oliver Sacks  
Verlagsangaben: Rowohlt Taschenbuch Verlag  
GmbH, Juli 1996;  
200-ISBN 3 499 22089 X

Ein weiteres Buch des Neurologen Oliver Sacks, in dem er über zwei Fälle aus seiner klinischen Praxis berichtet. Eine ist die titelgebende Geschichte des Patienten Greg, der durch einen Hirntumor in einer bestimmten Phase seines Lebens stehen bleibt; alles, was ab diesem Zeitpunkt passiert, fällt nach kurzer Zeit aus seinem Gedächtnis. Sacks ist auch Autor des mit Robert de Niro in der Hauptrolle verfilmten Buchs „Zeit des Erwachens“.

### Wie kommt die Welt in den Kopf? Reise durch die Werkstätten der Bewusstseinsforscher

Autoren: Ulrich Schnabel,  
Andreas Sentker  
Verlagsangaben: Rowohlt; ISBN 3-499-60256-3

Das Buch nimmt den Leser mit auf eine Reise in die Labors der Bewusstseinsforscher. Die Autoren informieren nicht nur über Forschung und Theorien, sondern stellen auch die verschiedenen Hirnforscher vor, die alle etwas über die Mechanismen des Geistes zu berichten haben. Das Buch bietet eine Orientierung im Dschungel der Theorien und Spekulationen über das menschliche Gehirn.

## ZU: VERMISCHTE SINNE: BUNTE TÖNE SCHMECKEN SÜSS

### Welche Farbe hat der Montag? Synästhesie: Das Leben mit verknüpften Sinnen

Autor: Hinderk M. Emrich,  
Udo Schneider, Markus Zedler  
S. Hirzel Verlag  
Verlagsangaben: Stuttgart/Leipzig 2002.  
ISBN 3-7776-1114-X

Hinderk Emrich, Neuropsychiater an der Medizinischen Hochschule Hannover, ist der Pionier der Synästhesie-Forschung im deutschsprachigen Raum. Sein Buch ist ein explizit für die breitere Öffentlichkeit geschriebene, kompakte Einführung in das Phänomen der verknüpften Wahrnehmung. Die neurophysiologischen Grundlagen zum Verständnis von Synästhesie werden auch für Laien verständlich diskutiert, ebenso die aktuellen Erklärungsansätze. Versehen ist das Buch mit einer Vielzahl von Erfahrungsberichten von Synästhetikern und einer Fülle von Abbildungen.

### Farben hören, Töne schmecken. Die bizarre Welt der Sinne

Autor: Richard E. Cytowic  
Verlagsangaben: Deutscher Taschenbuch Verlag  
GmbH & Co. KG, München,  
1996; ISBN 3-423-30578-9

Richard E. Cytowic, Professor für Neurologie an der Universität Washington D.C. ist einer der weltweit führenden Synästhesie-Forscher. Sein Buch ist nach wie vor das Standard-Werk der Synästhesie-Literatur. Und es ist überraschenderweise kein trockenes Lehrbuch für Neurologie-Studenten, sondern ein packender Wissenschafts-Krimi, der die wissenschaftliche Entdeckung eines der merkwürdigsten Wahrnehmungs-Phänomene überhaupt nachzeichnet.

## ZU: GESPÜR FÜR GEFAHR: SINNE BEI TIEREN

### Geheime Signale – Die spektakulären Sinne der Tiere

Autor: Ulrich Schmid  
Verlagsangaben: Kosmos Verlag, 2004;  
ISBN 3-440-09567-3  
Sonstiges: 160 Seiten, Preis ca. 14,95 Euro

Ulrich Schmid ist mit diesem Buch eine unterhalt-same, kurze Zusammenfassung über Sinne und Wahrnehmung der Tiere gelungen – auf einem aktuellen Forschungsstand und trotzdem so verständlich geschrieben, dass auch Laien gerne darin schmökern werden.

### Vergleichende Tierphysiologie, Band 1, Neuro- und Sinnesphysiologie

Autoren: Gerhard Heldmaier,  
Gerhard Neuweiler  
Verlagsangaben: Springer Verlag, 2003;  
ISBN 3-540-44283-9  
Sonstiges: 780 Seiten, Preis ca. 49,95 Euro

Für Fachleute empfehlenswert: Wer sich ganz genau über die Sinne der Tiere informieren möchte, kann in diesem Buch nachschauen. Ein aktuelles Lehrbuch zur Sinnesphysiologie, das besonders durch seine Übersichtlichkeit, die zahlreichen Abbildungen und Fallbeispiele überzeugt.



# Lesetipps

## ZU: DIE GEHEIMEN VERFÜHRER – UNBEWUSSTE WAHRNEHMUNG

**Macht und Mythos unterschwelliger Botschaften**  
Autor: Thomas Müller  
Verlagsangaben: Psychologie Heute, März 2005, S. 36 – 41

Über den Einfluss unterschwelliger Reize und darüber, ob die Angst vor Manipulation berechtigt ist.

**An der Schwelle des Bewusstseins**  
Autoren: Lionel Naccache und Stanislas Dehaene  
Verlagsangaben: Spektrum der Wissenschaft, Mai 2005, S. 50 - 57

Über die Verarbeitung unwissentlich wahrgenommener Reize im Gehirn.

# Linktipps

## ZU: BLIND FÜR VERÄNDERUNGEN – AUFMERKSAMKEIT UND WAHRNEHMUNG

Sammlung an Videos zum Thema Veränderungsblindheit und Blindheit aus Unaufmerksamkeit (Englisch)

[http://viscog.beckman.uiuc.edu/djs\\_lab/demos.html](http://viscog.beckman.uiuc.edu/djs_lab/demos.html)

Homepage der Dresdner Kognitions- und Wahrnehmungsforscher, u.a. zum Thema Veränderungsblindheit.

[http://rcswww.urz.tu-dresden.de/~cogsci/welcome\\_g.html?](http://rcswww.urz.tu-dresden.de/~cogsci/welcome_g.html?)

Homepage des Wahrnehmungsforschers Prof. Heiner Deubel an der Ludwig-Maximilians-Universität in München.

<http://www.paed.uni-muenchen.de/~deubel/index.html>

## ZU: WIE WIR SEHEN - TEAMARBEIT IM GEHIRN

Homepage des Wahrnehmungsforschers Prof. Karl Gegenfurtner mit vielen ausführlichen Artikeln zum Thema visuelle Wahrnehmung. Das Angebot richtet sich hauptsächlich an Studenten.

<http://www.allpsych.uni-giessen.de/karl/teach.html>

Welche Gehirnregionen sind für welche Aspekte der visuelle Wahrnehmung zuständig? Wissenschaftliches Niveau (Englisch)

[http://defiant.ssc.uwo.ca/jody\\_web/fMRI4Dummies/functional\\_brain\\_areas.htm](http://defiant.ssc.uwo.ca/jody_web/fMRI4Dummies/functional_brain_areas.htm)

## ZU: VERMISCHTE SINNE: BUNTE TÖNE SCHMECKEN SÜSS

Diese Website wird von der Medizinischen Hochschule Hannover unterhalten, die in Deutschland Vorreiterin im Bereich Synästhesie-Forschung war. Hier findet sich auch ein Link zum „Synästhesie-Cafe“, einem nicht nur virtuellen Ort, an dem sich Synästhetiker treffen, um Erfahrungen auszutauschen, um andere Synästhetiker kennenzulernen oder neue Forschungsergebnisse zu erfahren.

<http://www.mhh-synaesthesia.de/synaesthesia.htm>

Diese anspruchsvoll gestaltete Website beherbergt ein privates, von Synästhetikern ins Leben gerufenes Forum für Diskussionsbeiträge, Artikel, multimediale Kunst rund um das Thema Synästhesie.

<http://www.synaesthesieforum.de/>

Auf der Website der Synästhetin Elisabeth Sulser finden sich Informationen über ihren musikalischen Werdegang und über ihre spezielle Form der Synästhesie.

[www.elisabeth-sulser.ch](http://www.elisabeth-sulser.ch)

## ZU: GESPÜR FÜR GEFAHR: SINNE BEI TIEREN

Der Erdbebendienst Bayern informiert auf dieser Seite über die verschiedenen Arten von Wellen, die ein Erdbeben auslöst.

<http://www.erdbendienst.de/edu/wellen.htm>

Mehr Informationen darüber, wie Tiere das Erdmagnetfeld wahrnehmen, liefert diese Website der Universität München.

<http://www.geophysik.uni-muenchen.de/research/biogeomagnetism/index.php>

## ZU: DIE GEHEIMEN VERFÜHRER – UNBEWUSSTE WAHRNEHMUNG

Homepage der Sozialpsychologen an der International University Bremen

<http://www.socolab.de/>

## ZU: KAUFEN OHNE VERSTAND? – HIRNFORSCHER UND MARKETING

Forschungsteam Neuroeconomics an der Universität Münster

<http://www.neuroeconomics.de/>

Zusammenfassung einer Untersuchung des Einflusses von Marken auf bestimmte Gehirnbereiche. (Englisch)

<http://jon.sagepub.com/cgi/content/abstract/15/2/171>

