



# Wenn sich der visuelle Kortex selbständig macht

## Halluzinationen, Phosphene und andere Trugbilder

Nachgefragt bei Prof. Dr. E. Kasten, Magdeburg



Prof. Dr. Erich Kasten ist promovierter Psychologe und Leiter der Arbeitsgruppe Klinische Neuropsychologie am Klinikum der Universität Magdeburg.

Viele Hirnverletzte sowie Tumor- und Schlaganfallpatienten mit visuellen Ausfällen leiden unter Halluzinationen, weisen dabei aber keinerlei Anzeichen einer psychischen Erkrankung auf. Viele erleben zumindest Licht- oder Farbspiele. Einige sehen aber auch konkrete Bilder oder bewegte Szenen, die sie mitunter ernstlich stören, weil sie fast all ihre Aufmerksamkeit absorbieren.

**ZPA:** Halluzinationen haben viel von ihrem unheimlichen Flair verloren, sie gelten als eine natürliche Reaktion unseres Gehirns, die aufgrund unterschiedlicher Einflüsse entstehen können. Spät Erblindete berichten häufig über komplexe visuelle Halluzinationen, wenn einzig eine Läsion beider Augen oder Sehnerven vorliegt, der visuelle Cortex aber intakt ist. Was führt zu den Trugbildern und wo entstehen sie?

**Prof. Kasten:** In der Tat denken sogar Fachleute bei Halluzinationen zunächst einmal an Geisteskrankheiten. Gerade vor einigen Monaten ist es mir nur mit Mühe gelungen zu verhindern, daß eine Schülerin deswegen in die geschlossene Psychiatrie eingewiesen wurde. Das junge Mädchen war so normal wie Sie und ich, sie hat Freunde und ist, na ja, sagen wir „ganz gut“ in der Schule. Dennoch sieht sie Dinge, die nicht da sind. Das Spektrum der Ursachen ist breit. Oft sind es neurologische Hirnschäden, die daran beteiligt sind; ebensooft sind es aber auch Defekte des visuellen Systems.

Hauptursache visueller Halluzinationen scheint zum einen der Entzug visueller Reize zu sein, wie er beispielsweise bei Isolation, Schlaf oder Blindheit besteht. Hier stimuliert sich das Gehirn selbst, wenn von außen keine Reize mehr hereinkommen. Zum anderen macht man eine überschießende Gehirnfunktion dafür verantwortlich, wie sie durch Drogen oder pathologische Veränderungen in der Ausschüttung von Transmittersubstanzen ausgelöst werden kann.

**ZPA:** Warum können sowohl Unter- als auch Überfunktion zu demselben Resultat führen?

**Prof. Kasten:** Hirnsysteme müssen in einem Gleichgewicht stehen. Die Unterfunktion an einem Ort des Gehirns kann durch die daraus bedingte mangelnde Hemmung zu einer Überfunktion an einem anderen Ort führen kann. Jede ak-

tive Hirnfunktion hemmt andere Hirnfunktionen. So nimmt man Schmerz z.B. nicht mehr so stark wahr, wenn man sich bewußt auf etwas anderes konzentriert.

**ZPA:** Halluzinationen sind häufig kaum vom realen Geschehen zu unterscheiden. Wie kommt diese Realitätsnähe zustande?

**Prof. Kasten:** Wahrscheinlich setzen sich komplexe Halluzinationen fast durchweg aus Gedächtnisinhalten zusammen. Unser Gehirn speichert viel mehr Informationen als man gemeinhin vermutet. Der Neurochirurg Wilder Penfield reizte während Operationen erstmals das freiliegende Gehirn wacher Personen. Da dieses selbst schmerzfrei ist, kann man bei geöffnetem Schädel die Narkose soweit reduzieren, daß der Patient wieder ansprechbar wird. Er stimulierte die Hirnoberfläche elektrisch und ließ sich die wahrgenommenen Veränderungen beschreiben. Auf eine solche Reizung hin erfolgten oft lebhaftere Halluzinationen. Sie beinhalteten häufig vergessen geglaubte, früher erlebte Situationen, welche die Patienten als äußerst real erlebten. Penfield vermutete deswegen, daß das Gehirn praktisch eine vollständige Erinnerung an alle Ereignisse des Lebens aufbewahrt.

Übermäßige Erregung der Gedächtnisstrukturen wie auch mangelnde Hemmung von im Gedächtnis abgespeicherten Informationen führen beide zum unkontrollierten Einbruch solcher

## E. Kasten: Wenn sich der visuelle Kortex selbstständig macht

Erinnerungen in das Bewußtsein. Da jede Wahrnehmung letztlich im Gehirn stattfindet, können solche Halluzinationen als völlig real erlebt werden.

**ZPA:** Wie und wo werden diese Gedächtnisinhalte verwaltet?

**Prof. Kasten:** Schematisch gesehen, besteht hier eine Interaktion zwischen drei Teilen des Gehirns, die an der Entstehung visueller Halluzinationen beteiligt sein können: das visuelle System, der Assoziationscortex im Frontallappen und das Gedächtnis. Eine Störung jedes einzelnen Teiles kann visuelle Halluzinationen hervorrufen. Blindheit durch Schädigung der vorderen Abschnitte der Sehbahn führt dazu, daß in das blinde Areal Bilder hineinprojiziert werden, die aus den höheren Verarbeitungszentren des visuellen Systems stammen. Eine Frontalhirnschädigung kann offenbar zur Folge haben, daß im Gedächtnis gespeicherte Inhalte nicht mehr ausreichend gehemmt werden können, so daß sie ungehemmt in das Bewußtsein hineinfließen. Man könnte sich bildhaft vorstellen, daß das Frontalhirn die Funktion eines Aufpassers hat, der auf einem ständig überquellenden, randvollen Faß von Erinnerungen sitzt. Sobald die Aufmerksamkeit des Frontalhirns nachläßt, quellen Gedächtnisinhalte heraus und bilden Vorstellungen, Träume und sogar Halluzinationen. Gerade kürzlich berichtete mir jemand von seiner 90jährigen Mutter, die plötzlich überall rote Rosen sah. Eine Nachfrage ergab dann, daß die alte Frau recht einsam war und in der Rosenstraße wohnte, mit einem Rosenbogen vor dem Tor. Auch bei Halluzinationen kann man nur das sehen, was man kennt. Berichte von Halluzinationen Schizophrener aus den 1950er Jahren sahen den Teufel noch so, wie wir ihn aus Märchenbüchern kennen. Heute sehen Psychotiker Monster, die ein

Mischmasch aus unterschiedlichen Kino- und Horrorfilmen bilden, die das Gehirn vermischt und daraus manchmal übelste Bilder phantasiert.

**ZPA:** Auch im Zustand tiefster Versenkung, bei geschlossenen Augen und Reduzierung des Denkens auf ein einziges Wort oder einen Gegenstand kommt es zum Auftreten von Halluzinationen. Meist wird von strahlend hellen, leuchtenden Erscheinungen berichtet. Wie kommt es dazu?

**Prof. Kasten:** In der Tat erleben Meditierende ja oft eine „Erleuchtung“, vermutlich kann es im Zustand tiefster Versenkung durch das Ausschalten des logischen Denkens und die völlige Beruhigung zum ungehemmten Ausbreiten von Spontanentladungen kommen. Auch Schlaganfall-Patienten berichten manchmal, daß sie im Moment ihrer Erblindung von einem strahlend hellen Licht geblendet wurden. Nach meiner Ansicht herrscht immer Überaktivität in dem Hirngebiet, das die Bilder hervorbringt, auch Epileptiker haben durch die Hypererregung häufig Halluzinationen während der Aura. Nur entsteht diese manchmal durch direkte starke Anregung, manchmal durch Wegfall von Hemmungen. Dies erklärt, warum auch Gesunde unter Reizentzug halluzinieren, bei denen weder eine Hirnschädigung vorliegt noch ein Transmittersystem überaktiv ist. Ich vermute, das Gehirn ist dann unterbeschäftigt und sorgt deswegen selbst für seine Unterhaltung. Träume sind ja eng verwandt mit Halluzinationen und jeder kennt hypnagoge Halluzinationen beim Einschlafen. Der Mensch empfindet einen bestimmten Aktivierungsgrad des Gehirns als angenehm. Der aus dem Englischen kommende Fachbegriff „Arousal“ bezeichnet diesen momentanen Erregungszustand. Jede stärkere Abweichung von unserem individuel-

len Mittelwert empfinden wir subjektiv als unangenehm: Ein Mangel an Stimulation erzeugt Langeweile, ein Übermaß Streß. Bei wieviel Außenreizen jemand gerade zufrieden ist, kann individuell sehr verschieden sein und hängt vom Temperament ab. Extrovertierte Menschen benötigen, um sich wohlzufühlen, viel mehr Eindrücke als introvertierte. Unterschreitet der Informationsfluß von außen einen unteren Grenzwert, greift das Bewußtsein auf Gedächtnisinhalte zurück, um der Langeweile zu entgehen. Dies geschieht zunächst in Form von Gedanken und Vorstellungen; doch bei längerem totalem Reizentzug treten (Tag-)Träume und schließlich Trugwahrnehmungen auf. Einsame alte Menschen entwickeln dadurch häufig Halluzinationen, und es gibt diverse Beschreibungen von Gefangenen in Isolationshaft wie auch von alleine fliegenden Astronauten.

**ZPA:** Wieso halluzinieren wir dennoch normalerweise nicht?

**Prof. Kasten:** Dafür sorgt nach heutiger Kenntnis unter anderem der so genannte Assoziationscortex im Stirnhirn. Dieser Bereich ist bei geistiger Tätigkeit, beim „Denken“, stets aktiv. Er steuert, was ins Bewußtsein strömen darf und was unterdrückt werden muß. Wenn wir zum Beispiel ein Problem lösen müssen, fischt der Assoziationscortex die relevanten Gedächtnisinhalte und Assoziationen heraus und unterdrückt den Rest.

Ständig wollen nämlich die verschiedensten Erinnerungen und Gedankenketten, auch unsinnige Assoziationen, zum Bewußtsein vordringen. Denn immerfort entstehen vielerorts im Gehirn spontan Impulse, weil Nervenzellen ständig auch von allein aktiv werden, besonders wenn sie länger nicht angeregt wurden. Sie aktivieren dann leicht



andere Nervenzellen, wenn die Impulsausbreitung nicht gehemmt wird. Wenn alle diese Erregungen unkontrollierten Zugang zum Bewußtsein hätten, wären wir bald handlungsunfähig. Das ist ja eines der größten Probleme von Schizophrenen. Aber auch Fehlfunktionen im Bereich des Thalamus und anderer tiefer gelegener Hirnteile können fälschlicherweise Hirnareale aktivieren, was dann zu Halluzinationen führen kann.

**ZPA:** Wie schafft es das Gehirn, diese Aufgabe zu bewältigen?

**Prof. Kasten:** Die Ausbreitung von Spontanimpulsen wird normalerweise schon von nahegelegenen Neuronen gehemmt, die gerade mit der Verarbeitung echter Informationen befaßt sind. Fehlt solch eine Hemmung etwa für das visuelle System, entstehen je nach Anzahl der feuernenden Neuronen im einfachsten Fall Trugwahrnehmungen von kleinen hellen Punkten bis zu überwältigend strahlendem Licht. Entstehen solche Signale in Bereichen des Sehzentrums, in denen Formen erkannt werden, erscheinen dem Patienten geometrische Muster. Und falls Nervenzellverbände ungehindert aktiv werden, die beim Erkennen von Personen mitwirken, können vor dem inneren Auge menschliche Figuren herumgeistern. Übrigens kann jeder Trugbilder an sich selbst erzeugen. Das menschliche Auge muß ständig kleine Mikrosakkaden durchführen, damit die Nervenzellen der Retina laufend neu gereizt werden. Unterdrückt man diese winzigen Augenbewegungen, indem man in möglichst völliger Ruhe einige Minuten lang stur auf einen Punkt blickt und auch das Blinzeln vermeidet, dann entstehen schnell seltsame optische Phänomene. Zunächst wird der Blick vom Rand her immer unschärfer, das Gesichtsfeld engt sich tunnelförmig ein, und schließlich bilden sich wolkenarti-

ge dunkle oder helle Flecken. Ein interessanter Selbstversuch, mit dem man innerhalb kürzester Zeit Bekanntschaft mit visuellen Veränderungen infolge von Deprivation machen kann.

**ZPA:** Wie funktioniert dieser Regulierungsmechanismus konkret?

**Prof. Kasten:** Nervenzellen kommunizieren untereinander mit Hilfe einer Anzahl von Signalstoffen, den neuronalen Botenstoffen oder „Neurotransmittern“. Unter anderem von der Art des Botenstoffs hängt ab, ob die andere Nervenzelle an der Kontaktstelle, der „Synapse“, ein erregendes oder ein hemmendes Signal erhält. In einem komplizierten Zusammenspiel vieler solcher Ereignisse regelt das Gehirn seine Aktivität. Es balanciert gewissermaßen die gerade angemessenen Gleichgewichtszustände ein. Hierfür erregen oder hemmen die verschiedenen Gehirngewebe einander mit Hilfe von Neurotransmittern.

Im Zusammenhang mit Halluzinationen dürften nach heutigen Kenntnissen besonders vier solche Botenstoffe im Gehirn Bedeutung haben: Dopamin, Serotonin und Noradrenalin (die zu den „aminergen“ Botenstoffen gehören), sowie Acetylcholin, ein „cholinerg“ Transmitter. Immer mehr wissenschaftliche Befunde deuten darauf hin, daß letztlich eine gestörte Balance zwischen dem cholinergen und dem aminergen System die Schuld an Halluzinationen trägt. Dabei erweisen sich insbesondere Noradrenalin und auch Dopamin als Gegenspieler des Acetylcholins. Letzteres ist offenbar für Aufmerksamkeit und wahrscheinlich auch für Lernen und Gedächtnisfunktionen verantwortlich. Dopamin scheint bei der Trennung von Wichtigem und Unwichtigem eine Rolle zu spielen. Drogen und Medikamente, die in diese Systeme eingreifen, führen daher auch zu Halluzinationen

als „unerwünschte Nebenwirkung“. Alte Menschen mit Lewy-Körper-Demenz produzieren zu wenig Acetylcholin und bekommen dann Halluzinationen durch das Übergewicht des Dopamins.

**ZPA:** In den 80iger Jahren des vorigen Jahrhunderts schlugen die Archäologen D. Lewis-Williams und Th. Dowson [1] vor, die Felskunst der europäischen Altsteinzeit auf schamanische Visionen zurückzuführen. Menschen in Trance oder unter Drogeneinfluß berichten immer wieder über die gleichen visuellen Phänomene: Einerseits haben sie bildliche Halluzinationen, andererseits sehen sie abstrakte, geometrische Formen, wie Zickzack-Muster, filigrane Schlangenlinien, Kreise oder Lichterscheinungen, wie Pünktchen und Blitze. Gerade diese Formen finden sich auch in der steinzeitlichen Felskunst.

**Prof. Kasten:** Diese Annahme ist ohne Zweifel richtig. Im Rausch, verursacht durch pflanzliche Drogen wie z. B. Mescalin oder Psilocybin, tauchen genau solche Grundelemente vor dem inneren Auge auf. Schamanen haben diese Erfahrungen also schon vor Jahrtausenden gemacht. Dahinter steht eine der grundlegendsten Fragen: Wie macht es das Gehirn überhaupt, in dem chaotischen Input von Lichtstrahlen etwas zu erkennen? Wie schaffen Sie es, Ihre Freundin auf einem Altstadtfest in der Menschenmasse zu identifizieren?

Die Aufgabe erscheint simpel, dennoch gibt es bis heute kein Computerprogramm, das dazu wirklich in der Lage ist: Der Kopf sieht aus jeder Perspektive anders aus und die Mimik verändert sich ständig. Ein Hauptproblem liegt schon alleine darin zu unterscheiden, welche Umrisse zusammengehören und ein Objekt bilden.

**ZPA:** Im täglichen Leben sehen wir sogar oft nur Teile von Gegenständen und

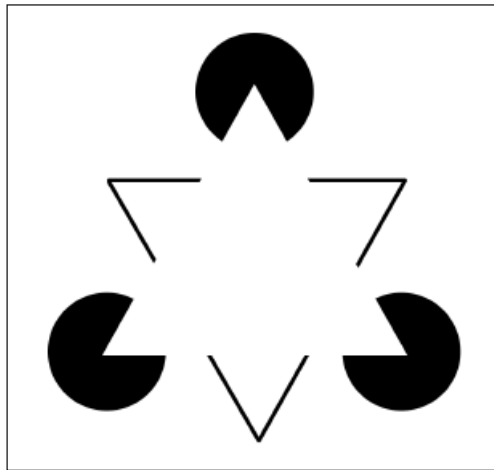
## E. Kasten: Wenn sich der visuelle Kortex selbstständig macht

können sie dennoch schnell identifizieren. Wie ist das möglich?

**Prof. Kasten:** Nach der Theorie der Merkmalsanalyse wird jedes Objekt in spezielle Merkmale aufgegliedert, z. B. typische Formen, Farben oder Materialien. Je mehr Merkmale zutreffen, um so höher die Wahrscheinlichkeit, daß es sich um ein bestimmtes Objekt handelt. Das Modell der parallel-distributiven Verarbeitung geht davon aus, daß Information im Gehirn lediglich in Form von Aktivationsmustern repräsentiert wird, die kleine Neuronenverbände (Zell-Assemblies) umfassen, die über erregende und hemmende Verschaltungen miteinander verknüpft sind. Es gibt also nicht eine einzige Nervenzelle, mit der wir das Abbild z. B. unserer Großmutter erkennen, sondern eine unscharf umrissene Gruppe von Neuronen, mit denen verschiedene Personen (Mutter, Oma, Opa, Onkel, Tante, Bruder, Schwester usw.) erkannt werden können. Je nachdem, welche Neurone dieses Assemblies durch eine einlaufende Information erregt und welche gehemmt werden, ist das Gehirn in der Lage, die jeweilige Person zu identifizieren.

**ZPA:** Das heißt, zur Analyse des Bildinhalts benutzt das visuelle System also eine Hierarchie, in der zunächst geprüft wird, ob und wo in dem Seheindruck Konturen vorhanden sind?

**Prof. Kasten:** So ist es. Im nächsten Schritt werden einfache geometrische Figuren analysiert. Hierfür gibt es neuronale Assemblies, für genau jene Bausteine, die Sie genannt haben, also Zickzack-Muster, Schlangenlinien, Kreise usw. Wenn diese erkannt werden, dann



Kanisza-Dreieck

versuchen noch höhere Verarbeitungszentren, darin Objekte, Figuren, Tiere oder Menschen zu erkennen. Hierbei betrügt unser Gehirn uns ohnehin gerne und ergänzt Dinge, die in Wirklichkeit gar nicht da sind. Ein typisches Beispiel ist das Kanisza-Dreieck, bei dem drei Kreise eine Lücke aufweisen, so daß man glaubt, ein davor schwebendes Dreieck zu sehen.

Auf allen Etagen der Verarbeitung kann es zu Fehlern kommen. Feuern plötzlich die Assemblies ungehemmt, die für das grundlegende Erkennen von Hell-dunkel-Unterscheidung verantwortlich sind, dann sehen wir die berüchtigten weißen Sternchen. Bei Überfunktion der Zentren für das Erkennen einfacher geometrischer Objekte sieht man plötzlich Kreise, Spiralen oder Karos. Liegt die Fehlfunktion in noch höheren Arealen, dann sehen die Betroffenen z. B. Gesichter oder ganze Szenen.

**ZPA:** Da die genannten geometrischen Formen überall auf der Erde auftreten – auch ohne kulturelle Verbindungen – spricht der amerikanische Forscher R.

Bednarik von „Universals in arts“. Er führt das universelle Vorkommen dieser Muster darauf zurück, daß es sich um „eingegrabene Bilder“ handeln müsse, um Halluzinationen, die auf Elementen des visuellen Gedächtnisses beruhen, und auf geometrische Phosphene, deren Form durch die grundlegende Bildverarbeitung im Gehirn festgelegt ist. Was halten Sie von dieser Theorie?

**Prof. Kasten:** Gerade die grundlegenden Bausteine sind entwicklungs-geschichtlich uralte; einfache geometrische Formen können schon Ratten oder Tauben problemlos unterscheiden, daher ist klar, daß sie auch in allen menschlichen Kulturen nachgewiesen werden können. Sie bilden die Basis beim Erkennen der Umwelt. Und da Wahrnehmung, wie gesagt, immer im Gehirn stattfindet, können viele Betroffene nicht unterscheiden, ob das was sie sehen real ist oder ob unser eigenes Gehirn uns gerade mal wieder betrügt.

**ZPA:** Vielen Dank!

ZPA

*Die Fragen stellte U. Blumröder*

Kontaktadresse:

Prof. Dr. Erich Kasten  
Otto von Guericke Universität,  
Institut für Medizinische Psychologie,  
Leipziger Str.44, 39120 Magdeburg

E-Mail: EriKasten@aol.com

1. Lewis-Williams J D, Dowson T A (1988) The signs of all times – entoptic phenomena in upper paleolithic art. *Curr Anthropol* 29: 201–245