



## Quarks & Co Erinnerungen – wie unser Gehirn die Wirklichkeit verfälscht

**Autoren:** Johanna Bayer, Ulrich Grünewald, Jakob Kneser, Mike Schaefer  
**Redaktion:** Claudia Heiss

Das Gedächtnis arbeitet niemals objektiv: Es beschönigt, ergänzt oder verdrängt. Unsere Erinnerungen betrügen uns ständig und verändern sich im Laufe des Lebens. Doch wir brauchen sie, denn sie machen unsere Persönlichkeit aus. *Quarks & Co* begibt sich auf Spurensuche im Gehirn.

## Wie Kinder ihr Gedächtnis entwickeln

*Der Mensch muss erst lernen, sich an sich selbst zu erinnern*



Schon mit 6 Monaten perfekt im Imitieren

Rechte: Monika Knopf,  
Goethe-Universität Frankfurt

Leah ist sechs Monate alt. Sie schaut gespannt zu, wie ihr die Psychologin Claudia Goertz eine große Spielzeugpuppe hinhält. Die Forscherin nimmt von der Puppe ein Ohr ab, das nur mit Klettband montiert ist, und schüttelt das Ohr: Es rasselt laut. Ein Trick, den Leah selbst nicht herausgefunden hatte, als sie die Puppe vor dem Experiment selbst erkunden konnte. Nach der Demonstration und einer zehnminütigen Pause darf Leah wieder selbst mit der Puppe spielen. Sofort nimmt sie das Ohr ab, und schüttelt es, um das interessante Rasseln zu hören – Leah hat sich den Trick also gemerkt! Für die Entwicklungspsychologen der Goethe-Universität in Frankfurt ein Beweis, dass Leah bereits über ein Gedächtnis für Handlungsabläufe verfügt, sie kann sich also schon merken, wie etwas funktioniert. Doch könnte Leah sich auch an ihr Spielerlebnis mit der Psychologin erinnern? Die Forscher sind sich ziemlich sicher, dass Leah das noch nicht kann. Nach ihren Erkenntnissen verfügen Kinder erst ab vier Jahren über ein autobiografisches Gedächtnis, also die Fähigkeit, sich an erlebte Episoden zu erinnern. Und diese Fähigkeit kommt nicht über Nacht: Kinder müssen ihr Gedächtnis erst entwickeln.

### Babys: Meister im Imitieren – aber noch nicht im Erinnern



Nachahmen mit 18 Monaten – Schritt für Schritt entwickelt sich das Gedächtnis

Die Frankfurter Forschergruppe um die Entwicklungspsychologin Professor Monika Knopf hat fünf Jahre lang 90 Kinder systematisch in ihrer Entwicklung begleitet und in zahlreichen Tests deren Gedächtnisleistungen überprüft. Dabei fand sie heraus, dass Kinder auch im frühen Alter schon faszinierende Gedächtnisleistungen zeigen. So können sich Kinder im Alter von 18 Monaten schon komplexe Handlungsabläufe mit bis zu sechs für sie völlig neuen Spielzeugen gleichzeitig merken. Dreijährige Kinder können sich sogar schon über 20 Handlungsschritte einprägen, also zum Beispiel, wie man ein Licht an einem Spielzeug zum Leuchten bringt, bei dem der Lichtschalter erst durch das Beseitigen einiger Hindernisse erreicht werden kann. Kinder können das in diesem Alter so gut, dass sogar manche Eltern zweifeln, ob sie zur gleichen Leistung fähig wären.

Allerdings lernen Kinder erst ab drei Jahren, sich auch an die Quelle des Wissens zu erinnern. Konkret bedeutet das: In den Tests konnten sich dreijährige Kinder zwar ohne Probleme zahlreiche Handlungsabläufe merken. Aber die Frage, wer ihnen vor wenigen Minuten diese Tricks gezeigt hat, konnten sie oft nicht beantworten. Claudia Goertz: „Da kommen sie richtig in Verlegenheit. Das berührt einen Bereich, wo sie über ihr Gedächtnis sprechen müssen und das ist schon eine enorme Leistung für Kinder im Alter von drei Jahren. Mit dieser Frage sind da viele noch überfordert!..“

### Sich selbst im Spiegel erkennen



Selbsterkennung beim Spiegeltest mit einem 20 Monate alten Kind

Eine weitere Voraussetzung für das autobiografische Gedächtnis ist, dass man überhaupt eine Vorstellung von sich selbst hat. Bei Kleinkindern, die noch nicht sprechen können, erforschen die Wissenschaftler diese Fähigkeit mit einem Trick: Sie malen den Kindern einen roten Fleck ins Gesicht. Dann lassen sie die Kinder sich in einem Spiegel betrachten und fordern sie auf, den Fleck wegzuwischen. Kinder, die sich selbst im Spiegel noch nicht erkennen, können die Aufgabe nicht lösen, und versuchen etwa, den Fleck im Spiegelbild abzuwischen. Kinder, die sich den Fleck vor

dem Spiegel im eigenen Gesicht abputzen, können sich selbst also schon gut im Spiegel erkennen. Sie können das meist ab einem Alter von etwa 18 Monaten. Wie ein Kind diese Aufgabe löst, sehen Sie im Video zum Beitrag.

### **Sich auf einem Video erkennen**



Sich auf einem Video zu erkennen, gelingt Kindern meist erst mit vier Jahren

Noch schwieriger ist der sogenannte Videotest: Erst mit vier Jahren können Kinder diese Aufgabe lösen, bei der sie sich selber auf einem Video sehen, dass die Wissenschaftler von ihnen gedreht haben. Das Video zeigt das Kind mit einem roten Zettel im Haar, den ihnen die Forscher zuvor heimlich angebracht haben. Kinder unter vier Jahren schaffen es zwar oft, sich auf dem Video zu erkennen, erfassen also die vergangene Situation – aber sie müssen oft noch passen, wenn sie aufgefordert werden, der Forscherin den roten Zettel zu geben, der immer noch auf ihrem Haar klebt. Claudia Goertz: „Die Videoaufgabe verlangt ja nicht nur zu erkennen, wer da ist, sondern der Zettel am Kopf ist vor ein paar Minuten angebracht worden. Und erst, wenn sie wissen, es gab mich schon vor ein paar Minuten und ich erkenne diese Situation wieder, dann könnte dieser Zettel ja immer noch am Kopf sein, erst dann suchen sie am eigenen Kopf nach dem Zettel.“

### **Sich an sich selbst erinnern**

Bei Kindern, die die Videoaufgabe lösen können, ist es bis zum autobiografischen Gedächtnis nicht mehr weit. Ab vier Jahren beginnen Kinder schon, in Vergangenheitsform Eltern oder Freunden von ihren Erlebnissen und Abenteuern zu berichten, und ab dann beweisen sie: Sie können sich auch ohne Anregungen von außen (wie etwa Videos) an sich selbst erinnern. Mit fünf oder sechs Jahren gelingt ihnen das dann schon perfekt. Claudia Goertz: „Das autobiografische Gedächtnis ist sozusagen die Königsdisziplin des Gedächtnisses und dazu braucht es ganz viele verschiedene Komponenten, die die Kinder eben noch nicht mitbringen, wenn sie auf die Welt kommen!“ Dabei gehen die Forscher davon aus, dass Teile des Gehirns in den ersten Kinderjahren auch noch physisch heranreifen müssen, damit das autobiografische Gedächtnis funktionieren kann. Und: Die Sprachentwicklung scheint bei den Kindern mit der Entwicklung des autobiografischen Gedächtnisses einherzugehen.

Autor: Mike Schaefer

*Zusatzinfos (Fachausdrücke, Erklärungen):*

### **autobiografisches Gedächtnis**

*Das für die Persönlichkeit wichtigste System des Langzeitgedächtnisses ist das sogenannte autobiografische Gedächtnis, auch episodisches Gedächtnis genannt. Dieses Gedächtnissystem speichert autobiografische Erlebnisse ab, zum Beispiel die Erinnerung an den ersten Schultag, den*

*ersten Kuss oder die letzte Geburtstagsfeier. Bei der Erinnerung an solche autobiografischen Erlebnisse sind mehrere Hirnareale gleichzeitig aktiv: zum einen Bereiche im Stirn- und Schläfenlappen der rechten Hirnhälfte, die für den Fakten-Anteil des Erlebten zuständig sind, zum anderen Regionen, in denen das Erlebte emotional bewertet wird. Das geschieht vor allem im limbischen System. Nur durch dieses komplexe Zusammenspiel unterschiedlicher Hirnregionen sind autobiografische Erinnerungen möglich – dadurch ist dieses Gedächtnissystem besonders empfindlich und anfällig für Störungen. Ausgelöst werden können solche Störungen beispielsweise durch traumatische Ereignisse.*

### **Limbisches System**

*Das limbische System ist der Teil des Gehirns, der bei der Verarbeitung von Emotionen eine entscheidende Rolle spielt. Zu diesem System zählt neben den Mandelkernen (Amygdala) auch der Hippocampus, der die Verarbeitung und Abspeicherung von Wissen (Gedächtnis) steuert.*

## Vielseitiges Gedächtnis

*Wo das Gehirn die unterschiedlichen Erinnerungen speichert*



Das Kurzzeitgedächtnis speichert Inhalte maximal einige Minuten ab

Mit der Wahrnehmung über die Sinnesorgane fängt alles an: Um uns an das zu erinnern, was wir einmal gesehen, gehört, gefühlt, geschmeckt oder gerochen haben, muss es erst mal in den Kopf hinein. Die meisten Informationen werden sofort wieder als irrelevant verworfen. Die wenigen, die gerade als nützlich oder wichtig erscheinen, werden im Kurzzeitgedächtnis gespeichert. Dieser Gedächtnisspeicher hält Informationen einige Sekunden bis maximal ein paar Minuten abrufbereit. Verarbeitet werden die Inhalte des Kurzzeitgedächtnisses vor allem in den vorderen und seitlichen Regionen (Stirn- und Scheitellappen) der Großhirnrinde.

### Eingangspforte des Gedächtnisses



Alles, was im Langzeitgedächtnis abgespeichert werden soll, muss zuerst den Hippocampus passieren

Alles, was länger erinnert werden soll als ein paar Minuten, muss eine entscheidende Pforte im Gehirn passieren: das sogenannte limbische System. Wichtig sind hier vor allem zwei Bereiche: der Mandelkern (auch Amygdala genannt) ist zuständig für die emotionale Bewertung von Informationen, und der Hippocampus ist die zentrale Schalt- und Koordinierungsstelle des Gehirns. Hier werden die Informationen geprüft und bewertet und mit bereits gespeicherten Informationen verglichen. Die Informationen, die diese Prüfung bestehen, also als wichtig und bedeutsam erscheinen, werden vom Hippocampus in Regionen der Großhirnrinde geleitet, um hier langfristig abgespeichert zu werden. Das Langzeitgedächtnis wird von unterschiedlichsten Teilen der Hirnrinde gesteuert. Seine Speicherkapazität ist im Prinzip unbegrenzt.

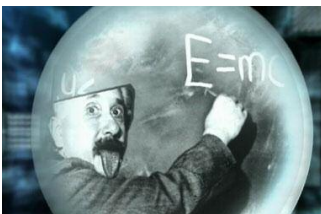
### Unbewusst und automatisch: Gedächtnis für Bewegungsabläufe



Wer einmal Radfahren gelernt hat, vergisst es in der Regel nie wieder

Aber auch Langzeitgedächtnis ist nicht gleich Langzeitgedächtnis: Es gibt ganz unterschiedliche, von einander unabhängige Systeme. Ein Teil des Langzeitgedächtnisses ist auf das Abspeichern von erlernten Abläufen, zum Beispiel Bewegungsabläufe, spezialisiert. Diese Abläufe und Bewegungsmuster, etwa Fahrrad- oder Autofahren, werden im sogenannten prozeduralen Gedächtnis abgespeichert und vor allem im Kleinhirn und in den Basalganglien verarbeitet. Einmal gelernt, vergessen wir solche Abläufe in der Regel nie wieder. Das prozedurale Gedächtnis funktioniert komplett unbewusst und praktisch vollautomatisch.

### Gedächtnisspeicher für Formen und Fakten



Faktenwissen wird vor allem in der linken Gehirnhälfte gespeichert

Ein weiterer Speicher des Langzeitgedächtnisses ist das sogenannte perzeptuelle Gedächtnis. Elementare Wahrnehmungs-Muster – daher der Begriff „perzeptuell“ – werden hier gespeichert. Zum Beispiel: „Hund“ unterscheidet sich von „Katze“ oder eine alte Stimme von einer jungen. In den Regionen der Großhirnrinde sind solche elementaren Muster eingespeichert. Im Gegensatz zum prozeduralen Gedächtnis funktioniert das perzeptuelle Gedächtnis bewusst. Ebenfalls bewusst ist das Wissensgedächtnis oder semantische Gedächtnis, bei dem es um das Abspeichern von Fakten geht: zum Beispiel, dass Peking die Hauptstadt von China ist oder Einstein der Begründer der Relativitätstheorie. Dieses bewusst gelernte Wissen wird vor allem in der linken Hirnhälfte verarbeitet, wo auch die wichtigsten Sprachzentren sitzen.

## Das autobiografische Gedächtnis



Das autobiografische Gedächtnis speichert persönliche Erlebnisse

Das für die Persönlichkeit wichtigste System des Langzeitgedächtnisses ist das sogenannte autobiografische Gedächtnis, auch episodisches Gedächtnis genannt. Dieses Gedächtnissystem speichert autobiografische Erlebnisse ab, zum Beispiel die Erinnerung an den ersten Schultag, den ersten Kuss oder die letzte Geburtstagsfeier. Dieses Gedächtnissystem hält einschneidende Erlebnisse und bewegende Momente besonders fest, denn hier spielen Emotionen, die an die Erinnerungen geknüpft sind, eine entscheidende Rolle. Bei der Erinnerung an autobiografische Erlebnisse sind mehrere Hirnareale gleichzeitig aktiv: zum einen Bereiche im Stirn- und Schläfenlappen der rechten Hirnhälfte, die für den Fakten-Anteil des Erlebten zuständig sind, zum anderen Regionen, in denen das Erlebte emotional bewertet wird. Das geschieht vor allem im limbischen System. Nur durch dieses komplexe Zusammenspiel unterschiedlicher Hirnregionen sind autobiografische Erinnerungen möglich – dadurch ist dieses Gedächtnissystem besonders empfindlich und anfällig für Störungen. Ausgelöst werden können solche Störungen beispielsweise durch traumatische Ereignisse.

## Typisch menschlich: Erinnerung an das eigene Leben

Wissenschaftler glauben, dass sehr wahrscheinlich nur der Mensch ein autobiografisches Gedächtnis hat. Tiere haben zwar nachweislich ein Gedächtnis für Fakten; es spricht aber einiges dafür, dass sie kein autobiografisches Gedächtnis haben: unter anderem die Tatsache, dass die damit in Verbindung gebrachten Hirnareale in der Großhirnrinde (Stirnlappen) beim Menschen deutlich größer sind. Bei Kindern entwickelt sich das autobiografische Gedächtnis ab dem vierten oder fünften Lebensjahr. Das ist auch der Grund, weshalb man sich als Erwachsener in der Regel an Ereignisse aus der allerfrühesten Kindheit nicht erinnern kann.

Autor: Jakob Kneser

*Zusatzinfos (Fachausdrücke, Erklärungen):*

### **Limbisches System**

*Das limbische System ist der Teil des Gehirns, der bei der Verarbeitung von Emotionen eine entscheidende Rolle spielt. Zu diesem System zählt neben den paarigen Mandelkernen (Amygdala) auch der Hippocampus, der die Verarbeitung und Abspeicherung von Wissen (Gedächtnis) steuert.*

### **Mandelkern (Amygdala)**

*Der Mandelkern wird auch Amygdala genannt und ist Teil des sogenannten limbischen Systems. Das Gehirn hat auf jeder Hirnseite eine Amygdala. Sie liegen tief im Inneren des Gehirns und spielen eine wichtige Rolle bei der emotionalen Bewertung und Wiedererkennung von Situationen. Eine Zerstörung der Mandelkerne führt unter anderem dazu, dass nicht mehr zwischen wichtigen und unwichtigen Informationen unterschieden werden kann.*

### **Hippocampus**

*Der Hippocampus ist eine hufeisenförmige Struktur im Gehirn und gilt als „Arbeitsspeicher des Gehirns“. Der Hippocampus verarbeitet Informationen aus den verschiedenen sensorischen (Sinnes) Systemen und schickt die aufbereiteten Informationen dann an die Hirnrinde. Diesen Vorgang nennen die Hirnforscher Gedächtniskonsolidierung, das heißt: die Überführung von Gedächtnisinhalten aus dem Kurzzeit- in das Langzeitgedächtnis. Patienten, bei denen der Hippocampus zerstört oder beschädigt ist, können keine neue Information mehr im Langzeitgedächtnis abspeichern.*

### **Großhirnrinde (Cortex)**

*Die Großhirnrinde ist die wichtigste Befehls- und Steuerungszentrale des Körpers. Sie ist zwei bis vier Millimeter dick und enthält etwa zehn Milliarden Nervenzellen. Unterteilt wird die Großhirnrinde in Hälften (rechte und linke Gehirnhälfte) und Lappen. Die unterschiedlichen Lappen der Großhirnrinde (Stirnlappen, Scheitellappen, Schläfenlappen und Hinterhauptlappen) steuern unterschiedlichste Funktionen des Körpers.*

### **Kleinhirn**

*Das Kleinhirn ist vor allem für die Steuerung und Koordination von Bewegungen wichtig, ebenso für das Halten des Gleichgewichts und Regelung des Muskeltonus (Spannungszustand der Muskulatur). Wenn das Kleinhirn ausfällt, können keine schnellen Bewegungsfolgen mehr ausgeführt werden, wie sie zum Beispiel beim Klavierspielen nötig sind.*

### **Basalganglien**

*Unter Basalganglien versteht man größere Ansammlungen „grauer Substanz“ im Großhirnmark. Die Basalganglien steuern vor allem unwillkürliche Bewegungen.*

### **Graue Substanz**

*Als graue Substanz bezeichnet man im Gehirn die Areale des Zentralnervensystems, die vorwiegend aus Nervenzellkörpern bestehen. Unter weißer Substanz versteht man dagegen die Nervenfasern der Nervenzellen.*

### **Stirnlappen**

*Der Stirnlappen ist ein Teil der Großhirnrinde und kann als oberstes Kontrollzentrum des Gehirns angesehen werden. Hier werden die Signale aus der Außenwelt mit bereits gespeicherten Gedächtnisinhalten und emotionalen Bewertungen abgeglichen. Der Frontallappen ist besonders wichtig für die Erinnerung, wo und wann wir etwas gelernt haben: das sogenannte Quellen-Gedächtnis.*



## Der Mann ohne Erinnerung

*Warum Jonathan Overfeld sein Gedächtnis verlor*



Plötzlicher Gedächtnisverlust: Jonathan Overfeld

Der erste Tag in Jonathan Overfelds neuem Leben ist der 12. April 2005. Er sitzt auf einer Parkbank. Wo er ist und wie er dort hingekommen ist, weiß er nicht. Was aber noch schlimmer ist: Er weiß nicht mehr, wo er wohnt, was er von Beruf ist und ob er Familie hat. Und er weiß nicht, wie er heißt. Einen Ausweis oder sonstige Papiere hat er nicht bei sich. Stundenlang irrt er durch die fremde Stadt – es ist Hamburg, wie sich herausstellt. Schließlich bringt man ihn in eine psychiatrische Klinik. In seinem Blut sind keine Drogen, auch sonst finden die Ärzte keine körperlichen Ursachen für den Gedächtnisverlust. Über Medien lässt Overfeld nach seiner Identität fahnden. Schließlich meldet sich eine Frau aus Berlin: seine ehemalige Lebensgefährtin. Beide haben jahrelang zusammengelebt. Endlich weiß er, wer er ist: Heinz-Jürgen „Jonathan“ Overfeld aus Berlin. Aber die Frau ist ihm fremd, wie sein ganzes Leben.

### Das eigene Leben vergessen



Ein Rätsel: Gedächtnisverlust ohne körperliche Ursachen

Jonathan Overfeld wird an den Spezialisten Hans Markowitsch verwiesen. Er ist Psychologe und Neurowissenschaftler an der Uni Bielefeld und auf Patienten wie Overfeld spezialisiert. Es sind Menschen, die einen ganz bestimmten Teil ihres Gedächtnisses verloren haben: die Erinnerungen an die eigene Vergangenheit, die eigene Autobiografie. Das Gedächtnis für allgemeine Fakten und Zusammenhänge, die nichts mit der eigenen Biografie zu tun haben, ist bei ihnen nicht oder nur wenig betroffen. Fachleute nennen diese spezielle Art von Gedächtnisverlust „dissoziative Amnesie“. Es ist ein Gedächtnisverlust, der keine organischen Ursachen hat, sondern psychisch bedingt ist. Was aber musste passiert sein, dass Jonathan Overfeld sein Leben vergessen hat?

### Ein schreckliches Geheimnis



Die Erinnerung an eine traumatische Kindheit kehrt zurück

Ein erster Hinweis kommt einige Wochen nach seinem Gedächtnisverlust. In der Berliner Klinik, in der Overfeld inzwischen ist, steht ein Klavier. Ohne zu wissen, was er tut, setzt er sich daran und beginnt zu spielen. Aber es passiert noch etwas anderes: Während er spielt, kommen plötzlich Erinnerungen an seine Kindheit zurück. Die Erinnerungen sind schrecklich. Mit Hilfe eines Journalisten beginnt Overfeld, seine Vergangenheit zu recherchieren. Dabei kam heraus: Overfeld war Heimkind, er ist aufgewachsen in Pflegefamilien, Heim und kirchlicher Erziehungsanstalt. Immer wieder, über Jahre, ist er als Kind und Jugendlicher geschlagen und sexuell missbraucht worden. Eine Kindheit, wie sie traumatischer nicht hätte sein können.

### Blockierte Erinnerungen

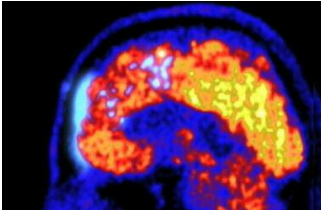


Spezialist für Blockaden des autobiografischen Gedächtnisses: der Psychologe Hans Markowitsch

Für den Gedächtnisforscher Hans Markowitsch sind solche traumatischen Erlebnisse typisch für Patienten mit dissoziativer Amnesie: Patienten mit diesem Krankheitsbild haben oft eine Kindheit mit extremen Stress-Erlebnissen hinter sich. Meist werden die Erinnerungen an diese Erlebnisse im Erwachsenenleben zunächst überspielt und verdrängt. Doch ein einzelnes Stresserlebnis – für Außenstehende oft eine Kleinigkeit – kann einen anhaltenden Gedächtnisverlust auslösen. Eine Schutzreaktion, in der sich der Betroffene von seiner eigenen belastenden Vergangenheit abspaltet. Markowitsch spricht daher auch lieber von einer Gedächtnis-Blockade als von einem Gedächtnis-Verlust: Die Erinnerungen, so nimmt er an, sind nach wie vor da, nur hat der Patient keinen Zugang mehr zu ihnen.



### Stress verändert den Hirnstoffwechsel



Blockierte Erinnerungen sind auch im Tomographen sichtbar, weil der Stoffwechsel vermindert ist

Was passiert im Gehirn, wenn Menschen den Zugang zu ihren Erinnerungen verlieren? Hans Markowitsch untersucht Jonathan Overfelds Gehirn mit einem Positronen-Emissions-Tomographen (PET). Mit diesem Verfahren lässt sich der Stoffwechsel im Gehirn messen. Die Untersuchungen bringen etwas Erstaunliches zutage: In einer bestimmten Region von Jonathans Gehirn ist der Stoffwechsel im Vergleich zu gesunden Probanden deutlich vermindert. Es sind genau die Bereiche, die für den Abruf persönlicher Erinnerungen entscheidend sind. Durch traumatische Erlebnisse und die dadurch ausgeschütteten Stresshormone ändert sich die Biochemie des Gehirns: Dabei werden die Gehirnregionen abgeschaltet, die entscheidend sind, um Erinnerungen abzurufen. Die Patienten haben keinen Zugang mehr zu ihren Erinnerungen.

### Chance auf ein neues Leben

Was für ein Ereignis im April 2005 zu Jonathan Overfelds Amnesie führte, daran kann er sich nach wie vor nicht erinnern. Die Erinnerung an seine Kindheit ist aber inzwischen fast vollständig zurückgekehrt. Die Jahre zwischen seinem 22. und 52. Lebensjahr sind nach wie vor verschüttet. Vielleicht ist es besser so, sagt der Psychologe Hans Markowitsch: Menschen wie Jonathan Overfeld sollten die Amnesie als Chance begreifen – als Chance, mit dem alten Leben abzuschließen und noch einmal neu zu beginnen.

Autor: Jakob Kneser

*Zusatzinfos (Fachausdrücke, Erklärungen):*

### **Positronen-Emissions-Tomographie (PET)**

*Die PET ist ein „bildgebendes Verfahren“, das Schnittbilder vom lebenden Organismus erzeugt. Dabei wird dem Patienten eine schwach radioaktiv markierte Substanz gespritzt, deren Verteilung im Körper sichtbar gemacht wird. Damit können Stoffwechselfvorgänge im Gehirn abgebildet werden, zum Beispiel der Stoffwechsel von Glukose (Zucker). Eingesetzt wird PET bei Untersuchungen des Gehirns, aber auch bei anderen Organen wie Herz, Leber, Niere, Lunge, auch von Knochen und Gelenken.*

## Traumatische Erinnerungen heilen

Wie sich das Gedächtnis verändern lässt



Ulrike Beckhardt hatte Glück: Sie kam mit einem gebrochenen Arm davon

Ulrike Beckhardt hatte nur einmal in ihrem Leben Todesangst: am 6. Februar 2000. Damals saß sie im Unglückszug von Brühl: Kurz nach Mitternacht entgleist der Nachtexpress mit Tempo 120 kurz hinter Köln – mitten im Bahnhof der kleinen Stadt Brühl. Lok und Waggons rasen in die Vorgärten und zertrümmern zwei Häuser. Neun Menschen sterben, 149 Passagiere erleiden zum Teil schwerste Verletzungen. Ulrike Beckhardt, damals in Ausbildung zur Psychiaterin, saß auf einem Klappsitz im Gang – das rettete ihr Leben. Denn in unmittelbarer Nähe starben Menschen, die im zerschmetterten Abteil eingeklemmt waren.

### Schwerverletzte in zerschmetterten Waggons



Die Katastrophe von Brühl: geknickter Waggon im Bahnhof, die Lok stand im Vorgarten eines Einfamilienhauses.

Rechte: WDR/dpa/Breloer, Gero/0193

Die junge Frau kam mit einem gebrochenen Arm davon, doch die Todesangst – vor allem die grauenvollen Bilder – brennen sich in ihr Gedächtnis ein: ein abgerissener Arm, ein Mann mit einer schweren Stirnverletzung, dem ein Auge herausquillt, eine Frau, die aus dem Mund blutet, weil sich gebrochene Rippen in ihre Lunge gebohrt haben. Das Schlimmste ist ein Rumpf mit abgerissenen Kopf. Tagelang steht Ulrike Beckhardt danach unter Schock, sie zittert am ganzen Körper, nachts schreckt sie auf, sie hat Alpträume. Und immer wieder stehen ihr die entsetzlichen Bilder vor Augen. Das ist typisch für die Folgen eines Traumas, wissen Ärzte und Psychologen. Solche Symptome können wochen-, sogar monatelang anhalten, bis die Betroffenen das Erlebnis verarbeitet haben. Und oft gelingt das nicht vollständig.

### Es ist nicht vorbei



Die Bilder des 9. September 2001 holten den Horror des Zugunglücks von Brühl wieder hervor

So auch bei Ulrike Beckhardt: Nach einigen Stunden Psychotherapie und einer schnellen Rückkehr zur Normalität geht es ihr zunächst gut. Sie will dem Unglück nicht zu viel Raum geben, fährt schon zehn Tage später wieder Zug und stürzt sich in die Arbeit. Doch dann kehrt der Schrecken wieder – anderthalb Jahre später, am 9. September 2001. Als Tag und Nacht die Bilder der Terrorattacke auf New York im Fernseher laufen, wird die energische Ärztin, die sich geheilt glaubte, von den akuten Schocksymptomen überfallen: das schwere Zittern, das nächtliche Aufschrecken; neu dazu kommen Atemnot und Erstickungsangst, nicht nur nachts, sondern auch unwillkürlich tagsüber, wenn sie arbeitet. Und immer wieder schießen die Horrorbilder vom Zugunglück wie Blitzlichter vor ihrem inneren Auge auf.

### Traumatische Erinnerungen funktionieren anders

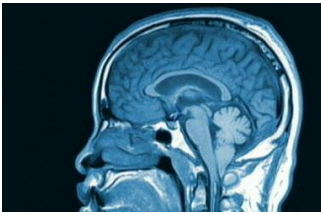


Dr. Martin Sack vom Klinikum rechts der Isar ist Traumaforscher und Facharzt für Psychotherapie

Viele Traumaopfer haben mit solchen wiederkehrenden Symptomen zu kämpfen. Martin Sack ist Traumaforscher und Facharzt für Psychotherapie an der TU München; er betreut viele Patienten, die schwere Erlebnisse nicht verarbeiten konnten. Besonders Opfer von Gewaltverbrechen, Vergewaltigungen und Kindesmisshandlung entwickeln eine sogenannte posttraumatische Belastungsstörung. Auffallend dabei ist, dass die Erinnerungen an traumatische Ereignisse anders sind als gewöhnliche Erinnerungen. Sie werden unwillkürlich abgerufen und führen im Gedächtnis eine Art Eigenleben: „Das Besondere an traumatischen Erinnerungen ist, dass sie sich immer

wieder aufdrängen, dass man sie ungewollt erinnert. Sie kommen dann mit der ganzen emotionalen Belastung, mit dem ganzen Horror, mit dem Schrecken, der dazugehört, wieder hoch. Man wird geradezu überfallen, überschwemmt, kann sich kaum dagegen wehren und das zeigt, dass diese Erinnerungen eine ganz andere Qualität haben als eine normale, verarbeitete Erinnerung“, so der Experte.

### Daueralarm im Gehirn



Das limbische System ist einer der entwicklungsgeschichtlich ältesten Teile des Gehirns und enthält das Angstzentrum (die mandelförmige Amygdala)

Es braucht nicht viel, um solche Erinnerungen abzurufen, oft nur Sinneseindrücke, sagt der Experte: „Auslösereize, sogenannte „Trigger“, führen dazu, dass die tief eingebrannten Erinnerungen mit allen Gefühlen wiederkehren, als würde man das heute erleben. Trigger können Gerüche sein, ein Bild, oder auch das Gefühl von Ohnmacht oder Hilflosigkeit. Das Gehirn reagiert dann, als ob die Gefahr von damals gegenwärtig wäre – mit höchstem Alarmzustand.„ Inzwischen weiß man durch Studien vor allem mit Kriegsteilnehmern, Vergewaltigungs- und Misshandlungsoptionen, dass extrem intensive, Todesangst auslösende Ereignisse im Gehirn offensichtlich unter Umgehung der Großhirnrinde abgespeichert werden und dann das Angstzentrum des Gehirns blitzschnell in Aufruhr versetzen können. Grundsätzlich ist das biologisch durchaus sinnvoll, argumentieren die Traumafachleute. Schließlich kann es das Leben retten, wenn gefährliche Situationen sofort erkannt werden. Genau dazu dienen wohl auch die unkontrolliert einschließenden Erinnerungen. Doch wenn die Alarmbereitschaft chronisch und die Angst zur Belastung wird, wie bei der posttraumatischen Belastungsstörung, drohen Krankheit, soziale Isolation und Arbeitsunfähigkeit.

### Augenbewegungen helfen gegen die Angst



Ulrike Beckhardt bei der EMDR-Therapie:  
Die Augen folgen der Hand des  
Therapeuten hin und her, immer wieder

Ulrike Beckhardt hatte jedoch Glück: Sie fand 2001 einen Psychotherapeuten, der sie von den quälenden Traumafolgen befreien konnte. Der Bonner Psychologe Mark Novy behandelte sie mit einer Technik, die in den 1980er-Jahren von der amerikanischen Psychologin Francine Shapiro entwickelt wurde. Die Methode heißt „Eye Movement Desensitization and Re-Processing“, (EMDR) und bedeutet etwa „Entlastung und Neu-Bewertung durch Augenbewegungen.„ Dabei fordert der Therapeut den Patienten auf, sich die belastende Erinnerung bewusst ins Gedächtnis zu rufen. Zugleich bewegt er vor dem Patienten die Hand hin und her, wobei der Patient den Handbewegungen mit den Augen folgen soll. So simpel die Technik scheint, so schnell und nachhaltig hilft sie: Nach nur vier Sitzungen konnte Ulrike Beckhardt wieder durchschlafen, die quälenden Bilder und Angstanfälle verschwanden. Auch sonst genügen laut Experten durchschnittlich fünf EMDR-Sitzungen, um den Patienten entscheidend zu helfen, und es funktioniert auch bei lange zurückliegenden Ereignissen, etwa aus der Kindheit. Von Francine Shapiro durch Selbstbeobachtung entwickelt und praktisch angewandt, galt EMDR unter etablierten Psychologen jedoch lange als Hokusfokus. Der „Spiegel“ verhöhnte Shapiros Methode 1994 als „Winke-Winke-Therapie“. Doch seit 2005 ist die esoterisch anmutende Außenseitererfindung von wissenschaftlichen Fachgesellschaften international anerkannt, auch in Deutschland.

### Das Gedächtnis lässt sich verändern



Die „Winke-Winke-Therapie“ – was genau wirkt da auf das Gedächtnis und hilft den Patienten?

EMDR wirkt also – doch was genau dafür sorgt, dass die belastenden Symptome verschwinden, wissen bisher weder Ärzte noch Psychotherapeuten. Neuere Ergebnisse aus der Hirnforschung weisen aber darauf hin, dass Speichermechanismen des Gedächtnisses wohl die Hauptrolle spielen. Denn von Natur aus sind Erinnerungen nicht einfach als unveränderbare Fakten im Gehirn abgelegt wie Akten in einem Archiv. Traumaforscher Martin Sack: „Man weiß inzwischen aus Tierversuchen, aber auch aus Versuchen an Menschen, dass Erinnerungen veränderbar sind. Die Erinnerung muss dazu gezielt aktiviert werden, und das bringt sie in einen offenen Zustand, in dem sie veränderbar ist, in dem sie korrigiert werden kann, und in dem auch der Belastungsgehalt reduziert werden kann..“ Das Gehirn, so der Experte, gibt sich damit die Möglichkeit, Inhalte, die sozusagen aus der Ablage gekramt werden, neu zu bewerten und anschließend besser wieder einzusortieren. Der biologische Sinn einer solchen Neu-Bewertung von Gedächtnisinhalten leuchtet ein: Wenn das Gedächtnis dafür sorgt, dass alte Inhalte aufgefrischt werden können, entsteht ein aktuelles Wissensnetz – und kein verstaubter Speicher.

### Entspannung siegt über den alten Stress



Elektroden sollen erfassen, wie sich die Patienten bei den Augenbewegungen entspannen

Martin Sack möchte das Rätsel um EMDR lösen. Er sammelt seit 1999 wissenschaftliche Daten zu EMDR und hat bei rund 300 eigenen Patienten Behandlungserfolge dokumentiert. Jetzt will der Forscher und Psychotherapeut in einer großen Studie zeigen, welchen Beitrag die Augenbewegungen zur Gedächtnisveränderung leisten. Dazu misst er bei 194 Patienten während der Therapiesitzungen mit Elektroden Herzfrequenz und Atemrhythmus. Daten aus eigenen und internationalen Studien zeigen, dass sich die Patienten sofort beruhigen, wenn sie mit den Augenbewegungen anfangen: Die Herzfrequenz fällt ab, der Atem wird tiefer.

### Nur noch ein Stück Lebensgeschichte

Das Zusammenführen von Augenbewegungen mit dem aktiven Erinnern ist der Schlüssel, glaubt Martin Sack. Denn das Hin und Her der Augäpfel wirkt im Körper unwillkürlich entspannend, ohne dass das bewusst zu steuern wäre. Dann gelangen beruhigende Körpersignale ins Gehirn, und zwar gerade in der Phase, in der eine Erinnerung aktiviert und daher offen für Veränderung ist. Im Gehirn überlagert dann die aktuelle Entspannung die alte Angst. Allerdings funktioniert das nur in einem bestimmten Zeitfenster, nämlich etwa 15 Minuten nach dem Aufrufen der Erinnerung. Kommt das Entspannungssignal später oder dauert die Stressphase länger an, wirken die Augenbewegungen nicht – dann gerät der Patient wieder in den Sog des belastenden Erlebnisses. Doch leitet der Therapeut die Augenbewegungen fachmännisch an, ist das Ergebnis ein Erinnern ohne Angst: Der Gedächtnisinhalt bleibt erhalten und wird keineswegs gelöscht. Aber die Patienten können oft erstmals von ihren Erlebnissen erzählen, ohne in Gefühlsaufuhr zu geraten: Das belastende Ereignis verwandelt sich in ein Stück Lebensgeschichte.

### **Daddeln am Computer: Hilfe für Traumaopfer?**

Schon seit einigen Jahren suchen Forscher nach Medikamenten, die das Einspeichern von angstmachenden oder traumatisierenden Erlebnissen verhindern sollen. Damit hoffen sie, Menschen helfen zu können, die unter Schock stehen und vielleicht eine posttraumatische Belastungsstörung entwickeln könnten.

Rettungskräften, Notärzten oder Feuerwehrleuten könnten solche Medikamente zum Beispiel dann gegeben werden, wenn sie von einem Einsatz kommen, bei dem sie schlimme Anblicke aushalten mussten. Auch das Militär interessiert sich für die Pille gegen die Angst: Die US-Armee experimentiert seit 2003 mit dem Betablocker Propranolol, um Soldaten, die aus Kämpfen kommen und traumagefährdet sind, zu schützen.

Statt auf Betablocker oder andere Medikamente setzen Forscher der Universität Oxford auf ein harmloses Computerspiel: Tetris. Tetris ist ein sehr einfaches grafisches Spiel, bei dem es darum geht, geometrische Figuren richtig anzuordnen, ein Klassiker aus den 1980er-Jahren. Das simple Klötzchen-Schieben könnte, so die Oxforder Forscher, dem Gehirn dabei helfen, belastende Bilder zu verdrängen.

In ihrem Experiment haben die Wissenschaftler Probanden schreckliche Filmbilder gezeigt und einen Teil der Gruppe unmittelbar danach Tetris spielen lassen. Ergebnis: Das Computerspiel könnte nach einem Schreckerlebnis bewirken, dass schlimme Eindrücke im Gedächtnis gar nicht erst abgespeichert werden. Denn die Probanden, die spielen durften, konnten sich später weniger gut an die gesehene Bilder erinnern. Die Wissenschaftler glauben, dass Tetris die Hirnareale, die für das Speichern von Sinneseindrücken zuständig sind, so stark beschäftigt, dass vorher Erlebtes weniger gut abgespeichert wird. Das Zeitfenster dafür: maximal sechs Stunden nach dem Erlebnis – in dieser Spanne sind Gedächtnisinhalte noch nicht gefestigt und beeinflussbar. Allerdings bietet die Studie noch keine echte Perspektive für eine Therapie, sondern weist eher auf die Speichermechanismen des Gehirns hin.

Autorin: Johanna Bayer

## Erfundene Erinnerung

*Können Fotos Kindheitserinnerungen beeinflussen*



Wie war das damals im Alter von sechs Jahren?



Die Eltern erzählen, was ihre Kinder erlebt haben und was nicht

Quarks & Co macht zusammen mit der Jenaer Psychologin Prof. Melanie Steffens den Test. Die Frage: Lassen sich ganz persönlichen Erinnerungen an der Kindheit manipulieren? Wir zeigen neun Studenten Fotos aus ihrer Kindheit und fordern sie auf zu erzählen, was damals passiert ist. Eines der privaten Fotos haben wir vorher manipuliert: Es zeigt scheinbar einen Augenblick aus dem persönlichen Leben der Studenten. Doch dieses Ereignis hat nie stattgefunden. Können sich die Studenten trotzdem daran erinnern?

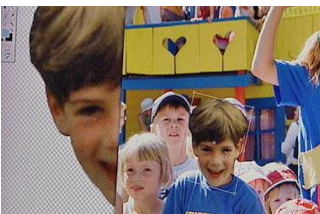
### Zu Besuch bei den Eltern

Eine ganz ähnliche Untersuchung haben 2002 die Psychologen Kimberley Wade, Maryanne Garry, Don Read und Stephen Lindsay in Neuseeland durchgeführt. Sie suggerierten 20 Studenten diese hätten im Alter zwischen vier und acht Jahren eine Fahrt mit einem Heißluftballon unternommen. Mit Erfolg. Das war für Quarks & Co Anlass ein ähnliches Experiment mit deutschen Studenten durchzuführen. Wir sind gespannt, ob auch diese sich in ihrer Erinnerung beeinflussen lassen.

Das Quarks Experiment läuft in vier Phasen ab. Zuerst besuchen wir die Eltern der Teilnehmer, die sich für den Test gemeldet hatten. Wir lassen uns von ihnen Kinderfotos zeigen und erzählen, was die Kinder damals alles erlebt haben. Damit der Test gelingt, suchen wir auch nach einem Ereignis, das keinesfalls stattgefunden hat. Zum Beispiel, ob das Kind jemals auf einem Elefanten geritten ist. Das war bei keinem der Kinder der Fall: So konnten wir genau dieses Ereignis erfinden.

Bei den Eltern von Tobias erfahren wir zum Beispiel, dass er im Grundschulalter in den Sommerferien den Astrid-Lindgren-Vergnügungspark besucht hat. Dort liefen zur Belustigung der Kinder auch bekannte Romanfiguren wie Pippi Langstrumpf herum. Doch Tobias hatte damals im Park keine dieser Figuren getroffen.

### Foto-Manipulation am Computer



Nur dank Computer kommt der kleine Tobias Pippi Langstrumpf ganz nah

Phase zwei: Die WDR-Grafiker manipulieren von jedem Test-Teilnehmer eines der privaten Kinderfotos am Computer. Bei Tobias, der Pippi Langstrumpf nie begegnet ist, montieren wir seinen Kopf auf den Körper eines anderen Jungen, der neben Pippi Langstrumpf steht. Das fertige Bild sieht täuschend echt aus – so als ob der kleine Tobias stolz neben Pippi Langstrumpf für das Foto posiert. In einem anderen Fall setzen wir ein Mädchen, das auf dem ursprünglichen Foto auf einem Karussellpferd reitet, auf einen echten Elefanten. Auf diese Weise manipulieren wir Fotos von neun Kandidaten. Lassen sich die Studenten von unseren Bildern in ihrer Erinnerung täuschen?

### Verschwommene Kindheitserinnerungen



Lassen sich die Probanden von unseren manipulierten Fotos täuschen?

Phase drei: Die Jenaer Psychologin Melanie Steffens befragt die Studenten zu ihren Kindheitserinnerungen auf den Fotos. Allgemein fällt auf, dass die Erinnerungen an die Situationen auf den Original-Fotos nur sehr verschwommen sind, obwohl die Probanden diese Ereignisse wirklich erlebt haben: "Also bei dem Foto fällt mir jetzt nicht direkt ein, wann und wo das war." – "Keine Ahnung wann, keine Ahnung wo. Ich weiß es nicht." – "Das wird ein Museum sein oder so, aber sonst weiß ich nichts." Es ist auffällig, dass die Studenten versuchen, aus den Fotos

möglichst viel Informationen herauszuholen. Zum Beispiel wo es war, welche Kleider sie an hatten und wer dabei war. Offenbar versuchen sie damit, ihrer Erinnerung auf die Sprünge zu helfen. Das gelingt mal besser und mal schlechter; kein Wunder, denn die Ereignisse liegen zwischen 15 und 20 Jahren zurück.

Irgendwann zeigt die Psychologin den Studenten das manipulierte Foto. An diese Situation können sie sich, wie zu erwarten, auch nicht direkt erinnern. Doch das Foto an sich zweifeln sie nicht an. Und wie bei den echten Fotos, versuchen die Studenten mit den Informationen auf dem Bild zu rekonstruieren, wann und wo das gewesen ist und was sie in dem Moment erlebt haben: "Das muss in Schweden im Urlaub gewesen sein. Da hab ich tatsächlich Erinnerungen an diesen Urlaub. Da hatte mein jüngster Bruder unmöglich viele Mückenstiche an den Beinen." – "Rein vom Tier würde ich sagen, dass wir mit der gesamten Familie da drauf waren. Wenn, dann war es in der Türkei, als meine Tante noch mit war."

### **Überzeugt von manipulierten Erinnerungen**

Unsere Manipulation scheint bei allen Studenten zu funktionieren: Sie versuchen, die erfundene Situation mit ihren Erinnerungen in Einklang zu bringen. Damit ihnen das noch besser gelingt, lassen wir ihnen einen Tag Zeit zum Nachdenken. Die Studenten sollen in Ruhe in ihren Erinnerungen kramen.

Dann folgt Phase vier: das zweite persönliche Gespräch mit der Psychologin Melanie Steffens. Wieder sollen sich die neun Studenten anhand der Fotos an die Situationen erinnern. Haben sich die Erinnerungen bei den manipulierten Fotos verändert? Einige Studenten haben über Nacht zumindest Teile des erfundenen Ereignisses mit ihrer Erinnerung in Einklang gebracht. "Da war ich mit meinen Eltern im Harz im Urlaub. Ich glaube, wir waren da wandern. Also das ist auf jeden Fall kein echter Elefant. Ich kann mich daran erinnern, dass das Draufklettern cool war. Das hat mir Spaß gemacht. Aber dass meine Eltern mich dann fotografieren wollten, das fand ich irgendwie ein bisschen lästig."

### **Tobias traf Pippi Langstrumpf – oder doch nicht?**

Von den neun Studenten hat niemand das manipulierte Foto in Zweifel gezogen, und zwei haben sich sogar eindeutig an das erfundene Ereignis erinnert. So war Tobias völlig davon überzeugt, sich an den stolzen und glücklichen Moment neben Pippi Langstrumpf erinnern zu können, obwohl er sie nie getroffen hat. Gemeinsam mit der Psychologin werten wir die einzelnen Gespräche aus. Es zeigt sich: Die Manipulation hat dann gut funktioniert, wenn das erfundene Ereignis für die Probanden plausibel war. Zum Beispiel weil sie etwas Ähnliches tatsächlich erlebt hatten. Im Gehirn verschmelzen dann offenbar die echten Erlebnisse mit den Darstellungen auf dem Foto zu





Damit sich keine falschen Erinnerungen festsetzen, klären wir die Probanden auf

einer neuen Erinnerung. Wenn die Situation auf dem manipulierten Foto hingegen für die Probanden befremdlich war, hat die Manipulation nicht funktioniert. Zum Beispiel haben wir ein Mädchen in der Fotomontage auf den Arm eines großen Stoff-Elefanten gesetzt. Da sie jedoch immer Angst vor solchen großen Stoff-Tieren hatte, hat unser Foto keine Chance eine Erinnerung bei ihr wachzurufen

Das Ergebnis des Quarks-Tests: Es ist möglich, Menschen über Fotos in ihrer ganz persönlichen Erinnerung zu manipulieren, allerdings nur, wenn es für sie plausibel ist, was angeblich passiert sein soll.

Am Ende unseres Tests haben wir die Studenten natürlich aufgeklärt: Denn keiner von ihnen sollte mit einer falschen Erinnerung durchs Leben gehen.

Autor: Ulrich Grünewald

## Das Ende der Angst?

### Forscher verändern Erinnerungen



Viele Menschen müssen schwere Ereignisse von Berufs wegen verkraften – doch das gelingt nicht immer

Menschen mit traumatischen Erfahrungen, Unfalld Helfer oder Soldaten, die aus dem Krieg kommen: Oft leiden sie dauerhaft unter ihren belastenden Erinnerungen und schrecklichen Bildern, die sich ihnen immer wieder aufdrängen. Auch Menschen mit Panikattacken und Angststörungen leben mit einer Art Daueralarm im Gehirn. An der Universität Amsterdam haben Angstforscher jetzt gezeigt, dass sich belastende Erinnerungen von der Angst ablösen lassen – und zwar mit Hilfe eines Herzmedikaments. Der Wirkstoff Propranolol, häufig verschrieben gegen hohen Blutdruck und Herzrasen, ist schon seit Jahren ins Visier von Hirnforschern, Ärzten und Psychologen geraten. Denn das Mittel wirkt generell beruhigend, dämpft Angstgefühle, hinterlässt als Nebenwirkung gelegentlich kleine Gedächtnislücken und zeigt bei Tieren eine deutliche Wirkung auf das Gedächtnis.

### Angst-Test mit Spinnenbildern



Viele Menschen haben sowieso Angst vor Spinnen – die Forscher verstärkten diese Angst noch künstlich

Rechte: Copyright: IMAGO/imago/  
INSADCO

Angstforscherin Dr. Merel Kindt führt an der Universität Amsterdam die Untersuchungen mit dem Wirkstoff Propranolol durch. Sie konnte zeigen, dass dieser Wirkstoff bei gesunden Freiwilligen die Angst aus der Erinnerung an konkrete Ereignisse löscht. Dazu erzeugten die Forscher zunächst in drei Gruppen von Freiwilligen künstliche Angst: Die Probanden mussten sich Bilder von großen, furchterregenden Spinnen auf einem Monitor ansehen. Gleichzeitig bekamen sie über Kopfhörer einen lauten, unangenehmen Ton zu hören, und erhielten kurz danach über Elektroden an der Hand einen leichten Stromschlag. Natürlich erschrecken die Teilnehmer und zeigten eine typische, instinktive Schreckreaktion des Menschen, nämlich ein Zucken mit den Augen. Nach einigen Durchgängen erschrecken die Freiwilligen schon, wenn nur Spinnenbild und Ton kamen – die Angst vor dem Stromschlag hatte sich schon in ihr Gedächtnis eingebrannt. Sichtbar war das am Zucken der Augen, das die Forscher mit Sensoren im Gesicht erfassten.

### Das Gedächtnis lässt sich verändern

Eine der Gruppen nahm anschließend den Wirkstoff Propranolol ein, eine bekam ein Scheinmedikament, die dritte wurde nicht weiter behandelt.



Das Angstzentrum im limbischen System – hier blockiert Propranolol die Rezeptoren für Stresshormone

Anschließend zeigten die Wissenschaftler den ersten beiden Gruppen wieder die Spinnenbilder: Diejenigen, die Propranolol genommen hatten sowie die Gruppe mit der wirkungslosen Pille, sahen wieder die Spinnenbilder und hörten den Ton, bekamen aber keinen Stromschlag. Die dritte Gruppe hatte zunächst eine Pause – die Forscher wollten so testen, wie sich das Wiederaufrufen der Erinnerung später auswirkt.

Denn seit einigen Jahren ist aus Tierversuchen, aber auch aus Studien mit Menschen bekannt, dass sich Erinnerungen verändern lassen, wenn sie wieder aufgerufen werden. Das Gedächtnis scheint über einen Neubewertungs-Mechanismus zu verfügen, der automatisch einsetzt, wenn eine alte

Erinnerung aufgerufen wird. Vor dem Wiederablegen im Gedächtnis ordnet das Gehirn die Fakten neu. Und an diesem Punkt wollten die Angstforscher aus Amsterdam eingreifen – Propranolol sollte auf die Erinnerung einwirken, indem es die Angst ausschaltet.

Und das gelang: Im nächsten Versuchsdurchgang, als alle drei Gruppen wieder Spinnenbilder samt Ton präsentiert bekamen, zuckten diejenigen Probanden, die das Herzmedikament eingenommen und sich mit Hilfe der präsentierten Spinnenbilder zwischendurch erinnert hatten, nicht mehr mit den Augen. Sie erwarteten den Schrecken nicht mehr, die Angst war weg – ein signifikanter Unterschied zu der Gruppe, die eine wirkungslose Pille bekommen hatte, aber auch zu der, deren Erinnerung zwischendurch nicht aktiviert worden war.

Die Ergebnisse zeigen, dass Propranolol offensichtlich den emotionalen Teil der Erinnerung verändert: Es entkoppelt die eigentliche Erinnerung von dem Gefühl der Angst. Denn durch Befragung stellten die Forscher zwischendurch fest, dass alle Versuchsteilnehmer genau wussten, dass sie früher einmal einen Stromschlag erhalten hatten. Das Gedächtnis als solches war also nicht beeinträchtigt, auch nicht bei denjenigen, die Propranolol bekommen hatten.

### **Verknüpfung mit dem Angstzentrum gelöscht**

Warum die Angst aus der Erinnerung verschwindet, erklären die Wissenschaftler mit der Wirkung von Propranolol im Gehirn: Das Medikament senkt den Blutdruck und die Herzfrequenz, indem es in den Körperzellen bestimmte Rezeptoren für das Stresshormon Adrenalin blockiert. Solche Rezeptoren gibt es praktisch in allen Organen, auch in Herz, Lunge, Niere und Muskulatur. Man bezeichnet sie als Beta-Rezeptoren, weshalb entsprechende Medikamente auch als Betablocker bekannt sind. Der Betablocker Propranolol gelangt aber mit dem Blut auch ins Gehirn, wo es in der Region, die die Gefühle steuert, ebenfalls Beta-Rezeptoren gibt. Wenn sie von Propranolol besetzt werden, können Stressbotenstoffe wie Noradrenalin nicht andocken. Folge: Das Angstzentrum kann für einige Zeit nicht in Erregung versetzt werden. Passiert das, während eine Erinnerung gerade aktiviert und in ihrer sensiblen Phase ist, verändert das ihren Inhalt: Die Erinnerung wird nun ohne Angst neu abgespeichert. Die alte Verknüpfung ist gelöscht.

### **Hoffnung für viele Patienten**

„Propranolol bewirkt nicht, dass die Erinnerungen inhaltlich verändert werden, oder dass man nachher nicht mehr weiß, was geschehen ist. Aber das akute Gefühl, also die Angst, die vorher automatisch mit aufkommt, die wird gelöscht, dank der Neu-Bewertung der Erinnerung im Gedächtnis. Und das ist ein ganz natürlicher Mechanismus“, so Merel Kindt, Leiterin der Forschungsgruppe: „Das Gedächtnis funktioniert von Natur aus so, dass es Erinnerungen immer wieder neu bewertet. Wir helfen nur dabei, belastende Anteile loszuwerden.“

Selbstverständlich halfen die Forscher auch ihren tapferen Freiwilligen, die Angst wieder loszuwerden: Alle drei Gruppen sahen nach dem Versuch noch einige Zeit Spinnenbilder ohne Ton und ohne Stromschlag, bis sie ihren Schrecken ganz los waren.

Bis zur Anwendung in der Therapie von Angststörungen oder zur Behandlung von Traumafolgen wird noch einige Zeit vergehen, denn die Studienergebnisse müssen noch erhärtet und vervollständigt werden. Doch Merel Kindt ist davon überzeugt, dass Betablocker, wenn sie in der Therapie verantwortungsvoll eingesetzt werden können, Hoffnung für Menschen mit Phobien, Panikstörungen und posttraumatischen Belastungsstörungen bedeuten. Zum Selbstversuch taugen die Mittel allerdings nicht – sie sind in Deutschland rezeptpflichtig und haben Nebenwirkungen.

Autorin: Johanna Bayer

## Quarks-Erinnerungen-Quiz

*Helfen Sie Ihrem Gedächtnis auf die Sprünge!*

1.

Wie nennt man das Gedächtnis, das selbst erlebte Erinnerungen speichert?

- Prozedurales Gedächtnis
- Autobiografisches Gedächtnis
- Subjektives Gedächtnis
- Semantisches Gedächtnis

2.

Eine Voraussetzung für das autobiografische Gedächtnis ist, dass man überhaupt eine Vorstellung von sich selbst hat. Sich an sich selbst zu erinnern muss der Mensch erst lernen. Wann entwickeln Kinder diese Fähigkeit?

- Bis zum sechsten Monat
- Mit ca. 18 Monaten
- Mit ca. drei Jahren
- Mit fünf bis sechs Jahren

3.

Alles, was länger erinnert werden soll als ein paar Minuten, muss eine entscheidende Pforte im Gehirn passieren. Wie heißt diese zentrale Schalt- und Koordinierungsstelle für das Langzeitgedächtnis?

- Die Basalganglien
- Der Frontallappen
- Der Hippocampus
- Das Stammhirn

4.

Wie heisst das Angstzentrum des Gehirns?

- Amygdala
- Cortex
- Pons

5.

Wie nennen Fachleute einen Gedächtnisverlust, bei dem Menschen die Erinnerungen an die eigene Vergangenheit, die eigene Autobiografie verloren haben?

- Quellen-Amnesie
- Anterograde Amnesie
- Frühkindliche Amnesie
- Dissoziative Amnesie

6.

Unsere Erinnerung lässt sich manipulieren; man kann sogar persönliche Erlebnisse suggerieren, z.B. durch manipulierte Fotos, die nie stattgefunden haben. Welche erfundenen Ereignisse eignen sich dazu besonders?

- Es muss phantasievoll sein
- Es muss detailreich sein
- Es muss plausibel sein

7.

Ein Computerspiel, nämlich Tetris, bei dem es darum geht, geometrische Figuren richtig anzuordnen, ist in den Blick amerikanischer Gehirnforscher gelangt. Warum?

- Das Computerspiel soll helfen Faktenwissen besser zu behalten
- Das Computerspiel soll das Einspeichern traumatisierender Erlebnisse verhindern
- Das Computerspiel soll den Blutdruck senken

8.

Wir sprechen immer von „dem“ Gedächtnis: In Wirklichkeit besteht unser Gedächtnis aber aus vielen unterschiedlichen Gedächtnis-Systemen. Welches Gedächtnis existiert nicht?

- Prozedurales Gedächtnis
- Perzeptuelles Gedächtnis
- Semantisches Gedächtnis
- Analoges Gedächtnis

# Quarks-Erinnerungen-Quiz

## Auflösungen

### 1. Wie nennt man das Gedächtnis, das selbst erlebte Erinnerungen speichert?

Das Gedächtnis, das erlebte Episoden erinnert, nennt man autobiografisches Gedächtnis. Forscher gehen davon aus, dass das autobiografische Gedächtnis nicht von Geburt an ausgebildet ist: Kinder müssen ihr Gedächtnis erst entwickeln. Etwa ab vier Jahren verfügen Kinder über ein autobiografisches Gedächtnis.

### 2. Eine Voraussetzung für das autobiografische Gedächtnis ist, dass man überhaupt eine Vorstellung von sich selbst hat. Sich an sich selbst zu erinnern muss der Mensch erst lernen. Wann entwickeln Kinder diese Fähigkeit?

Kinder können das meist ab einem Alter von 18 Monaten. Da Kleinkindern in diesem Alter noch nicht sprechen können, erforschen Wissenschaftler diese Fähigkeit mit dem sogenannten Spiegeltest: Sie malen Kindern einen roten Fleck ins Gesicht, stellen sie vor einen Spiegel und fordern sie auf, den Fleck wegzuwischen. Nur Kinder, die sich selbst im Spiegel erkennen, können diese Aufgabe lösen.

### 3. Alles, was länger erinnert werden soll als ein paar Minuten, muss eine entscheidende Pforte im Gehirn passieren. Wie heißt diese zentrale Schalt- und Koordinierungsstelle für das Langzeitgedächtnis?

Der Hippocampus ist die zentrale Schalt- und Koordinierungsstelle des Gehirns. Alles, was ins Langzeitgedächtnis gelangt, passiert im Gehirn das sogenannte limbische System, in dem der Hippocampus die Informationen prüft und bewertet und mit bereits gespeicherten Informationen vergleicht. Im limbischen System liegt auch der Mandelkern, auch Amygdale genannt, der für die emotionale Bewertung von Informationen zuständig ist.

### 4. Wie heißt das Angstzentrum des Gehirns?

Die Amygdala wird auch als Mandelkern bezeichnet und ist Teil des sogenannten limbischen Systems. Sie ist wesentlich an der Entstehung von Angst beteiligt.

### 5. Wie nennen Fachleute einen Gedächtnisverlust, bei dem Menschen die Erinnerungen an die eigene Vergangenheit, die eigene Autobiografie verloren haben?

Dissoziative Amnesie nennen Fachleute den Gedächtnisverlust an die eigene Vergangenheit. Der Verlust der autobiografischen Erinnerung kann kurz oder wie im Fall von Jonathan Overfeld über Jahre anhalten. Das Gedächtnis für allgemeine Fakten und Zusammenhänge ist in der Regel nicht oder nur wenig betroffen.

### 6. Unsere Erinnerung lässt sich manipulieren; man kann sogar persönliche Erlebnisse suggerieren, z.B. durch manipulierte Fotos, die nie stattgefunden haben. Welche erfundenen Ereignisse eignen sich dazu besonders?

Die Manipulation über Fotos funktioniert dann gut, wenn das erfundene Ereignis plausibel ist. Zum Beispiel weil die Person etwas ähnliches tatsächlich erlebt hat. Im Gehirn verschmelzen dann die echten Erlebnisse mit den Darstellungen auf dem Foto zu einer neuen Erinnerung.

### 7. Ein Computerspiel, nämlich Tetris, bei dem es darum geht, geometrische Figuren richtig anzuordnen, ist in den Blick amerikanischer Gehirnforscher gelangt. Warum?

Die Wissenschaftler glauben, dass Tetris die Hirnareale, die für das Speichern von Sinneseindrücken zuständig sind, so stark beschäftigt, dass vorher Erlebtes weniger gut erinnert wird.

### 8. Wir sprechen immer von „dem“ Gedächtnis: In Wirklichkeit besteht unser Gedächtnis aber aus vielen unterschiedlichen Gedächtnis-Systemen. Welches Gedächtnis existiert nicht?

Das semantische Gedächtnis arbeitet bewusst und wird als das Gedächtnis bezeichnet, das sich an erlerntes Faktenwissen erinnert. Das prozedurale Gedächtnis arbeitet unbewusst und speichert einmal gelernte Abläufe und Bewegungsmuster, etwa Fahrrad- oder Autofahren meist für immer ab. Das sogenannte perzeptuelle Gedächtnis speichert elementare Wahrnehmungsmuster – zum Beispiel: „Hund“ unterscheidet sich von „Katze“ – oder eine alte Stimme von einer jungen. Ein analoges Gedächtnis gibt es nicht.



## Lesetipps

### **Die Frau, die nichts vergessen kann. Leben mit einem einzigartigen Gedächtnis**

Autoren: Jill Price (mit Bart Davis)  
Verlagsangaben: Kreuz Verlag, Stuttgart 2009  
ISBN: 978-3783132922  
Sonstiges: 200 Seiten, 19,95 Euro

Jill Price hat ein außergewöhnliches autobiografisches Gedächtnis: Seit sie 14 Jahre alt ist, kann sie sich an jeden Tag ihres Lebens erinnern. Doch für sie ist das sehr belastend, da sie auch negative Gefühle intensiv erinnert. In ihrem Buch beschreibt sie nicht nur, wie sehr ihr Gedächtnis ihren Alltag und ihr Leben beeinflusst, sondern schildert auch detailliert ihre Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern, die die Ursache ihrer Fähigkeiten zu ergründen suchen.

### **Die Narben der Gewalt**

*Traumatische Erfahrungen verstehen und überwinden*

Autorin: Judith Herman  
Verlagsangaben: Junfermann, 2006  
ISBN: 387387525X  
Sonstiges: Taschenbuch, 27,50 Euro

Standardwerk über Trauma und Traumaforschung von einer Harvard-Professorin, heute ein Klassiker. Erlaubt einen umfassenden Einblick in die Natur traumatischer Einwirkungen auf Psyche und Sozialleben. Dazu bietet die Autorin eine kritische Auseinandersetzung mit der Forschung und insbesondere mit der Psychoanalyse.

## Linktipps

### **Gedächtnisentwicklung bei Babys und Kleinkindern**

[http://www.entwicklungspsychologie.uni-frankfurt.de/daten\\_doku/Erg\\_SaeuglingsForschung.pdf](http://www.entwicklungspsychologie.uni-frankfurt.de/daten_doku/Erg_SaeuglingsForschung.pdf)

Die Forscher der Abteilung Entwicklungspsychologie an der Uni Frankfurt erläutern für Laien, wie sich das Gedächtnis bei Kindern entwickelt – und wie die Experten das erforschen. Büchertipps ergänzen die anschauliche Erläuterung. (19-seitiges PDF, 276 kB)

### **Unterschiedliche Gedächtnissysteme und Hirnregionen**

<http://www.uni-bielefeld.de/Universitaet/Einrichtungen/Zentrale%20Institute/IWT/FWG/Gedaechtnis/Gedaechtnissysteme.html>

Website der Universität Bielefeld (Lehrstuhl von Hans Markowitsch), auf der die unterschiedlichen Gedächtnissysteme und die Regionen im Gehirn, in denen sie verarbeitet werden, beschrieben werden. Mit Illustrationen.

### **EMDR-Institut**

[http://www.emdr-institut.de/0100\\_emdr/](http://www.emdr-institut.de/0100_emdr/)

Das EMDR-Institut bildet Therapeuten aus. Die Seite bietet viele Informationen für Patienten und Interessierte, mit Therapeuten-Liste aus dem ganzen Bundesgebiet.

### **Dr. Marin Sack, Experte aus dem Beitrag**

<http://www.med.tum.de/de/gesundheitsversorgung/kliniken/psychosomatik/team/Sack.php>

PD Dr. med. Martin Sack ist Traumaforscher und leitender Oberarzt an der Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie der TU München.

### **Mark Novy, EMDR-Therapeut aus dem Beitrag**

<http://www.emdr-bonn.de/>

Der Therapeut, der Ulrike Beckhardt mit EMDR behandelte, ist der Diplom-Psychologe Mark Novy aus Bonn.

Impressum:

Herausgegeben  
vom Westdeutschen Rundfunk Köln

Verantwortlich:  
*Quarks & Co*  
Claudia Heiss

Redaktion:  
Claudia Heiss

Gestaltung:  
Designbureau Kremer & Mahler

Bildrechte:  
Alle: © WDR

© WDR 2010