

FORSCHUNG: Teilbericht 1

Hirnhälften fehlen - sind beschädigt oder degeneriert

Eine Frau mit nur einer Hirnhälfte verblüfft Ärzte und Wissenschaftler

Eine 37-jährige Frau lebt überraschend selbstständig, nur Orientierung und Gefühls-Kontrolle bereiten allerdings Probleme.



Bild oben die dunklen Bereiche zeigen die fehlenden Hirnstrukturen



Bild: Kopf von der Seite, die Dunklen Bereiche zeigen das Fehlen der Hirnstrukturen

Die US-Amerikanerin Michelle Mack besitzt nur eine Hirnhälfte - trotzdem meistert sie ein verblüffend selbstständiges Leben. Michelle Mack aus Falls Church im US-Bundesstaat Virginia, verblüfft damit die Mediziner. Erst vor zehn Jahren habe ein Neurologe entdeckt, dass der jungen Frau fast die komplette linke Hirnhälfte fehlt, berichtete der Nachrichtensender CNN (am Dienstag 13.10.09). Ursache für das Fehlen der linken Hirnhälfte sei wahrscheinlich ein Schlaganfall noch vor der Geburt gewesen, so die Ärzte. Frau Michelle Mack hat dem CNN-Bericht zufolge einen High School-Abschluss und arbeitet bei einer Kirche, für die sie Daten erfasst.

Die rechte Hirnhälfte von Michelle Mack übernahm wichtige Aufgaben

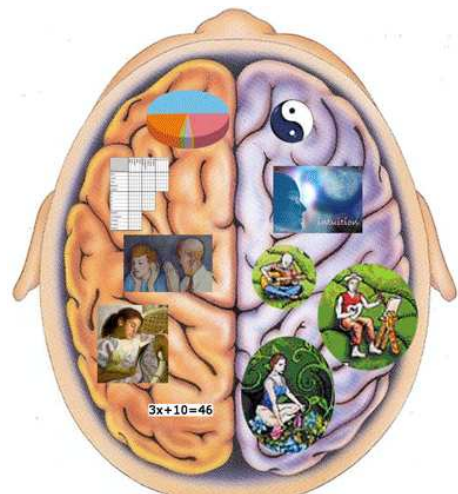
Mit der linken Hirnhälfte seien jedoch die für die Bewegungssteuerung, das Verhalten und das geistige Vermögen wichtige Strukturen verloren gegangen, erklärte der Neurowissenschaftler Jordan Grafman vom US- Gesundheitsinstitut NIH den CNN-Reportern.

Die verbleibende rechte Hirnhälfte habe sich aber "neu verdrahtet" und wichtige Funktionen übernommen. Somit ist wieder ein Beweis für die hohe Flexibilität des Gehirn aufgetaucht. So könne die 37-Jährige sprechen und lesen - wenn auch eingeschränkt.

Probleme mit Gefühlskontrolle und Orientierung

Die zusätzliche Bürde belaste allerdings einige typischerweise in der linken Hirnhälfte verarbeiteten Fähigkeiten. Mack habe zum Beispiel Probleme, ihre Gefühle zu kontrollieren, erklärte Grafman dem Sender CNN. Es sei schwierig für sie, komplexe Sachverhalte zu erfassen, in fremder Umgebung verliere sie schnell die gefühlsmäßige Orientierung.

***Grafik rechts:** Kurzübersicht der normalen Aufgabenteilung im Gehirn bei gesunden Personen*



Die 37-Jährige hatte selbst beschlossen, ihre Geschichte in die Öffentlichkeit zu bringen um anderen Betroffenen Mut zu machen.

Quelle: CNN am Dienstag 13.10.09

Link: CNN: Born with half a brain, woman living full life
<http://www.cnn.com/2009/HEALTH/10/12/woman.brain/>



Siehe auch den Original Video bei CNN, Videolink:

<http://edition.cnn.com/video/#/video/bestoftv/2009/10/12/cb.brain.heal.cnn?iref=videosearch>

Mit nur einer Gehirnhälfte

Philipp Dörr lebt seit zwölf Jahren mit nur einem halben Großhirn

Philipp Dörr lebt seit zwölf Jahren mit nur einem halben Großhirn. Trotzdem spielt Philipp Dörr Schach, liest Goethe und taucht. Ein verblüffendes Beispiel für die Wandlungsfähigkeit des Denkorgans.

Nachdem Philipp Dörr aus einer Narkose aufwachte, war „links“ die linke Körperhälfte aus seinem Leben einfach verschwunden.

Unvermittelt standen die Krankenschwestern, die von links in sein Zimmer traten, vor seinem Bett. "Sie waren aufgetaucht wie aus dem Nichts", erinnert sich Philipp. Seine Eltern banden ihm eine Uhr ums linke Handgelenk und fragten ihn nach der Zeit. "Woher soll ich das wissen?", antwortete er etwas nervös.

Doch links war nicht nur einfach weg. Philipp vermisste diese Körperhälfte nicht einmal. Dass sein linker Arm steif und unbeweglich von der Schulter baumelte, kümmerte ihn ebenso wenig wie sein regloses linkes Bein.

Als die Ärzte ihm am Gehirn operierten, seinen Schädel öffneten, war Philipp gerade elf Jahre alt. Mehrere lange Narben auf der rechten Seite seines Kopfes blieben zurück. Lange Zeit verschwiegen ihm seine Eltern, die Wahrheit darüber, was genau die Ärzte mit ihm gemacht hatten.

Erst sieben Jahre nach der Operation (Philipp sollte gerade in die Oberstufe kommen, er wählte Deutsch als Leistungskurs) zeigten sie ihm die Computertomografieaufnahmen: Auf der rechten Seite war eine Leere; die Ärzte hatten dem Jungen eine gesamte Großhirnhälfte herausoperieren müssen.

Diese Operation war unumgänglich gewesen. Denn Philipp litt seit frühester Kindheit an schwerer Epilepsie. Seine epileptischen Anfälle hatten so schwere Verwüstungen in seinem Hirn angerichtet, dass sein Leben akut bedroht schien.

Vor dem Entfernen der geschädigten Hirnhälfte bereiteten die Ärzte seine Eltern darauf vor, dass er danach "möglicherweise nicht mehr der Philipp sei, wie sie ihn kannten", erinnert sich Dr. Reinhard Werth, Neuropsychologe an der Universität München. Wie, so fragten sich Ärzte und Eltern, würde ein Philipp aussehen, dem eine Hälfte des Großhirns fehlt - das Organs, das seine Persönlichkeit, Talente, Vorlieben, Identität enthält?

Drei Jahre verbrachte Philipp wegen der Operation in der Klinik. Ganz langsam lernte die verbliebene linke Hirnhälfte, mit dem Verlust der anderen zu leben. Doch was dann folgte, grenzt für Dr. Werth an ein medizinisches Wunder: Philipps Gehirn war offenbar so flexibel, dass fast alle Fähigkeiten der fehlenden rechten Hirnhälfte von der noch vorhandenen linken Hirnhälfte übernommen werden konnten."

Doch Anfangs war für Philipp alles das, was zuvor sein rechtes Großhirn verarbeitet hatte, schlicht nicht mehr existent. **Neglect** (<http://de.wikipedia.org/wiki/Neglect>) nennen die Hirnforscher dieses Phänomen. Doch Schritt für Schritt bemächtigte sich sein linke Hirnhälfte dann all jener Aufgaben, die zuvor dem rechten Hirn zugewiesen waren. Mit einem Trainings-Gerät, bei dem auf einem kreisrunden Plexiglasschirm verschieden helle Lichtpunkte aufleuchten, gelang es sogar, sein Gesichtsfeld wieder zu erweitern.

"Mir fehlen eine Reihe von Erinnerungen, vor allem aus den letzten Jahren vor der Operation“, berichtet Philipp. Doch zum Erstaunen der Ärzte haben seine intellektuellen Fähigkeiten in keiner Weise gelitten. Sprechen und Schreiben fallen ihm leicht. Philipps Intelligenzquotient ist überdurchschnittlich hoch. Er spielt Schach, schreibt in den Schulklausuren gute Noten und befasst sich mit Goethe, Mann und E. T. A. Hoffmann. Im nächsten Schuljahr dann steht die vorläufige Krönung seiner neurologischen Rekonvaleszenz an: das Abitur.

Ein Extrembeispiel für die enorme Veränderungsfähigkeit, Plastizität unseres Hirns

Für die Wissenschaftler ist Philipp ein Extrembeispiel eines Phänomens, das sie immer aufs Neue verblüfft: die enorme Veränderungsfähigkeit, die so genannte Plastizität des Organs im Kopf. **Der Hälfte aller Großhirnzellen beraubt**, gelang es Philipps verbliebenem Hirnteilen doch, sämtliche Sinnesreize und Schaltkreise derart neu zu „verdrahten“, dass am Ende ein so vollständiges und ungeteiltes Ich entsteht wie in einem vollständigen normalen Hirn.

Einzig Schwächen: Wenn es darum ging, viele Dinge zugleich zu verarbeiten und schnell zu reagieren, stellte Philipp bei sich einige Schwächen fest. Doch auch diese glaubt er inzwischen überwunden zu haben. Unlängst bestand Philipp sogar die Prüfung als Rettungstaucher. Erforderlich dafür sind möglichst prompte Reaktionen. "Ich war selbst überrascht, dass es so gut geklappt hat", so Philipp.

Quelle: SPIEGEL SPEZIAL, und die Webseite: <http://www.memo-mind.de/index.html>

- - -

FORSCHUNG: Teilbericht 3

Ein Franzose mit Mini-Gehirn

Ein Franzose, der mit einem winzigen Gehirn ein nahezu normales Leben führt, hat seine Ärzte in Erstaunen versetzt. Der Mann sei ins Krankenhaus gekommen, weil sich sein linkes Bein schwach angefühlt habe.

Eine Computertomografie und eine Kernspintomografie bei dem 44-Jährigen Beamten hätten äußerst ungewöhnliche Hirn-Bilder erbracht, sagte der Arzt Lionel Feuillet vom Marseiller Krankenhaus La Timone der Nachrichtenagentur AFP.

Von dem Fall berichtete die Wissenschafts-Fachzeitschrift "Lancet" im Juli 2007

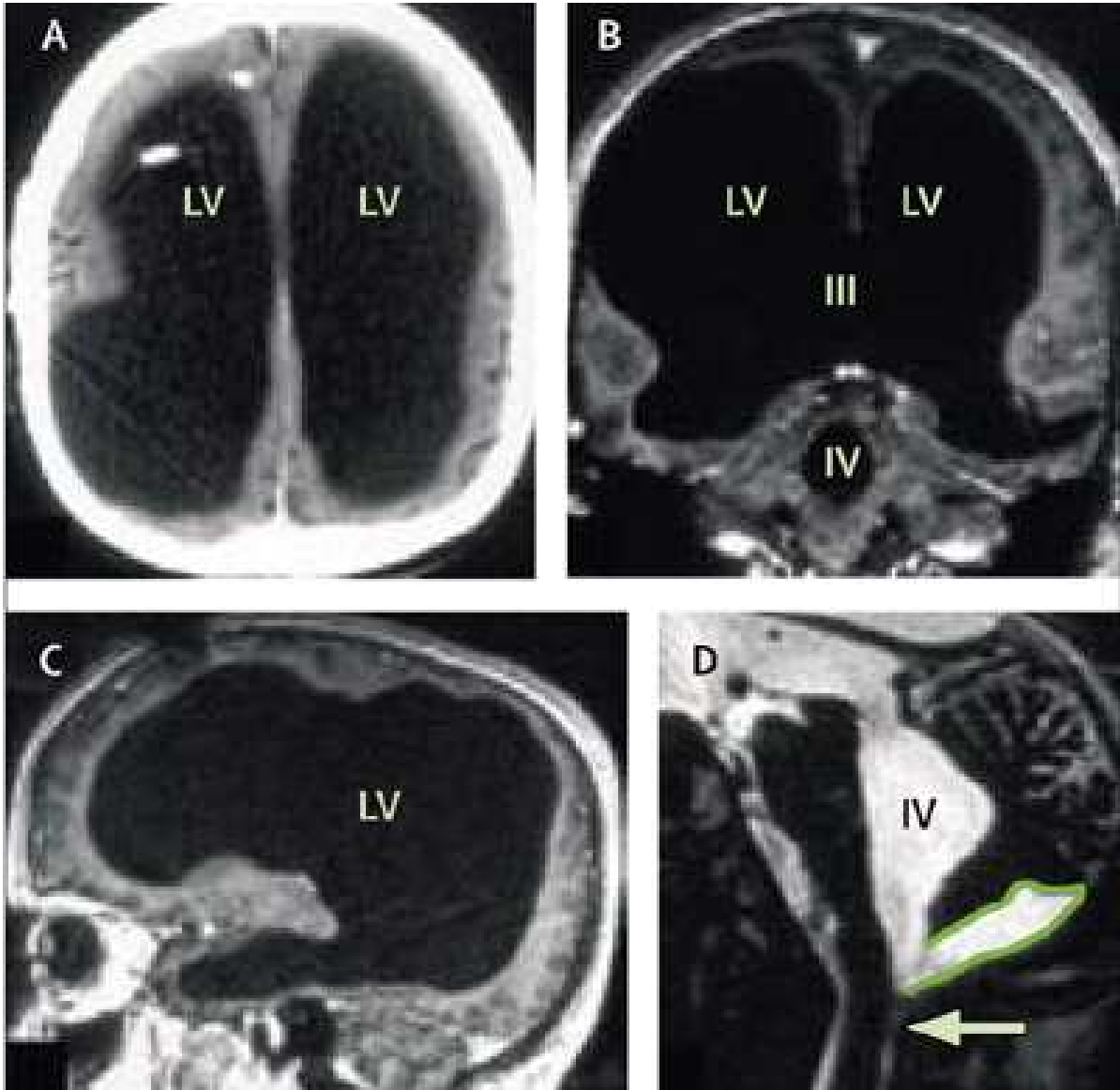


Bild oben zeigt: Hohlräume in Gehirn massiv ausgedehnt, (die schwarzen Flächen sind die Hohlräume)

Das Gehirn war eigentlich nicht wirklich vorhanden

Neuropsychologischen Untersuchungen zufolge habe der Mann einen Intelligenzquotienten (IQ) von immerhin **75**. Der durchschnittliche IQ liegt bei **100**.

Bei den Untersuchungen habe sich gezeigt, dass die üblichen Hohlräume im Gehirn sich bei dem Mann massiv ausgedehnt hätten, sagte Feuillet. "Das Gehirn selbst, also die graue und weiße Masse, war völlig an den Rand des Schädels gedrückt."

Trotz seiner Vorgeschichte - normale neurologische Entwicklung

Zwar hat der Mann eine Vorgeschichte: Im Säuglingsalter wurde mittels eines künstlichen Ausganges ("Shunt") Flüssigkeit aus dem Gehirn abgesaugt, im Alter von 14 Jahren klagte er schon einmal über ein schwaches linkes Bein, die Probleme verschwanden aber, als der Shunt geändert wurde.

Davon abgesehen schien seine neurologische Entwicklung aber ganz normal, erst bei der jetzigen Computertomografie wurden die massiven Veränderungen im Schädel entdeckt.

Der zweifache Vater habe trotzdem ein normales Leben geführt. Obwohl er "eine leichte intellektuelle Behinderung" habe, sei der als Beamter arbeitende Mann nahezu normal entwickelt und habe sich ein soziales Netz aufgebaut.

Quelle: The Lancet Juli 2007, und die französische Nachrichtenagentur AFP

The Lancet (Link zu Lancet): <http://www.thelancet.com/> ,

Und Genauer Link zum Lancet-Artikel:

[http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(07\)61127-1/fulltext#article_upsell](http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(07)61127-1/fulltext#article_upsell)

- - -

FORSCHUNG: Teilbericht 4

Einer der berühmtesten Fälle von Hirnbeschädigung

Im Sommer 1848 präparierte der 25. Jährige Eisenbahnvorarbeiter Phineas P. Cage eine Sprengladung. Aufgrund seiner sozialen Kompetenz und seines Charakters arbeitete Phineas in leitender Position. Beim Anbringen der Sprengladung beging er jedoch einen schwerwiegenden Fehler. Die Sprengladung explodierte zu früh und eine Eisenstange, mit der er die Ladung in ein Loch gedrückt hatte schoss Phineas Cage durch die linke Wange hindurch, direkt in sein Gehirn und trat durch das Schädeldach wieder ins Freie aus.

Phineas überlebte diesen Unfall, lediglich sein linkes Auge wurde durch den Unfall irreversibel zerstört.

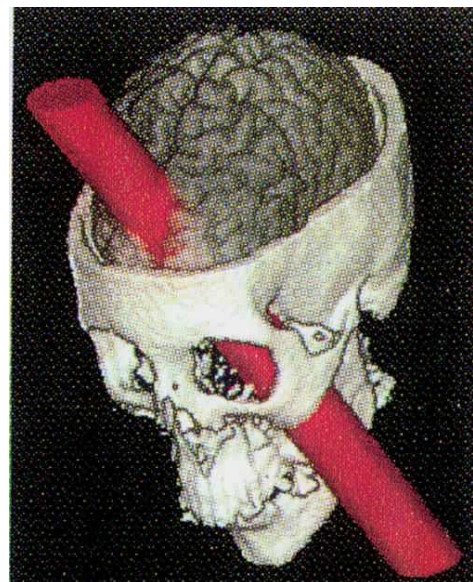


Bild rechts: so sah der Kopf nach dem Unfall aus (nach alten Röntgen und Schädelbefunden)

Nicht nur, dass er den Unfall überlebte: sein Verstand, sein Sprachvermögen und seine Körpermotorik blieben trotz der schweren Hirnbeschädigung voll funktionsfähig. Während des Unfalls blieb Gage bei Bewusstsein und war auch später in der Lage, über den gesamten

Hergang des Unfalls zu berichten. Er überlebte den Unfall, und die Wunden heilten, lediglich sein linkes Auge wurde durch den Unfall irreversibel zerstört.

Doch sein Charakter hatte sich nach dem Unfall einschneidend verändert.

Aus einem gewissenhaften, netten Arbeiter war ein gewissenloser Mensch geworden. Rast- und ruhelos verlief sein weiteres Leben, bis er mit 38 Jahren starb. Der Unfall des Phineas Gage ist für die neurowissenschaftliche Forschung von großer Bedeutung: Nach Angaben seines Arztes, Dr. John D. Harlow, war er nach wenigen Wochen körperlich wiederhergestellt und auch seine intellektuellen Fähigkeiten, einschließlich Wahrnehmung, Gedächtnis, Intelligenz, Sprachfähigkeit, sowie seine Motorik, völlig intakt. In der Zeit nach dem Unfall kam es jedoch zu auffälligen Persönlichkeitsveränderungen bei Gage. Aus dem besonnenen, freundlichen und ausgeglichenen Gage wurde ein kindischer, impulsiver und unzuverlässiger Mensch. *Dieses Krankheitsbild ist heutzutage in der Neurologie als Frontalhirnsyndrom bekannt.*

Descartes "Ich denke, also bin ich" ist ein Irrtum!

Der Wissenschaftler Dr. Antonio Damasio benutzt Phineas Gage erforschte die gut dokumentierte Fallgeschichte. Dr. Damasio: Die neuesten Erkenntnisse der Hirnforschung weisen dem Körper und dem Fühlen die Rolle der herrschenden Instanz im Menschen zu und sie beweisen dass Descartes "Ich denke,also bin ich" ein Irrtum ist.

Damasio erklärt, was in Phineas Gehirn zerstört wurde (der präfrontale Cortex) und warum dies solch eine verheerende Wirkung hatte. Diese Zone im Gehirn, die sein Fühlen ermöglicht, war defekt, d.h. er hatte fast keine Möglichkeit mehr unmittelbar zu bewerten was ihm widerfuhr. Dr. Damasio Untersuchungen zeigen wie wichtig das Fühlen ist. Er unterscheidet zwischen Gefühlen (die unbewusste Seite des Fühlens) und Empfindungen (die bewusste Seite).



Das Forscherehepaar Damasio

Phineas Gage starb am 21. Mai 1860. Er litt nach dem Unfall immer wieder an epileptischen Anfällen, verlor nach einem heftigen Krampfanfall das Bewusstsein und erlangte es nach einer Reihe von weiteren Krämpfen nicht wieder. Antonio Damasio ist der Ansicht, er fiel einem Status epilepticus zum Opfer.

Zu den Empfindungen gehören auch die Hintergrundempfindungen, die über längere Zeiträume konstant bleiben können.

TIPP: Für alle die gern mehr über das menschliche Gehirn lesen möchten, ist das Buch von Damasio bestens geeignet: Buchtitel: Descartes' Irrtum. Fühlen, Denken und das menschliche Gehirn, Autor: Antonio R. Damasio, ISBN 3471773428, z.B. bei AMAZON erhältlich:

<http://www.amazon.de/o/ASIN/3423330295/lovebook-21>

© liegt bei den einzelnen Quellen

Wie flexibel das menschliche Gehirn sein kann, zeigte sich auch bei einigen Trainingseinheiten im IPN-Labor und im ILM-Trainingscenter.

In den vergangenen Jahren trainierten wir mittels Interaktiv-Brain-Feedback (IBF) mehrmals Personen die massive Hirnschäden hatten. IBF- Training ist eine Trainingsmethode in deren Mittelpunkt das Hirnpotenzial-Biofeedback steht. (Training der Ultra- langsamen- Potenziale –ULP)

Diese Hirnschädigungen entstanden entweder durch Unfälle oder durch Schlaganfall (Apoplexie, Hirnschlag), direkte Hirnschädigung durch Unfälle oder Riss eines Blutgefäßes im Gehirn. Besonders erfolgreich war das Biofeedback –Training vor allem bei Personen, bei denen eine Beschädigung (z. B. durch Unfall) des Linken Schläfenlappen (Broca-Areal¹) vorlag. In diesem Fall wird das verbleibende rechte (wenig benützte) Broca Areal trainiert. Durch das spezielle Biofeedback - Training des rechten Broca-Areals kann das Sprechen leichter wiedererlernt werden.

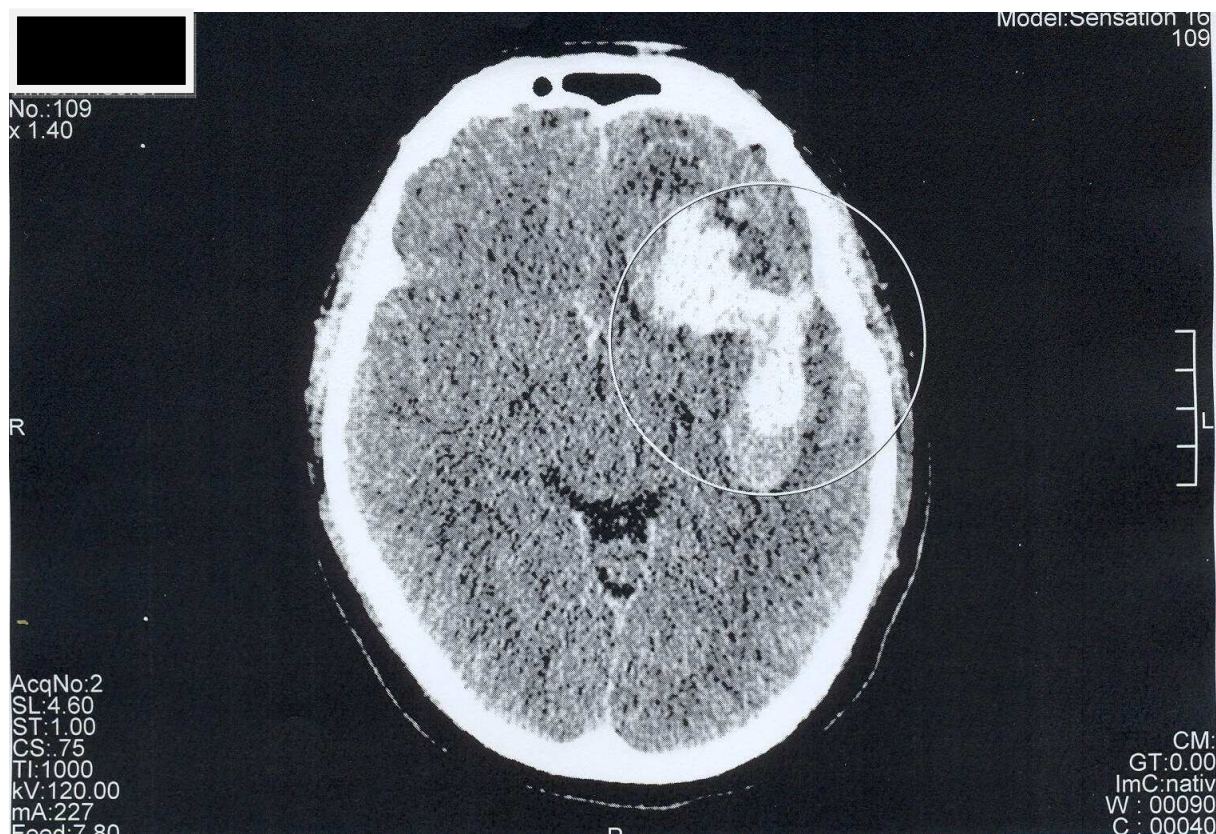


Bild oben: Bildliche Darstellung der Hirnschäden einer Person die in unserem Labor trainierte. Das betroffene, beschädigte Hirnareal mit Kreis markiert. Hier kam es u.a. zu Sprachdefiziten.

¹ **Broca-Areal** = Eine Schädigung des Gehirns im Bereich des Broca-Areals führt zu einer Sprachstörung, bei der das Sprachverständnis weitgehend intakt bleibt.

Auch bei Beschädigung der motorischen Zentren², zeigte sich das Hirnpotenzialtraining als äußerst wirksam. Hier werden Hirnbereiche vermehrt aktiviert, die dann die beschädigten motorischen Hirnzellbereiche ersetzen sollen. So kommt es zu einer beschleunigten und auch verbesserten Rehabilitation.

Die beste Regenerierung

Der beste Rehabilitationseffekt zeigte sich, bei gleichzeitiger optimaler medizinischer Einstellung und parallel zum Biofeedbacktraining durchgeführter logopädischer³ oder bewegungstherapeutischer Maßnahmen.

Vor allem war es bei unserem Hirnpotenzial - Biofeedbacktraining (bei Personen nach Schlaganfall oder gehirnschädigenden Unfällen) äußerst wichtig, eine persönliche Motivation (Trainingsmotivation) herzustellen. Es zeigte sich, dass sehr viele Betroffene aufgeben und ihre Situation als unveränderbar ansehen.

Neurogenese (das Gehirn kann sich regenerieren)

Körperliche Aktivität hält nicht nur den Körper, sondern auch den Geist fit. Denn sie stimuliert die Bildung neuer Nervenzellen im Gehirn.

Die NEUROGENESE: Im menschlichen Gehirn (aber auch bei Tieren) entstehen auch bis ins hohe Alter täglich neue Nervenzellen. Mehrere Tausend Neurone entstehen so Tag für Tag aus sog. neuronalen Stammzellen, die sich zu neuen Netzen und Hirnnetzwerken verbinden. Dieser Effekt wird in der Wissenschaft als adulte Neurogenese bezeichnet. Die Neurogenese ist vermutlich einer der wichtigsten Gründe für die hohe Plastizität des Gehirns. Denn alle neuen Nervenzellen haben besondere Fähigkeiten: Sie sind leichter zu erregen als die alten Neurone und können schneller Synapsen ausbilden oder auch rückbilden. Dies sind wichtige Faktoren für das Lernen und Erinnern aber auch das Lernen von Bewegungsabläufen und Handlungsabläufen.

Ein Dogma der Hirnforschung wird 1998 endgültig gestürzt

Was zuerst an Taubenhirnen beobachtet wurde, nämlich die Neubildung von Neuronen im Taubenhirn revolutionierte einen wichtigen Teil der Hirnforschung. Bis Ende der 1990er-Jahre hielt sich das medizinisch- wissenschaftliche Dogma, dass sich im Gehirn von Erwachsenen keine neuen Nervenzellen bilden können und dass sich sogar die Zahl der Neurone im Laufe des Lebens permanent verringert.

Wäre das richtig gewesen so wäre das menschliche Gehirn viel unflexibler und viele Leistungen des Gehirns wären unerklärbar geblieben, inkl. der Möglichkeit sich nach Verletzungen zu regenerieren.

² **Motorische Zentren** = Der motorische Cortex bzw. somatomotorische Rinde, ist ein histologisch abgrenzbarer Bereich der Großhirnrinde (Neocortex) und das funktionelle System, von dem aus willkürliche Bewegungen gesteuert und aus einfachen Bewegungsmustern komplexe Abfolgen zusammengestellt werden.

³ **Logopädie** = medizinisch-therapeutische Fachdisziplin, die den durch eine Sprach-, Sprech-, Stimm-, Schluck- oder Hörbeeinträchtigung in seiner zwischenmenschlichen Kommunikationsfähigkeit eingeschränkten Menschen zum Gegenstand hat.

Aber 1998 gelang es dem schwedischen Forscher Dr. Thomas Björk-Eriksson von der Universität Göteborg erstmals, die Neubildung von Nervenzellen bei Erwachsenen nachzuweisen. Er untersuchte das Gehirn von verstorbenen Krebspatienten, die radioaktiv markierte DNA-Bausteine injiziert bekommen hatten, um das Tumorstadium verfolgen zu können. Da zeigte sich: Im Gehirn der Patienten befanden sich markierte Neuronen, was belegte, dass auch im hohen Alter noch neue Hirnzellen entstanden waren.

Heute weiß man: Für die Neubildung von Neuronen sind die so genannten neuronalen Stammzellen verantwortlich, die in allen Hirnregionen vorhanden sind, in den meisten jedoch ruhen. Belegt ist die Neurogenese aus dem Bulbus olfactorius und dem Hippocampus, einer Hirnstruktur, die für Lern- und Gedächtnisvorgänge wichtig ist. Vermutlich entstehen neue Nervenzellen vor allem bei Beanspruchung der entsprechenden Hirnregionen (z. B. durch Hirnpotenzial-Biofeedbacktraining). So stimulieren auch fremde Gerüche die Neurogenese im Riechkolben (der Bereich der für das Riechen zuständig ist) und neue Eindrücke führen zur Bildung von Nervenzellen im Hippocampus.

Wichtig: Bleiben aber Lernreize und Anregungen aus, gehen die neu entstandenen Hirnzellen, die z. B. beschädigte Hirnbereiche "reparieren" würden jedoch wieder zu Grunde und reifen nicht zu funktionstüchtigen Neuronen heran.

Daher wirken sich geistige Aktivitäten wie Lesen, Lernen oder Puzzeln ebenso wie soziale Kontakte mit Freunden, Kindern, Enkeln oder Kunden positiv auf die kognitiven Fähigkeiten aus. Das gleiche gilt vor allem auch für das Hirnpotenzial-Biofeedbacktraining.

Aber auch ausreichende körperliche Betätigung lässt im Hirn Neurone wachsen. In Versuchen mit Ratten konnten Forscher um Fred Gage am Salk-Institut in La Jolla das zweifelsfrei nachweisen. Es zeigte sich, dass körperliche Aktivität in einer abwechslungsreichen Umgebung mit Laufrädern und Kletterwänden die Neurogenese fördert. Tiere, die sich so betätigen konnten, bildeten deutlich mehr Neuronen aus, als Ratten in kleinen Laborkäfigen mit entsprechend weniger körperlichen Bewegungsmöglichkeiten.

Neue Forschungen weisen darauf hin das ein Grund für die Entstehung der Neuronen der ist, dass die körperliche Aktivität die Konzentration von Wachstumsfaktoren im Blut erhöht. So steigt der Spiegel des vascular endothelial growth factor (VEGF) nach jeder sportlichen, körperlichen Betätigung an.

Ob dieser Effekt die Neurogenese direkt stimulieren kann, untersuchten Forscher um Dr. Klaus Fabel von der Stanford-Universität in USA, Kalifornien. Im Labor, in vitro wirkte der Wachstumsfaktor tatsächlich mitogen auf neuronale Stammzellen von Ratten. Interessant dabei ist, dass Sport nicht die Transkription des VEGF-Gens im Hippocampus, sondern die Konzentration des im Körper zirkulierenden VEGFs erhöht. Dieses VEGF kann die Blut-Hirn-Schranke (einer natürlichen Schutzmembran) überwinden und im Gehirn die Neurogenese stimulieren.

Es zeigte sich: Betroffene mit neurodegenerativen Erkrankungen bzw. Hirnverletzungen könnten in Zukunft von diesen Forschungsergebnissen profitieren. Jeder kann selbst die Neubildung von Nervenzellen anstoßen, alleine schon durch ausreichende geistige Aktivität

und körperliche Bewegung und auch durch Hirnpotenzial-Feedback der Ultra langsamen Potenziale.

TIPP: Mehr zu diesem Biofeedback - Verfahren und zu Biofeedback im allgemeinen können Sie unter Hirnpotentialfeedback mit dem PcE-Scanner iQ:

http://www.eggetsberger.net/der_pce-scanner_iq.html

und Biofeedback: <http://www.eggetsberger.net/biofeedback-1.html> nachlesen.