

Freude und systematische Selbstüberschätzung im Gehirn – eine fMRT Studie

Citation for published version (APA):

Treffers, T. (2013). Freude und systematische Selbstüberschätzung im Gehirn – eine fMRT Studie. *Munich School of Management Magazine*, 2012/13, 12-15.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/2013

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

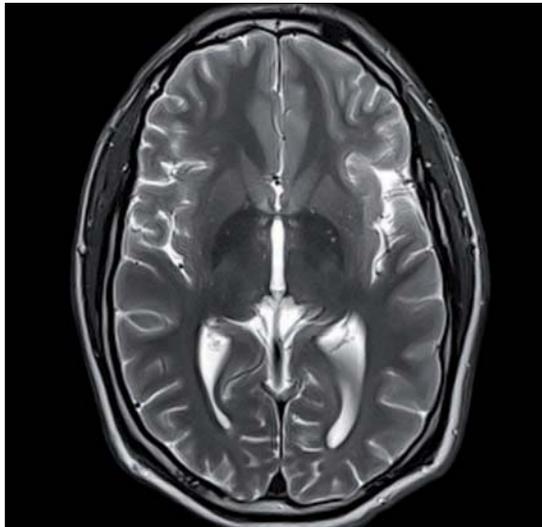
www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.



Dr. Theresa Treffers

Standardgehirn von oben ;
Standardgehirn von der Seite

Freude und systematische Selbstüberschätzung im Gehirn – Eine fMRT Studie

Der vollständige Kopf eines Menschen wiegt circa sechs Kilogramm. Das menschliche Gehirn wiegt knapp 1.300 Gramm. Das Gehirn von Männern ist etwa 150 Gramm schwerer und besitzt knapp 3,5 Milliarden mehr Gehirnzellen als das Gehirn von Frauen; das weibliche Denkorgan verarbeitet Informationen jedoch effizienter als das männliche. Obwohl das Gehirn nur knapp 2% des gesamten Körpervolumens einnimmt, verbraucht es fast 20% unserer Energie. Durch das Gehirn strömen täglich 1.200 Liter Blut (das entspricht in etwa sechs vollen Badewannen oder 120 Kästen Bier), die es mit fast 75 Litern Sauerstoff beliefern. Jeder fünfte Atemzug dient somit der Versorgung des Gehirns mit Sauerstoff.

Unser Gehirn besteht aus vielen verschiedenen Gehirnzellen, die man anhand ihres Aussehens und ihrer Funktion unterscheiden kann. Die wichtigsten und häufigsten Gehirnzellen sind die Nervenzellen (Neuronen), von denen es im menschlichen Gehirn ungefähr 100 Milliarden gibt. Neuronen kommunizieren mit anderen Neuronen, indem elektrische Impulse über Kontaktstellen (Synapsen) weitergegeben werden. Die Nervenbahnen in unserem Gehirn erstrecken sich über knapp sechs Millionen Kilometer. Das entspricht etwa dem 150-fachen des Erdumfangs oder 60 Millionen Mal von der Couch zum Kühlschrank und zurück.

Nervenimpulse, welche bis zu 100 Kilometer pro Stunde

schnell sein können, bedingen, dass elektrisch geladene Atome (Ionen) oder kleine Moleküle in die Zelle hinein oder aus ihr heraus strömen. Somit erzeugen die Ionen einen elektrischen Strom, der zu kleinen Spannungsänderungen über die Zellmembran des Neurons führt. Wenn diese Spannungsänderung die Nervenendigung eines Neurons erreicht hat, dann schüttet dieses Neuron so genannte Neurotransmitter, d.h. die chemischen Botenstoffe des Gehirns aus (z.B. Dopamin bei einem aufregenden Impuls oder Serotonin bei einem angstlösenden Impuls). Diese Neurotransmitter binden sich dann an Rezeptoren eines anderen Neurons oder aber an eine Muskel- oder Drüsenzelle. Wenn der Neurotransmitter gebunden ist, dann verändert diese Bindung die elektrische Spannung der anderen Zelle und löst damit eine Reaktion aus, z.B. eine Muskelkontraktion, eine Emotion oder eine Entscheidung.

Aktuelle Gehirnforschung

Was gibt es spannenderes für uns WissenschaftlerInnen als das menschliche Gehirn zu untersuchen? Wohl nicht viel. Das menschliche Gehirn ist eines der komplexesten und gleichzeitig eindrucksvollsten Gebilde, die die Natur erschaffen hat. Obwohl die Neurowissenschaften als eine relativ junge Disziplin noch in den Kinderschuhen steckt, legen erste Erkenntnisse die Vermutung nahe, dass wir es in vielfacher Hinsicht mit einem Superlativ zu tun haben.

Seitdem die Ökonomie Mitte der 90iger Jahre das Feld der Neurowissenschaften entdeckt hat, boomt dieser neue Forschungsstrang. Während 1995 noch vier akademische Artikel pro Jahr mit den Schlüsselwörtern „brain“ und „decision making“ publiziert wurden, findet man heute rund 200 Artikel pro Jahr, auf die

diese Schlagwörter passen. Die Neuroökonomie versucht die Methoden zur Untersuchung der Gehirnaktivitäten zu nutzen, um ökonomische Theorien und Modelle zu untersuchen, oder um bislang unzureichend verstandene ökonomische Phänomene genauer zu beleuchten. Zu den gängigen neurowissenschaftlichen Untersuchungsmethoden zählen unter anderem die Funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT), Elektromagnetische Aufnahmen wie Elektroenzephalografie (EEG) und Magnetoenzephalographie (MEG), Positronenemissionstomographie (PET), Transkranielle Magnetstimulation (TMS), aber auch pharmazeutische Methoden zur Untersuchung von Hormonen und Neurotransmittern.

Für mich als Verhaltenswissenschaftlerin führte meine Forschungsagenda somit zwangsläufig in das Feld der Neurowissenschaften. Zu Entscheidungsverhalten werden seit Jahrzehnten immer neue Studien veröffentlicht, deren Ergebnisse mit rein verhaltenswissenschaftlichen Untersuchungen nicht ausreichend erklärt zu werden scheinen. Hier kann die Untersuchung des Gehirns Aufschlüsse darüber geben, wie ökonomische Entscheidungen „wirklich“ getroffen werden. Entscheidungsphänomene, die bisher nur unzureichend erfasst werden konnten, können nun mit neurowissenschaftlichen Methoden grundlegend untersucht und besser verstanden werden.

Kooperation mit NeurowissenschaftlerInnen

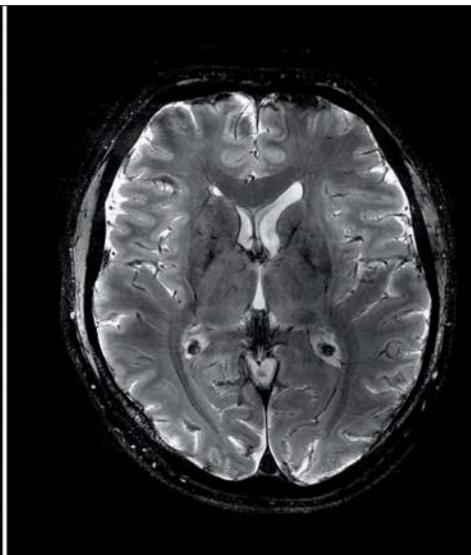
Auf der NeuroPsychoEconomics Konferenz in München 2011 habe ich Kai Fehse vom Institut für medizinische Psychologie der LMU München kennengelernt. Das Institut für medizinische Psychologie unter Leitung von Prof. Ernst Pöppel führt fast ausschließlich neurowissenschaftliche Untersuchungen mit

Magnetresonanztomographen durch. In den Untersuchungen des Instituts sind häufig rein psychologische Paradigmen wie beispielsweise Aufmerksamkeit oder Wahrnehmung Gegenstand, aber es werden auch angewandte Studien zur Markenerkennung und Kommunikation sowie zum individuellen Entscheidungsverhalten durchgeführt. Dieses Institut erschien mir daher sofort als der ideale Kooperationspartner für ein neurowissenschaftliches Projekt zum besseren Verständnis des ökonomischen Entscheidungsverhaltens.

Auf der gleichen Konferenz habe ich auch Prof. Elke Weber von der Columbia Universität in New York kennengelernt. Während meines mehrmonatigen Besuchs bei ihr in New York im darauffolgenden Jahr habe ich mit ihrer Unterstützung sehr sorgfältig an der Ausarbeitung meines ersten Neuroexperiments gearbeitet. Für die Ausarbeitung des Experimentaldesigns war es zunächst notwendig, dass ich die Methode der fMRT grundlegend verstehe. Erst anschließend war ich in der Lage, meine ökonomische Forschungsfrage in ein neurowissenschaftliches Experimentaldesign zu übersetzen. Mit diesem Experimentaldesign konnte ich mich dann für die Verfeinerung des Vorgehens und die technische Durchführung des Experiments an das Institut für medizinische Psychologie wenden.

Funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT)

Die funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT) oder functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI) oder funktionelle Kernspintomographie ist seit ungefähr 15 Jahren eine gängige Methode in den Neurowissenschaften. Die sogenannte Magnetresonanztomographie (MR)-Technik ermöglicht die dreidimensionale Darstellung von Gehirnarealen, die bei Ausübung bestimmter



Magnetresonanztomograph

Gehirnbilder - aufgenommen mit einem 3 Tesla (links) und einem 7 Tesla (rechts) Kernspintomographen

Aufgaben aktiv sind. Vorläufer dieses bildgebenden Verfahrens sind die dreidimensionale Computer-Tomographie und zweidimensionale Röntgenbilder, welche jedoch ungeeignet sind, um feine Strukturen im Gehirn zu erkennen.

Ein Magnetresonanztomograph (umgangssprachlich auch Scanner; siehe Abbildung S.13 rechts) misst die Aktivität von mehreren tausend Neuronenaktivitäten, indem er die Veränderung im Blutsauerstoffgehalt quantifiziert. Das MR-Signal misst das sogenannte BOLD-Signal (Blood oxygenation level-dependent), d.h. den Unterschied in den magnetischen Eigenschaften zwischen sauerstoffreichem (aktivem) und sauerstoffarmen (inaktivem) Blut. Für eine reliable Messung des BOLD-Signals muss das aktive und inaktive Gehirn zu mehreren Zeitpunkten gemessen werden (sog. Trials). Während das Gehirn gescannt wird, liegen die Probanden ruhig auf dem Rücken im Scanner.

Etwa alle 2,5 Sekunden bildet der Scanner das komplette Gehirn vom Kinn nach oben in mehreren tausend Schichten ab. Damit hat die fMRT im Vergleich zu anderen neurowissenschaftlichen Methoden eine relativ hohe zeitliche Auflösung von wenigen Millisekunden (temporal resolution). Die fMRT hat außerdem eine umso höhere räumliche Auflösung (spatial resolution), je stärker das Magnetfeld des Scanners ist. Während ein 1,5 Tesla Scanner (kurz 1,5T MR) eine Auflösung von knapp 1 Millimeter hat, so hat ein 3T MR nur noch einen Bruchteil eines Millimeters an räumlicher Auflösung. Ergo, je mehr Magnetstärke bzw. je mehr Tesla der Scanner hat, desto genauer werden die Bilder der aktivierten Gehirnareale abgebildet (siehe Abbildungen unten links auf S. 13). Zur Orientierung: Ein 3T MR hat ein knapp 3.000 Mal so starkes Magnetfeld wie ein 1,5T MR. 1,5 bis 3 Tesla sind übliche Magnetstärken von Magnetresonanztomographen.

Einige wenige Universitätskliniken besitzen Scanner mit bis zu 9 Tesla, die allerdings ausschließlich zu Forschungszwecken eingesetzt werden. Hersteller von Scannern sind General Electric, Philips und Siemens. Ein neuer Scanner kostet knapp drei Millionen Euro.

Nach derzeitigem Wissensstand sind keine nachteiligen Wirkungen durch Untersuchungen mit einem Magnetresonanztomographen beim Menschen bekannt. Aufgrund des starken Magnetfelds des Scanners müssen jedoch bestimmte Sicherheitsvorkehrungen vor der Durchführung jeder Studie getroffen werden. Die Probanden dürfen unter keinen Umständen metallische Gegenstände im (z.B. Herzschrittmacher, Zahnfüllungen, Tätowierungen) oder am Körper (z.B. Ohringe, Piercings, BH-Bügel) tragen. Sollte jemand sein Handy in der Hosentasche beim Betreten des Scannerraums vergessen haben, so werden alle Daten durch das Magnetfeld des Scanners gelöscht. Probanden sollten außerdem keine klaustrophobischen Tendenzen haben und nicht lärmempfindlich sein. Der Scanner hört sich während der Untersuchung in etwa so an wie ein Hardcore Beat auf einer Technoparty. Ohrenstöpsel sind – wie auf Technopartys – vor Beginn erhältlich. Frauen müssen zudem vor der Untersuchung einen negativen Schwangerschaftstest vorweisen.

Die Fehlinterpretation erster fMRT-Ergebnisse hat der Glaubwürdigkeit und dem Ansehen dieses doch vielversprechenden neuen Forschungsfeldes nachdrücklich geschadet – ähnlich wie die ersten Studien zur genetischen Verhaltensforschung. Es ist daher von größter Wichtigkeit, die Methode der fMRT genau zu verstehen und auch entsprechende statistische Auswertungsverfahren zu kennen und anzuwenden. Der Neuropsychologe Craig Bennett von der Universität von Kalifornien in Santa Barbara hat



Ein Teil des Forscherteams (v.l.n.r. Kai Fehse, Institut für medizinische Psychologie; Theresa Treffers, Forschungsstelle für Information, Organisation und Management; Vanessa Pfahler, Institut für Klinische Radiologie; Evgeny Gutyrchik, Institut für medizinische Psychologie)

2009 die Gehirnströme eines toten Lachses gemessen. Bennett hat dem toten Lachs verschiedene Bilder von fröhlichen und ängstlichen Gesichtern von Menschen gezeigt und ihn (Ja, den Lachs!) anschließend über die Bilder befragt. Die Ergebnisse mittels fMRT zeigten Gehirnaktivitäten des toten Lachses, welche Bennett im „Journal of Serendipitous and Unexpected Results“ mit dem Titel „Neural Correlates of Interspecies Perspective Taking in the Post-Mortem Atlantic Salmon: An Argument For Proper Multiple Comparisons Correction“ veröffentlichte. Mit diesem Artikel zeigte Bennett, dass solche absoluten Zufallsergebnisse entstehen können (so genannte false-positives), wenn man keine angemessenen statistischen Korrekturen bei fMRT-Datenauswertungen vornimmt. Für diesen Artikel, der WissenschaftlerInnen zuerst zum Lachen und dann zum Nachdenken angeregt hat, hat Bennett 2012 den IgNobelpreis erhalten, der jährlich für skurrile und sonderliche Forschung an der Harvard Universität in Cambridge vergeben wird.

Meine Studie zu Emotion und systematischer Selbstüberschätzung

Im Januar und Februar 2013 wurde eine erste Studie zum Einfluss von aufgeregter Freude (excitement) auf systematische Selbstüberschätzung (overconfidence) im Magnetresonanztomographen des Universitätsklinikums der LMU in der Innenstadt durchgeführt. Dieses Experiment ist der erste Teil eines größeren Forschungsprojekts, welches einerseits den direkten Zusammenhang von Freude, Angst und Selbstüberschätzung untersuchen möchte und andererseits darauf abzielt einen Mechanismus zu identifizieren, wie positive und negative Emotionen und systematische Selbstüberschätzung im Gehirn zusammenspielen.

Im Vergleich zu verhaltenswissenschaftlichen Experimenten, welche meist als between-subjects Experimente designed sind, werden fMRT-Experimente fast ausschließlich als within-subjects Experimente aufgestellt. Während in between-subjects Designs üblicherweise ein Teil der Probanden ein Emotionstreatment bekommt und der andere Teil ein Kontrolltreatment, würden in within-subject Designs alle Probanden das Emotions- und das Kontrolltreatment durchlaufen. Außerdem wird im Vergleich zu verhaltenswissenschaftlichen Experimenten in fMRT-Studien die untersuchte Entscheidung nicht einmal gemessen, sondern zwischen 8- bis 12-mal (sog. Trials). Durch diese mehrmaligen Trials entsteht ein reliableres Maß für die Gehirnaktivität der untersuchten Entscheidung. Bei der statistischen Auswertung werden diese Trials je experimentellem Treatment kumuliert.

Bevor die Untersuchung im Scanner begann, wurden die Teilnehmer auf alle Sicherheitsvorkehrungen aufmerksam gemacht und gebeten, einen Fragebogen mit Angaben zu ihrer Person auszufüllen. Anschließend haben wir mit allen Teilnehmern Testexperimente auf dem Papier und Übungsexperimente auf

dem Laptop durchgeführt. Bevor die Teilnehmer im Scanner liegen, muss sichergestellt werden, dass sie die Instruktionen und Abläufe der Untersuchung gut verstanden haben. Ansonsten kann es zu Artefakten im Scanner kommen, die die Ergebnisse der Studie verfälschen. Die Teilnehmer dieser Studie mussten – neben den sicherheitstechnischen Vorgaben (kein Metall im und am Körper, keine klaustrophobischen Tendenzen etc.) – folgende Eigenschaften erfüllen: Männlich, zwischen 25 und 35 Jahre alt, Rechtshänder, mindestens Abitur. Für fMRT-Studien ist es notwendig, dass die Gehirne der Teilnehmer möglichst jung, aber gleichzeitig voll ausgebildet, und untereinander vergleichbar sind.

Zur Untersuchung von Freude und Selbstüberschätzung in dieser ersten Studie wurden vier within-subjects Bedienungen (behavioral: treatments, neuronal: conditions) erstellt. In zwei Bedienungen wurden die Probanden mit Bildern in freudige oder neutrale Stimmung versetzt und in zwei Bedienungen haben die Probanden entweder potenziell selbstüberschätzte Entscheidungen oder Kontrollentscheidungen getroffen. Jede der vier Bedienungen bestand aus 8 Trials. Ein Trial bestand immer aus der Anzeige von drei Bildern, der Beantwortung von drei Entscheidungen und einer 9-sekündigen Pause. Insgesamt hatte das Experiment 32 Trials à 54 Sekunden, also insgesamt 30 Minuten, die die Teilnehmer im Scanner verbrachten. Insgesamt dauerte die Teilnahme an der Studie knapp 2,5 Stunden. Die Probanden konnten für ihre Teilnahme 40 Euro Fixauszahlung und weitere 60 Euro in Abhängigkeit ihrer Performance im Experiment erhalten.

fMRT-Experimente werden üblicherweise in dem Anzeigeprogramm Presentation programmiert, das den TeilnehmerInnen die Stimuli und Entscheidungen randomisiert anzeigen kann. Die TeilnehmerInnen sehen die Bilder über einen Monitor, während sie im Scanner liegen. Für die Entscheidungen haben die TeilnehmerInnen eine Button-Box mit zwei oder vier Knöpfen auf dem Bauch liegen. Außerdem gibt es einen Knopf, den die TeilnehmerInnen bei Notfällen drücken können. Der verantwortliche Radiologe ist zusätzlich während der gesamten Untersuchung mit dem Probanden im Scanner über Mikrofon verbunden.

Die Datensammlung der ersten Studie ist seit Kurzem abgeschlossen. Es gab keine Zwischenfälle während der Untersuchung. Niemandem wurden die Zahnfüllungen durch den Magneten des Scanners heraus gezogen, keine Handydaten wurden gelöscht, keine TeilnehmerInnen haben im Scanner klaustrophobe Ängste entwickelt und es gab keine Bewegungsartefakte während der Untersuchung. Die Datenauswertung erfolgt in den nächsten Monaten und ich werde mich der Herausforderung der statistischen Auswertung der im fMRT generierten Daten stellen. Die Lernkurve bleibt weiterhin steil!

Theresa Treffers