

Neues »Wissen« vom Menschen?

Eine Betrachtung neurowissenschaftlicher Erkenntniskonstruktion und deren Rezeption

ANDREAS KRAMM

S. 7-14

1. Einleitung

Angeregt durch die Forschungen der Neurowissenschaften hat sich im vergangenen Jahrzehnt die wissenschaftliche Disziplin der »Sozialen Neurowissenschaften« etabliert. Mit Hilfe von Verhaltensexperimenten und medizinischen bildgebenden Verfahren soll das Sozialverhalten des Menschen erforscht werden. Themengebiete, die traditionell eher den Gesellschaftswissenschaften zugeordnet wurden, werden nun also zum Forschungsfeld biologischer, chemischer und medizinischer Herangehensweisen.

Als ich mich im Wintersemester 2010/ 2011 auf den Weg machte, um das Blockseminar »Einführung in die Sozialen Neurowissenschaften« am Frankfurter Fachbereich für Medizin zu besuchen, ahnte ich bereits, dass ich die mir vermittelten Ansätze über die Konstruktion wissenschaftlicher Erkenntnis in diesem Seminar kaum ausblenden könnte. Ich war sehr gespannt, ob und auf welche Weise die Ergebnisse der Sozialen Neurowissenschaften kritisch betrachtet würden.⁽¹⁾

Außer mir nahmen nur Mediziner an dem Seminar teil. Die in diesem Text behandelte Studie sollte ich referieren. Dabei stellte ich schnell fest, dass ich diese nicht einfach referieren, also »wiedergeben« konnte. Bei meiner Recherche stieß ich dann auf folgendes Zitat:

»Ein Spray mit dem Hormon Oxytocin macht Menschen vertrauensselig: Wer Oxytocin durch die Nase einatmet, ist eher geneigt, fremden Menschen zu vertrauen und ihnen zum Beispiel sein Geld für Investitionen zu überlassen.«

(URL 1)

Somit rückte für mich nun auch die Rezeption der wissenschaftlichen Erkenntnisse der Sozialen Neurowissenschaften in den Fokus meines Interesses. Zu der hier zitierten Feststellung ließ sich am zweiten Juni 2005 ein Autor der Online-Redaktion des Focus hinreißen. Mit dieser Aussage bezieht er sich auf die Ergebnisse der Studie des Ökonomen Michael Kosfeld (2005), welcher mit Neu-

(1) Zu meiner Erleichterung war die Seminarleitung gegenüber jeglicher Kritik offen.

rowissenschaftlern zusammen gearbeitet hat. In einer späteren Studie des Neurowissenschaftlers Thomas Baumgartner (2008) wurde diese Studie weiter geführt. Die letztere der beiden Studien referierte ich in dem Seminar und werde ihre Methodik und Ergebnisse hier diskutieren.

Das angeführte Zitat aus dem Online-Focus lässt vermuten, dass das, was die Frankfurter Kulturanthropologin Petra Ilyes bezüglich der Wahrnehmung wissenschaftlicher Erkenntnis im Jahr 2006 attestierte, immer noch gilt: Wissenschaftliche Erkenntnis wird zwar häufig zur Argumentation genutzt, jedoch werden die Entstehungsbedingungen dieser Erkenntnisse oft nicht reflektiert und die Ergebnisse werden als »entdeckt« und somit als gegeben verstanden (vgl. Ilyes 2006). Es lässt folglich nach den Bedingungen der Wissensgenerierung in den Sozialen Neurowissenschaften fragen.

2. Das Experiment

Um dieser Frage nach zu gehen, werde ich die bereits erwähnte und dem Bereich der Sozialen Neurowissenschaften zuzuordnende Studie von Thomas Baumgartner (2008) darstellen. In dieser Studie sollte die Wirkung der Ausschüttung des Neuropeptids Oxytocin untersucht werden.⁽²⁾ Eine zusätzliche Dosis des körpereigenen Botenstoffs wird dabei einer von zwei Probandengruppe durch die Nase verabreicht. Zu Beginn ihrer Studie führen die Wissenschaftler an, dass Vertrauen grundlegend für soziale Beziehungen des Menschen sei. So sei Ökonomie oder auch Politik nicht denkbar ohne gegenseitiges Vertrauen. Bei Tierversuchen habe sich außerdem gezeigt, dass die Ausschüttung von

Oxytocin bei Säugetieren—wozu auch der Mensch gehöre—die Wahrscheinlichkeit prosoziales Verhalten zu zeigen, wie zum Beispiel Zuneigung, erhöhe. Somit erschien die These, dass Oxytocin beim Menschen »Vertrauen« begünstige und sogar das Zustandekommen sozialer Interaktion im allgemeinen fördere, als begründet. Nachdem die erste Studie aus dem Jahr 2005 diese Vermutung zu bestätigen schien, wurde die Studie 2008 mit komplexerer Methodik wiederholt.⁽³⁾

Für eine kritische Auseinandersetzung mit den Ergebnissen müssen zunächst grundlegende Annahmen und der Versuchsaufbau erläutert werden: Die Untersuchung ist eine Kombination zweier Methoden. Zum einem

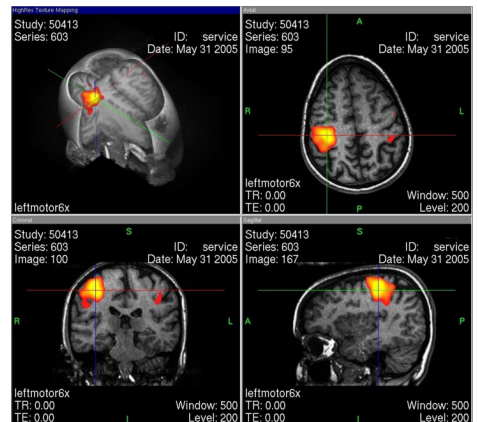


Abb. 1

wird das medizinische bildgebende Verfahren fMRT angewandt. fMRT (funktionelle Magnetresonanztomographie) wird eingesetzt um nachzuweisen, dass bestimmte Gehirnregionen mit bestimmten Bewusstseinszuständen zu assoziieren seien. Aber auch die praktische Medizin kann dieses bildgebende Verfahren nutzen, um bei Operationen In-

(2) Als Neuropeptid werden organische Verbindungen bezeichnet, die als Botenstoffe der Nervenzellen fungieren. Oxytocin wird als Hormon bezeichnet.

(3) Der Großteil der an der ersten Studie teilnehmenden Forscher war auch an der zweiten Studie beteiligt.

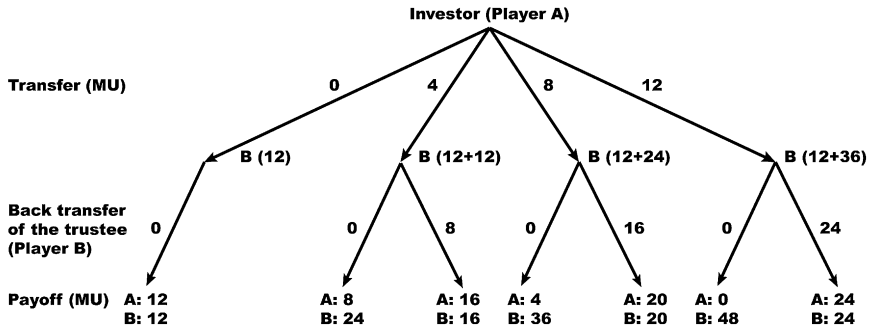


Abb. 2

formationen über den Zustand des Gehirns zu erlangen. Wichtig ist hier jedoch, dass das komplizierte Verfahren nicht ein »Feuern der Neuronen« abbildet, sondern lediglich einen erhöhten Sauerstoffverbrauch bestimmter Regionen des Gehirns.

Als zweite Methode wird das Verhaltensexperiment »Trust-Game« verwendet. Dieses wurde im Zusammenhang der experimentellen Wirtschaftsforschung entwickelt, bereits in der Studie aus dem Jahr 2005 verwendet und habe gezeigt, dass die Ausschüttung Oxytocins dazu beitrage, dass Menschen trotz der Erfahrung, dass ihr »Vertrauen« missbraucht wurde, weiterhin vertrauen. Es wurde also ein Verhaltensexperiment im Zu-

sammenspiel mit einer fMRT-Untersuchung angewandt. Die freiwilligen Probanden, die vor den Versuchen mit Hilfe von Fragebögen auf psychische Auffälligkeiten getestet wurden, lagen also in einem Magnetresonanztomograph (siehe Abb. 3) und sollten dabei in einem relativ simplen Spiel mit einem unbekanntem Probanden interagieren.⁽⁴⁾

Das Spiel lässt sich gut an einer Darstellung erklären (siehe Abb. 2): Der Proband A erhält beim so genannten »Trust-Game« einen Betrag Spielgeld.⁽⁵⁾ Er kann sich nun entscheiden, wie viel er dem Probanden B von diesem Betrag abgeben möchte. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der abgegebene Betrag verdreifacht wird. Anschließend kann der Proband B, der bereits den gleichen Spielgeldbetrag wie Proband A zu Beginn erhalten hat, entscheiden, wie viel er von seinem Spielgeld an Proband A zurück gibt. Das Guthaben des Probanden B setzt sich dabei aus dem vor Beginn der Interaktion erhaltenen Betrag und dem verdreifachten Betrag dessen, was Proband A abgegeben hat, zusammen. Proband A muss also darauf »vertrauen«, dass Proband B Spielgeld an ihn zurück gibt. Im »fairsten« Fall haben beide Probanden nach der Interaktion gleich



Abb. 3

(4) Außerdem wurde ebenfalls mit Fragebögen die aktuelle Befindlichkeit der Probanden vor und nach der Durchführung des Experiments erfragt. Beide Fragebögen wurden von Psychologen erstellt.

(5) Das Spielgeld wurde nach dem Versuch allerdings in realer Währung ausgezahlt um einen Anreiz zu schaffen.

viel Spielgeld. Es kann aber auch so enden, dass Proband A leer ausgeht und Proband B das gesamte Spielgeld besitzt. Um Kritik an ihrer Vorgehensweise vorzubeugen, wurde der Versuchsaufbau jedoch mit einigen Feinheiten versehen. Als Kontrollspiel wurde das so genannte »Risk-Game« eingesetzt, welches zum bereits erläuterten »Trust-Game« den einzigen Unterschied aufweist, dass Proband B kein Mensch ist, sondern ein Computer. So sollte ausgeschlossen werden, dass das Verhalten der Probanden mehr durch Risikobereitschaft als durch die Reaktion auf soziale Interaktion beeinflusst wird. Die Probanden betreiben also kein Glücksspiel mit einem Computer, sondern reagieren in einer Interaktion auf die Handlungen eines anderen Menschen. Was die Probanden jedoch nicht wussten: Diese Interaktion wurde konstruiert. Die Reaktionen der Probanden B wurden aus einem anderem »Trust-Game« Spielablauf so zusammengesetzt, dass die Probanden A im »Trust-Game« in genau 50% der Fälle enttäuscht wurden. Dies war für die Durchführung des Experiments wichtig, da die Probanden nach genau 12 Spielabläufen, wobei sich »Trust« und »Risk Game« immer abwechselten, ein Feedback bekommen sollten: Ihr »Vertrauen« wurde in genau 50% der Fälle nicht mit einer hohen Rückzahlung des Probanden B belohnt. So vermittelten die Leiter des Experiments den Probanden A eine fünfzigprozentige Chance, dass ihre Investitionen belohnt würden.

Letztendlich ist es die auf dieses negative Feedback folgende Reaktion, welche für die Forscher von Interesse ist. Denn vorher wurden die Probanden A in zwei Gruppen aufgeteilt, von denen die Probanden der einen

Gruppe nasal Oxytocin verabreicht bekamen und die andere Gruppe nur ein Placebo erhielt.⁽⁶⁾

Es zeigte sich, dass nach dem negativen Feedback die Probanden, die Oxytocin erhalten hatten, weiter ähnliche Beträge an die Probanden B weitergaben, wie vor dem Feedback. Die Probanden A jedoch, die nur ein Placebo bekommen hatten, gaben nun erheblich weniger Spielgeld an ihre Interaktionspartner weiter. Interessant ist auch, dass diese Verhaltensänderung nur beim »Trust-Game« zu beobachten war. Im »Risk-Game« verhielten sich beide Gruppen gleich. Welches Spiel gerade gespielt wird, wurde den Probanden dabei mitgeteilt. Daraus könne man schließen, dass die Verhaltensänderung nur im Zusammenhang mit sozialer Interaktion zu verstehen sei. An dieser Stelle werden dann die fMRT-Ergebnisse in die Überlegungen miteinbezogen. Bei der mit Oxytocin behandelten Gruppe zeigten verschiedene Gehirnregionen, namentlich die Amygdala, das Mittelhirn und der Nucleus Caudatus eine verminderte »Aktivität«. Die Amygdala und das Mittelhirn werden dabei meist mit Prozessen der Angstverarbeitung in Verbindung gebracht. Wohingegen der Nucleus Caudatus mit Verhaltensmodellierung, also auch Reflexionen eines Feedbacks und dessen Verarbeitung, assoziiert werden kann. Es ließe sich daher vermuten, dass die verminderte »Aktivität« dieser Regionen die Angst vor einem erneuten Vertrauensbruch durch den Probanden B vermindert. Ein andere Region des Gehirns zeigte eine signifikant höhere »Aktivität« bei der Oxytocin-Gruppe: der Nucleus Accumbens. Dieser wird als Teil des Belohnungssystems des Gehirns verstanden. Dies ließe die Inter-

(6) Es handelte sich hierbei um einen »double-blind« Versuch, wobei weder die Probanden noch die Leiter des Experiments wussten, wer Oxytocin und wer ein Placebo verabreicht bekommen hatte.

pretation zu, dass dessen »Aktivierung« auf eine Belohnung für das ungebrochene Vertrauen hinweisen könnte.

Somit kommen die Wissenschaftler zu dem Schluss, dass Oxytocin die »Aktivität« in Regionen des Gehirns, die mit Verhaltensmodellierung und Angstverarbeitung assoziiert werden, verringert und so »Vertrauen« trotz eines Vertrauensmissbrauchs fördere – eventuell sogar einem prosozialem Verhalten zuträglich ist. Diese Wirkung von Oxytocin könne eventuell sogar schwerwiegende Disfunktionen wie Autismus oder andere Krankheiten, die mit verringerten sozialen Fähigkeiten einhergehen, behandelbar machen. So hätten autistische Patienten, denen Oxytocin verabreicht wurde, vermehrt Augenkontakt gesucht und hätten soziale Informationen besser verarbeiten können.

3. Kritik

Aber wie und mit Hilfe welcher Vorannahmen ist es zu diesem »Wissen« gekommen?

Gleich zu Beginn der Studie fällt auf, dass der Begriff oder das Verhalten, das gemeinhin als »Vertrauen« bezeichnet wird, nicht genauer definiert wird. Lexika definieren »Vertrauen« als die Annahme einer erwarteten oder positiven Entwicklung. Man erwarte von seinem Interaktionspartner, dass er in einem Rahmen gemeinsamer Vorstellungen handle. Dabei sei zu beachten, dass der Interaktionspartner also auch über Handlungsalternativen verfüge, die nicht der erwarteten Handlung entsprächen (URL 2). Es stellt sich die Frage, ob der Versuchsaufbau allgemein gültige Erkenntnisse zu »Vertrauen« ermöglicht. Vielmehr scheint der Versuchsaufbau eine sehr differenzierte und beschränkte Art von »Vertrauen« zu untersuchen: Es wird untersucht, in welcher Art und Weise Oxytocin dazu beiträgt, nach einem Vertrauensbruch in einer ökonomischen Inter-

aktion, die klar als Spiel gekennzeichnet ist, weiter zu »vertrauen«. Das »Vertrauen«, das ein Kind einem Erwachsenen gegenüber aufbringt, wenn es darauf »vertraut«, dass diese Person, beispielsweise ein Zahnarzt, ihm nichts Negatives zufügen, sondern ihm helfen will, ist hiervon sicherlich zu unterscheiden.

Auch die verwendeten Methoden sind zu berücksichtigen. Man muss sich vergegenwärtigen, dass die Interaktionen der Probanden in einem sehr künstlichen Rahmen stattfanden. Die Personen haben keinen direkten Kontakt, der Proband A liegt in einer engen fMRT-Röhre und handelt über einen Monitor. Der Proband B existiert eigentlich gar nicht in der direkten Interaktion, da seine Reaktionen vorher so zusammengesetzt werden, dass er in 50 % der Fälle Proband A »betrügt«. Die Interaktion war also nur aus Sicht der Probanden A real. Die Probanden B waren eigentlich gar nicht vor Ort. Dies kann wohl keinesfalls mit einer sozialen Interaktion, bei der »Vertrauen« eine Rolle spielt, verglichen werden. Es ist natürlich unumstritten, dass kein fMRT-Verfahren in solchen »natürlichen« Situationen angewandt werden kann. Dennoch ist der Umstand der Interaktion zu beachten, da »nirgends im Laboratorium die >Natur< und die >Realität< [zu finden]« ist (vgl. Knorr-Cetina 1991).

Hier kann man sich noch einmal vergegenwärtigen, was das durch das fMRT generierte Bild überhaupt zeigt. Es würde sicherlich zu viel Raum einnehmen, die naturwissenschaftliche Fundierung dieser Methode detailliert darzulegen. Dennoch lässt sich darauf verweisen, dass die so hergestellten Bilder keinen direkten Zugang zu Prozessen im Gehirn bieten. Es handelt sich um Differenzbilder (vgl. Schad 2002). Das Bild der »Aktivität« des Gehirns vor der Transaktion

wird mit dem Bild der »Aktivität« bei der Transaktions-Entscheidung verglichen. So kann bei einem Übereinanderlegen dieser beiden Bilder festgestellt werden, in welchem Bereich des Gehirns mehr »Aktivität« stattfindet. Hier sei daran erinnert, dass nicht das »Feuern der Neuronen« sondern eine Veränderung im Sauerstoffgehalt und der Durchblutung festgestellt wird. Fraglich ist auch, wie der »Normalzustand« des Gehirns, also vor der Interaktion, zu interpretieren ist. Denn ein Zeitpunkt, an dem das Gehirn nichts denkt, fühlt, verknüpft, entscheidet oder wie man die komplexen Vorgänge auch immer beschreiben will, gibt es nicht – bis zum Tod. Außerdem ist hier zu beachten, dass keine Region des Gehirns einzeln agiert. Es sind immer einen Vielzahl von Regionen in komplexe neuronale Prozesse eingebunden. Die Feststellung, dass ein Bereich des Gehirns etwas Bestimmtes »steuert« ist eine unzulässige Vereinfachung, die der Komplexität der Vorgänge nicht entsprechen kann.

Ein weiterer Stolperstein auf dem Weg zur Erkenntnis über den Einfluss von Oxytocin auf unser »Vertrauen« findet sich im Versuchsaufbau. Den Probanden wurde Oxytocin nasal verabreicht. Das Oxytocin muss also über die Nasenschleimhaut aufgenommen werden, ins Blut weitergegeben werden und anschließend vom Blut an die Zellen des Gehirns übermittelt werden, die angeblich eine verminderte »Aktivität« aufweisen. Dies hört sich schlüssig an, übergeht jedoch einen wichtigen Teil des Vorgangs: Um das Gehirn vor schädlichen Stoffen aus dem Blutkreislauf zu schützen, grenzt die Blut-Hirn-Schranke das Zentralnervensystem, dem unter anderem auch das Gehirn zuzuordnen ist, den Blutkreislauf von den Zellen im Gehirn ab. Diese physiologische Barriere hindert viele—auch natürlich im Blut vorhandene Stoffe—aran, auf die Nervenzellen

Einfluss zu nehmen. Ob Oxytocin als körpereigenes Hormon, wenn es zusätzlich verabreicht wird, diese Barriere »durchbrechen« kann, ist jedoch noch nicht vollständig geklärt (vgl. Leonhardt 1987). Die Ergebnisse der Studie lassen dies zwar vermuten, dabei ist jedoch zu beachten, dass die Forscher dies bereits bei ihrem Versuchsaufbau annehmen. Dass Oxytocin in Tierversuchen offensichtlich direkten Einfluss auf das Gehirn der Versuchstiere genommen hat, bietet keinen endgültigen Beweis. Hier wird nach dem Zirkelschluss-Prinzip zuerst der menschliche Begriff des »Vertrauens« auf tierisches Verhalten und die damit verbundenen Versuche übertragen. Anschließend wurden die Ergebnisse der Tierversuche wieder als Annahmen über menschliches Verhalten auf den Menschen übertragen. Eine lange Kette von Bedeutungsübertragungen, die nicht als zuverlässig gelten kann.

Des Weiteren ist die Selektion der Ergebnisse zu beachten. Es wird nicht das gesamte Gehirn betrachtet und in einigen der Hirnregionen, die angeblich von Oxytocin beeinflusst ihre »Aktivität« verändern, ist der Unterschied zwischen der Placebo-Gruppe und der Oxytocin-Gruppe sehr gering. So ist die Differenz der beiden Gruppen nach dem Feedback im ACC (Anteriorer Cingulärer Cortex) kaum zu erkennen (rechte Säulen; links: Placebo/ rechts: Oxytocin; siehe Abb. 4).

Statistische Signifikanz ist zwar ein wissenschaftlich meist akzeptiertes Maß, kann aber nicht darüber hinweg täuschen, dass die Aktivierungsmuster der Gehirne der beiden Probanden-Gruppen teilweise nur geringe Abweichungen aufweisen.

Welche Hirnregionen dabei als Untersuchungsschwerpunkt ausgewählt werden, verdeutlicht den konstruktiven Charakter der wissenschaftlichen Vorgehensweise. Es wer-

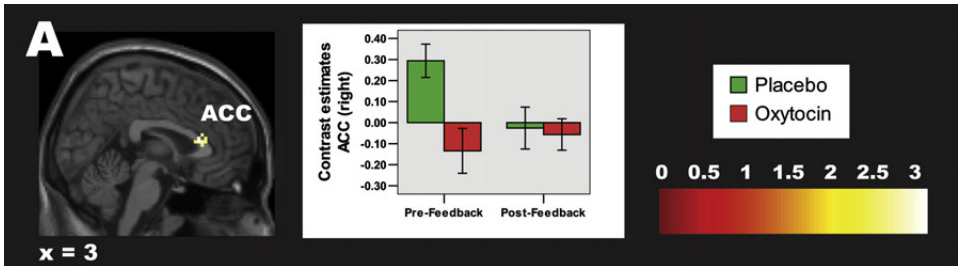


Abb. 4

den nur die Hirnregionen betrachtet, die einen statistisch signifikanten Aktivitätsunterschied aufweisen und deren »Funktionen« in anderen Studien hinreichend entschlüsselt zu sein scheinen. Denn nur so ist eine Interpretation der Ergebnisse möglich. Würde man nicht zu wissen glauben, dass die Amygdala mit Angstverhalten in Verbindung gebracht werden kann, wäre das Ergebnis ihrer verminderten »Aktivität« völlig wertlos.

Es war mir ein Anliegen auf die Problematiken hinzuweisen, auf die ein Student der Kulturanthropologie bei der Beschäftigung mit derartigen Studien stoßen könnte. Die Ergebnisse sind, wie alle Erkenntnisse der Wissenschaften, konstruiert.⁽⁷⁾ Denn selbst jeder Prozess der Wahrnehmung erscheint den Neurobiologen Humberto R. Maturana und Francisco J. Varela zufolge als »Hervorbringen einer Welt« (Maturana & Varela 1984, 33), die außerhalb des wahrnehmenden Individuums nicht existiert.

Die Tendenz der Medien, auf biologischen und medizinischen Grundlagen basierende Studien als absolutesten aller Beweise darzustellen, kann so hinterfragt werden. Eine einfache, der Logik »Ursache – Folge« entsprechende Erklärung ist häufig bei der Entscheidungsfindung in vielen Bereichen unserer Gesellschaften angesehen und gerne

gehört. Beispielsweise war in den USA die Praxis weit verbreitet, »depressiven« Patienten das Medikament *Prozac* zu verschreiben, anstatt die individuelle Leidensgeschichte des Patienten zu analysieren. Eine auf Komplexität hinweisende und somit keine endgültige Aussage treffende Erklärung hingegen scheint schwer handhabbar. In den Medien rezitierte wissenschaftliche Erkenntnisse können leicht so interpretiert werden, dass wir den Menschen bereits nahezu komplett entschlüsselt hätten. Was komplexe kognitive Leistungen oder deren Disfunktion angeht, können die Wissenschaftler jedoch wenig mit Sicherheit sagen. Der britische Neurologe Oliver Sacks beschreibt die Fähigkeiten zweier seiner autistischen Patienten, die mathematisch unglaublich begabt erscheinen, mit folgenden Worten:

»Wir wissen nicht, wie es kommt, daß diese geistig Behinderten die Antworten fast blitzschnell geben können – ob sie sie »ausrechnen«, ob sie sie »wissen« (das heißt sich an sie erinnern) oder ob sie sie einfach irgendwo »sehen«. Wir wissen nur, daß sie mit Primzahlen eine sonderbare Freude und Bedeutung verbinden.«

Doch häufig haben Interessen ökonomisch-motivierter Akteure auf die Adaption wis-

(7) Wobei bei diesen Überlegungen konsequenterweise keines der hier vorgebrachten Argumente, die teilweise auch auf naturwissenschaftlicher Erkenntnis basieren, absolute Gültigkeit beanspruchen kann.

senschaftlicher Erkenntnis in der Öffentlichkeit größeren Einfluss. So scheint es nicht verwunderlich, dass das Produkt »Liquid Trust«, welches Oxytocin enthält und das »Vertrauen« erhöhen soll, unter anderem im 750 ml Fläschchen für 39,95 € im Internet zu erwerben ist (URL 3).

An dieser Stelle ließe sich dann fragen, ob denn der mit Oxytocin »behandelte« Mensch noch den »freien Willen« hätte, sich gegen »Vertrauen« zu entscheiden. Beeinflusst Oxytocin das menschliche Gehirn deterministisch? Nach der Definition des Neurobiologen Gerhard Roth und des Philosophen Michael Pauen wäre der Mensch frei, solange er sich selbstbestimmt zu einer Oxytocin-Verabreichung entschlossen hätte. Denn der Mensch sei als frei zu verstehen, wenn er »aufgrund der ihm zuschreibbaren Wünsche, Überzeugungen und sonstigen Motiven handelt« (Roth & Pauen 2008, 176). Stellt sich nur noch die Frage, ob man sich »Liquid Trust« selber verabreichen sollte, oder doch lieber seinem Gegenüber.

Literatur

- BAUMGARTNER, T. et al. 2008. *Oxytocin shapes the neural circuitry of trust and trust adaption in humans, Neuron*.
- ILYES, P. 2006. *Zum Stand der Forschung des englischsprachigen Scienceand Technology (STS)-Diskurses*, <<http://www.sciencepolicystudies.de/dok/STS-Forschungsstand-1.1.pdf>>, eingesehen im Januar 2011.
- KNORR-CETINA, K. 1991. *Die Fabrikation von Erkenntnis. Zur Anthropologie der Naturwissenschaften*, Suhrkamp Verlag: Frankfurt am Main.
- KOSFELD, M. et al. 2005. *Oxytocin increases trust in humans*, Nature 435.
- LEONHARDT, H. et al. 1987. *Bauelemente des Nervensystems*. (pp. 57-95) In: Dies. hrsg. Anatomie des Menschen. Band 3: Nervensystem und Sinnesorgane, Georg Thieme Verlag: Stuttgart.
- MATURANA, H. R. & VARELA, F. J. 2009. *Der Baum der Erkenntnis. Die biologischen Wurzeln menschlichen Erkennens*, S. Fischer Verlag: Frankfurt am Main. (Original 1984)
- ROTH, G. & PAUEN, M. 2008. *Freiheit, Schuld und Verantwortung. Grundzüge einer naturalistischen Theorie der Willensfreiheit*, Suhrkamp Verlag: Frankfurt am Main.
- SACKS, O. 1987. *Der Mann der seine Frau mit einem Hut verwechselte*, Rowohlt Verlag: Hamburg.
- SCHAD, L. R. 2002. *Funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT). Teil 2: Datenanalyse und Anwendungen*. (pp. 756-764) In: Der Radiologe 42/9.

Onlinequellenverzeichnis

- URL 1:
<http://www.focus.de/gesundheit/news/hirnforschung_aid_95152.html>, eingesehen im Februar 2011
- URL 2: <<http://de.wikipedia.org/wiki/Vertrauen>>, eingesehen im Februar 2011
- URL 3:
<http://www.kentare.de/product_info.php/info/p65_Liquid-Trust--Oxytocin-7-5-ml-.html>, eingesehen im Februar 2011

Bildquellenverzeichnis

- Abb. 1: <<http://data.aerzteblatt.org/bilder/2008/01/img127622.jpg>>, eingesehen im Januar 2011
- Abb. 2: Baumgartner et al. 2008, 640
- Abb. 3: <<http://www.radiologie-kuhn.de/typo3temp/pics/0122ffc1a9.jpg>>, eingesehen im Januar 2011
- Abb. 4: Baumgartner et al. 2008, 643