



Techniken gearbeitet, wie hier bei der Anwendung molekularbiologischer Techniken auf neurobiologische Fragestellungen.

Hans Thoenens letztes großes Interessengebiet erwuchs aus seiner Beobachtung, dass die Synthese von Neurotrophinen durch neuronale Aktivität reguliert werden konnte. Er erkannte früh, dass solche Befunde einen Weg zur Erzeugung neuronaler Plastizität durch lokale Modulierung der Synthese und Freisetzung von Neurotrophinen weisen konnten. Schon in den Jahren 1991 und 1992 findet sich diese seine Hypothese in zwei PNAS-Veröffentlichungen zusammen mit Dan Lindholm über die aktivitätsabhängige Synthese von BDNF und NGF im Hippocampus und von BDNF im visuellen Kortex. Weitere Arbeiten über die Regulierung der Neurotrophinsynthese durch andere Neurotrophine und die neurotrophin-induzierte neuronale Aktivität vervollständigten das Bild komplexer Regulierung neuronaler Plastizität, insbesondere auch von Langzeitpotenzierung und Langzeitdepression durch Neurotrophine. Es ist bemerkenswert, dass damit die Forschungen von Hans Thoenen an neurotrophen Faktoren, die als Untersuchung der Einflüsse von Zielgebieten auf Neuronen des peripheren Nervensystems begannen,

schließlich zur Erhellung von Mechanismen im zentralen Nervensystem führten, die höheren Gehirnfunktionen wie Lernen und Gedächtnis zugrunde liegen.

Dieser Nachruf wäre nicht vollständig, ohne die Rolle von Sonja Thoenen in Hans' Leben zu erwähnen. Lange Jahrzehnte stand sie an seiner Seite, mit vorbehaltloser Unterstützung. Sonja Thoenen hatte auch eine wichtige Funktion in seiner Arbeitsgruppe in Basel und München, man kann sagen als Mutter des Labors, die insbesondere auch den vielen ausländischen Mitarbeitern half, die unvermeidlichen Anlaufschwierigkeiten zu meistern, und die immer ein offenes Ohr für Mitarbeiter hatte, die mit ihren Problemen zu ihr kamen.

Hans Thoenen war nicht immer ein einfacher Mentor. Gerade seine Hingabe zur Wissenschaft machte es ihm manchmal schwer, den Bemühungen seiner Mitarbeiter, sich ‚freizuschwimmen‘, den nötigen Freiraum zu geben. Auch hat ihm seine sehr direkte und doch recht undiplomatische Art nicht nur Freunde gemacht. Aber kennzeichnenderweise waren sich alle Beteiligten einig, dass es ihm immer nur um die inhaltliche Auseinandersetzung ging, nicht um Status, Rechthaben oder Ähnliches. Hans Thoenen verkörperte recht genau

das Gegenteil von selbstgefällig und seine persönliche Bescheidenheit war ein hervorsteckender Charakterzug von ihm. Er hatte nichts übrig für Statussymbole, so arbeiteten mehrere Jahre die Sekretärinnen seiner Abteilung im großen Chefbüro, während er selber mit einem kleinen Zimmerchen vorlieb nahm. Typisch für Hans Thoenen war auch seine ausgeprägte Großzügigkeit, die sich z.B. darin äußerte, dass er lange Jahre vollständig die Kaffeekasse seiner durchaus umfangreichen Abteilung finanzierte. Alles in allem war Hans Thoenen ein begeisterungsfähiger und kompromissloser Wissenschaftler, der sich des Glückes und Privilegs bewusst war, seine Fähigkeiten für den Fortschritt der wissenschaftlichen Erkenntnis einsetzen zu können. Damit hat er viele seiner jungen Kollegen inspiriert und geprägt, ein Einfluss, der über sein nun zu Ende gegangenes Leben hinauswirkt.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Sigrun Korsching
 Universität Köln, Institut für Genetik
 Zülpicher Str. 47a, 50674 Köln
 Tel.: +49 221 470 4843
 Fax: +49 221 470 5172
 E-Mail: sigrun.korsching@uni-koeln.de

Neurobiologie der Freiheit?

Bertram Gerber

Wie frei sind wir? Diese Frage ist seit Menschengedenken umstritten – und umso erstaunlicher ist die schmetternde Gewissheit, mit der die Naturwissenschaften „Gar nicht!“ antworten: Hat unser Tun eine Ursache, ist es nicht frei – sondern ist Teil einer Kette von Ursache und Wirkung. Und hätte unser Tun keine Ursache sondern käme per Zufall zustande, kommt die Freiheit auch nicht in Betracht: Schließlich stammte unser Tun dann aus keiner Ursache, geschweige aus unserer Freiheit. Was ist von diesen Argumenten zu halten?

Wissenschaft ist ein Versuch in der Welt zurechtzukommen. Im Anfang steht der Versuch, alles als Wirkung aufzufassen, um dann nach der Ursache zu forschen. Damit beschränkt sich der Gegenstand der Wissenschaft auf die Wirklichkeit: auf alles, was man anhand seiner Wirkungen untersuchen kann. Wissenschaft ist deshalb, allen Klischees zum Trotz, im Kern praktisch. Die Frage nach dem wissenschaftlichen Erfolg nämlich lautet: Kann man sich nach diesem Wissen richten? Hält es der Anwendung im Alltag, gegebenenfalls der Überprüfung im

Experiment, stand? Fällt uns die Navigation auf den sieben Meeren unter der Annahme leichter, die Erde sei eine Kugel, als wenn wir sie für eine Scheibe hielten? Wissenschaft strebt also nicht nach Wahrheit – ihr Ziel ist im Englischen durch probability, Erprobbarkeit, sehr lebensklug ausgedrückt und betont ähnlich wie der Begriff der Tatsache das Handlungshafte unseres Wissens. Die Grenzen der Wissenschaft sind also bereits mit ihrem Taufspruch „Von nichts kommt nichts“ umrissen. Fragen nach dem, was vor dem Anfang von allem war, oder was nach dem Ende von allem sein mag, sind im Rahmen der Wissenschaft nicht sinnvoll. Die Wissenschaft ist an den offenen Enden von Wirkungszusammenhängen nicht zuständig.

Und der Zufall? Zufällige Ereignisse kann man ja gerade nicht als Wirkung von irgendetwas auffassen. Der Zeitpunkt, zu dem ein Atomkern zerfällt, kann grundsätzlich nicht vorher gewusst werden. Es lässt sich keine Beobachtung angeben, die dem Zerfall eines einzelnen Atoms verlässlich vorausginge. Spätestens seit diesen Erkenntnissen ist mit echtem Zufall

zu rechnen, also mit unbedingten Ereignissen. Dabei besteht die Pointe tatsächlich im Rechnen: Obschon der Zerfall eines einzelnen Kerns nicht vorhersehbar ist, kann man ausrechnen, wann ein Kilogramm Plutonium zerfallen sein wird. Und nach diesem Wissen kann man sich richten. Auf der rechnerischen Ebene hat sich die Wissenschaft den Zufall gewissermaßen adoptiert wie eine herrenlose Katze. Es gibt also für die Wissenschaft nur zwei Sorten von Ereignissen: Bedingte Ereignisse, mit denen sie sich klassischerweise befasst, und unbedingte Ereignisse, den Zufall. Aber wie kann man als Wissenschaftler dann die Freiheit erforschen? Das müsste wohl anhand ihrer Wirkungen geschehen: Welche Beobachtung können wir als Wirkung einer „freien“ Entscheidung ansehen? Ein solches Forschungsvorhaben zielt offenbar auf die Organisation unseres Verhaltens und markiert damit den Kern der Gehirnforschung.

Schließlich geht es der Gehirnforschung um die Funktion des Gehirns, um die Frage, wozu wir ein Gehirn haben. Soviel ich sehe, haben wir ein Gehirn nicht zum Denken, sondern um das Richtige zu tun: Das eine Wort, der eine Schritt, die eine Unterschrift können unserem Leben eine neue Richtung geben. Die Frage nach der Funktion des Gehirns ist also im Kern eine Frage nach dem Verhalten und wie es zustande kommt.

Nun hat sich die Gehirnforschung zuweilen zusätzlich die Aufgabe gestellt, eine eigene Perspektive auf psychologische Gegenstände zu entwickeln. Aber auch diese Forschung bleibt auf die Beobachtung des Verhaltens angewiesen: Um eine psychologische Tatsache wie das Gedächtnis zu erforschen, muss man fragen, welches Verhalten auftreten müsste, wenn ein Tier ein Gedächtnis hätte. Wenn man beispielsweise die Maden der Tauffliege *Drosophila* einem Duft aussetzt und gleichzeitig mit Futter belohnt, und sie abwechselnd einem anderen Duft aussetzt, ohne ihnen zu Fressen zu geben: Dann und nur dann sollten die Tiere den zuvor belohnten Duft bevorzugen. Was die Wissenschaft im Nachgang leisten kann, ist aufzuklären, genau was-wann-wo im Gehirn passieren muss, um das gelernte Verhalten hervorzubringen. Der Kniff besteht also darin, nicht das psychologische Geschehen selbst, sondern das damit verschränkte Verhalten neurobiologisch zu untersuchen. Aber das gelingt natürlich nur, sofern sich der psychologische Vorgang tatsächlich im Verhalten darstellen lässt! Bezüglich einer Neurobiologie der Freiheit müssten wir also fragen, welchen Kriterien ein Verhalten genügen müsste, um als Wirkung einer "freien" Entscheidung angesehen zu werden.

Vielleicht stellen wir uns einfach 'mal ganz dumm?! Ich bin frei, wenn ich tun und lassen kann was ich will. Aber... es ist in diesem Satz verdächtig viel vom "Ich" die Rede, und es fragt sich, ob die Wissenschaft bezüglich solcher Sätze zuständig ist. Und, da es offenbar um die Widerspruchlosigkeit zwischen meinem Wollen und meinem Tun geht: Ob denn, was für eine wissenschaftliche Untersuchung eines solchen Widerspruchs unabdingbar wäre, ob die Gehirnforschung einen eigenständigen, vom Tun unabhängigen Zugang zum Wollen hat. Das ist klarerweise nicht der Fall. Keine Beobachtung irgendwelcher Vorgänge im Gehirn taugt zum Gegenbeweis, wenn Sokrates sagt: Ich will dieses Gift trinken, oder wenn Luther insistierte, seine Freiheit bestünde eben gerade darin, dazustehen und nicht anders zu können. Ob die beiden frei sind oder nicht, dazu hat die Gehirnforschung schlicht nichts zu sagen - weil sie keinen vom Tun oder Sagen unabhängigen Zugang zum Wollen hat.

Damit scheint das Thema Willensfreiheit für die Gehirnforschung erledigt- und alle Fragen offen. Vor allem bleibt die Beziehung zwischen der Freiheit des Willens, den Naturgesetzen und der Dichotomie von Bedingtheit und Zufall ungeklärt - und genau diese unklare Situation provoziert die Wissenschaftler. Worum geht es?

Bedeutet "Machen was ich will", dass unser Tun nicht an die Naturgesetze gebunden sein darf, um frei zu sein? Dass wir nur dann frei sind, wenn wir willentlich Wasser nach oben

fließen lassen können, Berge versetzen, Wasser in Wein verwandeln oder Pepsi in Coke? Ein solcher Freiheitsbegriff wäre sinnlos. Nur wenn die Naturgesetze gelten, nur wenn die Konsequenzen unseres Verhaltens abschätzbar sind, nur dann können wir überhaupt ein Verhalten zur Verwirklichung unseres Willens wählen. Die Gültigkeit der Naturgesetze kann unserer Freiheit keinen Abbruch tun, sie schränkt unsere Freiheit nicht ein, sondern ist im Gegenteil ihre notwendige Voraussetzung.

Bedeutet "Machen was ich will", dass unsere Handlungsmöglichkeiten in keiner Weise, außer eben durch die Naturgesetze, eingeschränkt sein dürfen? Dass ich während eines Vortrages frei bin, nach Gutdünken abzubrechen um einen Purzelbaum zu schlagen, weil mir gerade danach ist? Wäre ich erst dann frei, wenn ich jederzeit irgend etwas zu wollen und zu tun imstande wäre? Wohl kaum, vielmehr wäre ich dann verrückt, ja "Ich" wäre gewissermaßen gar nicht vorhanden. Nur durch die fortwährende Wirksamkeit lebensgeschichtlicher Bedingungen, durch die in ihrer Kombination einzigartigen inneren Notwendigkeiten, ist es überhaupt möglich, von meinem Willen zu sprechen; wäre es anders, gäbe es lediglich einen Zufallsgenerator. Und selbst wenn sich herausstellen sollte - und ich halte das für plausibel -, dass sich im Ursprung unseres Tuns Zufallsprozesse abspielen, wären das für jeden von uns eigene, einmalige Zufallsprozesse. Durch unsere einzigartige Lebensgeschichte und die Einzigartigkeit jeder Situation, durch unsere persönliche, noch nie dagewesene genetische Konstitution entstehen auf einmalige Weise begrenzte, persönliche Felder möglicher Zufälle und Handlungsoptionen. Ein Wille, der nicht auf diese Weise bedingt wäre, wäre niemals mein Wille, geschweige ein freier. So gesehen, bin ich in dem Maß frei, wie die Gründe für mein Tun meine eigenen Gründe sind, wie ich mir selbst die Autorschaft meines Verhaltens aneigne.

Wie kommt eine solche Aneignung zustande? Wir können die heiße Herdplatte berühren oder es unterlassen. Wir erkennen die Folgen unseres Verhaltens und suchen deren Ursache in uns selbst - eben das ist mit "Subjekt" gemeint. Das Erleben der eigenen Urheberschaft hat bezeichnenderweise eine biologische Entsprechung: Haben wir die Herdplatte berührt und spüren den brennenden Schmerz, werden die entsprechenden Schaltkreise im Gehirn so verändert, dass in Zukunft unserer Neugier in Bezug auf Herdplatten Zügel angelegt sind. Wir schreiben uns Urheberschaft nicht nur im Sinne eines "Selber Schuld!" zu, sondern es schreiben sich uns die Konsequenzen unseres Verhaltens auch in Form einer Gedächtnisspur ein. Tatsächlich ist das Lernen durch die Konsequenzen des eigenen Tuns (operantes Lernen)

ein Prunkstück unserer Stammesgeschichte: Tiere, die sich weigern, die Konsequenzen ihres Verhaltens zur Kenntnis zu nehmen und zukünftiges Verhalten entsprechend einzurichten, gehören schwerlich zu unseren Vorfahren. Dieser Prozess ist insbesondere dann wichtig, wenn es unklar ist, was am Besten zu tun ist, wenn man sein Glück versuchen, gewissermaßen würfeln muss. Nach solch einem Versuch kann die erzielte Wirkung dafür verwendet werden, es beim nächsten Mal besser zu machen, um dann, um im Bild zu bleiben, mit einem angefeilten Würfel zu spielen. Vielleicht legt die stammesgeschichtlich sehr alte Fähigkeit zu dieser Art des Lernens, der "Personalisierung" des Zufalls, nahe, dass auch die Zuschreibung von Urheberschaft und das Erleben dieser Urheberschaft stammesgeschichtlich sehr alte Eigenschaften sind? Vielleicht sind sie uns als Anschauungsform deshalb so denknötwendig wie Raum und Zeit?

Es besteht also kein Widerspruch zwischen der Gültigkeit der Naturgesetze und der Freiheit unseres Willens. Auch besteht kein Widerspruch zwischen der lebensgeschichtlichen Bedingtheit unseres Wollens und unserer Freiheit. Schließlich bliebe uns die Freiheit unseres Willens auch dann erhalten, wenn sich im Kern der Verhaltenssteuerung Zufallsprozesse abspielen sollten.

Vereinfacht bleibt es dabei: Ich bin frei, wenn es keinen Widerspruch zwischen meinem Tun und meinem Wollen gibt. Da die Gehirnforschung keinen eigenen, vom Tun unabhängigen Zugang zum Wollen hat, ist sie für die Charakterisierung eines Verhaltens oder eines Willens als "frei" nicht zu gebrauchen. Die Gehirnforschung kann die Freiheit weder beweisen noch widerlegen, geschweige die Freiheit definieren oder erklären - egal, ob sie die Bedingtheiten unseres Wollens und Tuns aufklärt oder den Beitrag des Zufalls herausstellt. Was die Gehirnforschung leisten kann, ist: die Rolle des Gehirns bei der Aneignung, der "Personalisierung", dieser Bedingungen und dieser Zufallselemente aufzuzeigen.

Was immer Freiheit ist, ist es wohl vor allem immer Ihre Freiheit - viel Glück damit!

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Bertram Gerber

Abteilung Genetik von Lernen und Gedächtnis

Brennekestrasse 6, 39 118 Magdeburg

Tel.: + 49 391 6263 922 61

Fax: + 49 391 6263 922 59

E-Mail: bertram.gerber@lin-magdeburg.de

Dieser Artikel basiert auf: Gerber B. 2012 "Is there a neurobiology of the free will?" *EMBOreports*, 13, 17-19.