

Vorwort

Vom Anfang mit Neugier ... zum Meta-Spaß!

Selbsterfahrungsgruppen haben so ihre eigenen Rituale. So fordert manchmal ein Gruppenleiter die Teilnehmer etwa auf, ihre drei besten Eigenschaften zu nennen. Es wird berichtet, dass sich in bereits fortgeschrittenem Alter einst auch der Nestor der deutschen Psychosomatik, der Internist und Naturphilosoph Thure von Uexküll, auf die Teilnahme an einer solchen Runde einließ. Diejenigen, die vor ihm an der Reihe waren, hatten Attribute wie „Ausdauer, Zuverlässigkeit, Sorgfalt“, „Humor, Optimismus, Zuversichtlichkeit“, oder „Geduld, Gelassenheit, Toleranz“ genannt. Uexküll zögerte nicht lange mit seiner Antwort. Sie lautete: „Neugier, Neugier, Neugier“. Durch die moderne Forschung wird er dahingehend bestätigt, dass Neugier tatsächlich ein Charakterzug (trait) ist, also eine Eigenschaft, die Menschen mehr oder weniger stark aufweisen, die eine biologische Grundlage hat und letztlich genetisch verankert ist.

Thure von Uexküll wurde in bester geistiger Verfassung 96 Jahre alt, forschte, lehrte und publizierte nach der Emeritierung von seinem Lehrstuhl in Ulm über 30 weitere Jahre lang und blieb für neue Denkanstöße und selbst für quer gedachte Ideen seiner Mitstreiter, Schülerinnen und Schüler stets aufgeschlossen. Neugierig eben.

Neugier ist allerdings nicht immer und automatisch mit Freude und langem Leben verknüpft. Nach der griechischen Mythologie machte Pandora, die erste auf Geheiß von Zeus aus Lehm geschaffene Frau, aus Neugier ein Fass auf. Dummerweise bewahrte Zeus die Plagen der Menschheit darin, und so brachte Pandoras Neugier vielerlei Übel in die Welt. Der kühne Odysseus wird für seine Unruhe und Neugier von den Göttern hart bestraft und Adam und Eva werden nach der biblischen Überlieferung aus dem Paradies vertrieben. Und so mancher Polar-, Dschungel- oder Höhlenforscher bezahlte für seine Neugier mit dem Leben. Nicht anders geht es dem heutigen Sensation-Seeker, der im Eis-Wasserfall klettert, am Lenkdrachen hängt oder auf dem 200-PS-Motorrad sitzt und Grenzbereiche neugierig auslotet. Und weil es immer einen noch schwierigeren Eisbruch, eine noch höhere Flugbahn und ein noch schnelleres Motorrad (bzw. eine noch engere Kurve) gibt, wird die potenziell tödliche Neugier nie gesättigt.

Wenn Sie zu den Menschen mit Extra-Dosis des Neugier-Gens gehören und sich dieses Buch in Uexkülls Geisteshaltung vorgeknöpft haben, befinden Sie sich also nicht nur in bester Gesellschaft. Sie haben es auch verstanden, aus Ihrem Neugier-Gen das Beste zu machen und vor allem, ihm den lebensverkürzenden Aspekt zu rauben. Und wenn für Sie nach der Lektüre mehr Fragen offen geblieben sind, als Sie vorher hatten, hätten Sie unser Buch mit Gewinn gelesen. Denn mit dem Gehirn ist es wie mit dem Motorrad: Sie können in ihm noch so lange mittels Elektroenzephalo-

graphie (EEG) oder funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRT) herumkurven, viel Neues entdecken und noch mehr publizieren, es gibt immer neue Weggabelungen und weitere Kurven: Und je mehr Straßen Sie befahren haben, desto mehr haben Sie auch links oder rechts liegenlassen, es bleibt also manches im Dunkeln. Einige Wissenschaftler meinen, dass das in Hinblick auf unsere Kenntnisse vom Gehirn wohl auch so bleiben werde: Wenn dieses Organ so raffiniert und sublim sei, dass es sich gar selbst erforschen kann, Sorge diese immense Komplexität dafür, dass ihm das nie erschöpfend gelingen wird. Das ist natürlich Unsinn! Wenn Achtklässler im Biologieunterricht ein Kuhauge untersuchen, tun sie das mit Lupe, Messer, Mikroskop und vor allem – mit ihren Augen. Augen untersuchen also Augen! Wenn es gut geht, erkennen sie dabei den Zusammenhang von Biologie und Physik: Sie lernen etwas über Lichtbrechung an optisch unterschiedlich dichten Medien im Auge und über die Umwandlung von Licht in Information im Auge. Ist das alles zirkulär oder gar paradox und damit unmöglich? – Durchaus nicht! Warum sollte das beim Gehirn anders sein? In beiden Fällen trifft eines jedoch auf alle Fälle zu: die Triebfeder, es wissen zu wollen, heißt Neugier, Neugier, und nochmal Neugier!

Was ist Neugier? Der Philosoph könnte, mit Heidegger beispielsweise, sagen, dass die Antwort auf diese Frage nicht zuletzt darin liegt, die Frage besser zu verstehen. Denn die Frage nach der Neugier ist ja selbst eine neugierige Frage. Mit der Neugier ist es also wie mit dem Denken: Wenn man darüber nachdenkt, hat man schon damit angefangen. Denken und Neugier sind auf einen Inhalt gerichtet, haben also intentionale Struktur, sind nicht statisch, sondern in Bewegung – auf etwas hin, das man noch nicht kennt. Dieses Auf-etwas-gerichtet-Sein, das zugleich wesensmäßig noch nicht gekannt ist – ja, das gehört zur Neugier. Und die Freude daran, die uns treibt, das Erkenntnisinteresse, gehört zu ihr.

Und genau dieses Erkenntnisinteresse kann mich dazu treiben, die Neugier ihrerseits zu untersuchen. Mit Messer und Mikroskop kommt man da nicht sehr weit (tote Augen brechen immerhin noch Licht, die Physik funktioniert also noch; die Biologie, das Leben und damit in diesem Fall die Umwandlung von Licht in Information, nicht mehr). Aber mit EEG oder fMRT kommt man schon weiter. Diese Methoden untersuchen lebendige Prozesse bei lebendigen Systemen.

Wie aber untersucht man Neugier? – „Ist doch klar: Man legt eine Versuchsperson in den Scanner und sagt: Nun sei doch mal neugierig!“ und dann macht man ein Bild vom Gehirn und – voilà – schon hat man ein buntes Bildchen der Neugier im Gehirn.

Langsam! Dass es so nicht geht, zeigt nicht zuletzt ein Beitrag dieses Buches sehr deutlich (Kapitel 11 von Henrik Walter und Susanne Erk). Wie geht es aber dann? Wie die philosophische Analyse zeigte, geht es bei der Neugier darum, dass man etwas nicht weiß und es wissen will. Man ist also mehr oder weniger unsicher und will etwas mehr oder weniger stark wissen. (Oder anders: Wenn ich nicht unsicher bin, bin ich nicht neugierig; und wenn ich etwas nicht wissen will, auch nicht.) Unsicherheit und Wissen-Wollen sind damit zwei Aspekte der Neugier und beide lassen sich erfassen.

Der Kontext, in dem Neugierde damit steht, ist nicht der Gleitschirm und auch nicht das Motorrad, sondern – und das wird manchen überraschen – die Schule. Geht es doch bei der Neugierde um nichts weniger als um die Triebfeder dessen, was der Mensch von allen Lebewesen auf der Erde am besten kann, womit er deswegen auch seine meiste Zeit verbringt und was er ohnehin am liebsten macht: Lernen!

In der schönen Arbeit „Der Docht in der Kerze des Lernens“ (Kang et al. 2009; ja, so originell können wissenschaftliche Originalarbeiten zur funktionellen Magnetresonanztomographie betitelt sein!) zum Zusammenhang von Neugier und Lernen wird beschrieben, wie es geht: 19 Studenten liegen im MR-Tomographen und sehen jeweils eine von 40 mehr oder weniger interessanten Fragen zur Allgemeinbildung: „Welches Musikinstrument wurde entwickelt, um wie die menschliche Singstimme zu klingen?“ oder „Wie heißt die Galaxie, in der unsere Erde liegt?“ Dann sollen sie zunächst auf einer Skala von 1 bis 7 angeben, wie neugierig sie auf die Antwort sind. Danach werden sie danach gefragt, wie sicher sie die Antwort wissen – von 0 % (weiß gar nichts) bis 100 % (weiß es sicher). Daran anschließend wird ihnen die Frage noch einmal gezeigt und erst dann sehen sie die Antwort. Nach dem Scannen sollen sie noch ihre jeweils vorher vermuteten Antworten auf die Fragen aufschreiben.

In einem zweiten Experiment mit 16 anderen Studenten wird das Ganze noch einmal gemacht, diesmal ohne Scanner aber mit einem Messgerät zur Pupillenweite zur Bestimmung der Aktivierung des vegetativen Nervensystems. Diese Studenten werden nach der ganzen Prozedur mit der Bitte überrascht, in ein bis zwei Wochen noch einmal ins Labor zu kommen. An diesem Termin werden ihnen dann alle Fragen noch einmal gestellt und sie erhalten 25 Cent für jede korrekte Antwort. Man misst also die Gedächtnisleistung.

Ein drittes Experiment an insgesamt 30 (wiederum anderen) Studenten untersucht den Zusammenhang zwischen Neugierde und Belohnung. Wieder ist alles wie gehabt, aber zehn der Studenten bekommen vor Beginn des Experiments halb so viele Münzen wie sie anschließend Fragen gestellt bekommen. Damit können sie sich das Anzeigen der richtigen Antworten (nachdem sie zunächst raten mussten) „erkaufen“. Die anderen 20 Studenten bekommen keine Münzen, sondern müssen entweder auf die Anzeige der richtigen Antwort 5 bis 25 Sekunden warten oder sie können die Antwort überspringen und die nächste Frage abrufen. Die Idee dahinter: Wenn die Probanden neugierig sind, bezahlen die Münzbesitzer für die Anzeige der Antwort und die der anderen Gruppe warten darauf. Wenn sie nicht neugierig sind, bezahlen oder warten sie nicht. In beiden Fällen wird also gemessen, wie neugierig die Probanden auf die Antwort wirklich sind.

Was kommt heraus? Zunächst zu den funktionellen Gehirn-Bildern: Man gruppiert sie nach der Neugier (Bilder von Durchgängen mit überdurchschnittlich viel Neugier versus Bilder von Durchgängen mit unterdurchschnittlicher Neugier) und findet auf diese Weise Bereiche im Gehirn, die mit Neugier in Zusammenhang stehen: Beim *Stellen der Frage* sind der linke Nucleus caudatus, der inferiore präfrontale

Kortex beidseits und der parahippocampale Kortex beidseits aktiver, wenn man auf die Antwort neugierig ist, als wenn man das nicht ist. Bei der *Anzeige der Antwort* sind Bereiche des Gehirns, die für Lernen und Gedächtnis zuständig sind, viel stärker aktiviert, wenn die Probanden zuvor *falsch* geraten hatten. Dieser Effekt wiederum war von der Neugierde moduliert: Die mit Lernen und Gedächtnis in Zusammenhang stehenden Bereiche des Gehirns (wer es genau wissen will: der inferiore frontale und der parahippocampale Kortex sowie der Hippocampus) waren umso aktiver, je neugieriger die Probanden auf die Antwort waren. Hatten sie zuvor die Antwort bereits richtig geraten, zeigte sich kein Zusammenhang der Aktivierung dieser Areale mit der Neugier.

Es ist eine Sache zu zeigen, dass durch Neugier die „Lernzentralen“ des Gehirns aktiviert werden, und eine andere, ob Neugier tatsächlich zu besserem Lernen führt. Hierzu diente das zweite Experiment, bei dessen Auswertung nachgewiesen wurde, dass größere Neugier tatsächlich zu besserem Behalten führt: Man teilte die Fragen je nach Ausmaß der von den Probanden berichteten Neugier in drei Gruppen mit geringem, mittlerem und hohem „Neugierwert“ ein. Waren die Probanden nur wenig neugierig auf die Frage gewesen, wurde gerade mal etwas mehr als ein Drittel der Antworten korrekt behalten, bei mittlerer Neugier war es etwa die Hälfte und bei großer Neugier waren es gar zwei Drittel.

Je neugieriger man also war, desto mehr blieb hängen. Zudem wurde gezeigt, dass Neugierde mit einer Vergrößerung der Pupille bereits *vor* der richtigen Antwort (und auch danach) einhergeht. Eine Pupillenvergrößerung zeigt neben erwarteter Belohnung auch vegetative Aktivierung, Aufmerksamkeit, Interesse und kognitiven Aufwand an – also Prozesse, die Lernen beschleunigen.

Das dritte Experiment zeigte schließlich, dass Neugier einen direkten belohnenden Effekt hat: Je neugieriger die Probanden waren, desto eher bezahlten sie für die Antwort (bzw. desto länger warteten sie darauf).

Insgesamt ergibt sich damit ein neurobiologisches Bild der Neugierde, das sie in einen klaren Zusammenhang mit Lernen, Erwartung und Belohnung stellt: Ereignisse der Umgebung (Fragen beispielsweise) triggern in unterschiedlichem Ausmaß die Neugier, d.h. die Suche nach Information. Diese Information hat belohnenden Charakter, und dieser Belohnungsaspekt ist in den Basalganglien repräsentiert. Diese wiederum versorgen das Arbeitsgedächtnis im Frontalhirn mit dopaminerger Input, so dass es die zu befragende Umgebung besser online halten kann. Ein stärkerer Input vom Belohnungssystem bewirkt eine bessere Einspeicherung der Antwort und sichert damit ihr besseres langfristiges Behalten. Das ganze trifft vor allem dann zu, wenn die erwartete Antwort *nicht* eintritt, sondern eine neue, andere Antwort von der Umgebung als Input geliefert wird. Dann wird gelernt!

Sofern Sie dieses Buch als relativer Neuro-Anfänger lesen, haben Sie also die größten Chancen auf Glück- und Lernerlebnisse. Sie werden in Ihren Erwartungen oft genug enttäuscht werden, um hoffentlich viel Neues zu lernen. Sind Sie kein Anfänger mehr oder gar ein Braintertainment-Wiederholungstäter, dann hoffen wir Herausgeber darauf, dass dieses Buch dennoch funktioniert, beinhaltet es doch genü-

gend unerwarteten Stoff selbst für eingeweihte Spezialisten. Und wenn Sie, Gott-gleich, schon alles wissen, dann lesen Sie diese Zeilen gar nicht, denn dann hätten Sie das Buch gar nicht erst gekauft, ausgeliehen oder geschenkt bekommen. Was auch immer zutrifft, Sie sind entweder Gott selbst (das einzige Wesen ohne Neu-Gier) oder haben Spaß und lernen neu. Gehirnforschung macht also Spaß und zeigt auch noch, warum – und auch das macht Spaß! – Meta-Spaß!

Spaß hat es offensichtlich auch den Autorinnen und Autoren gemacht, an diesem Buch mitzuschreiben, wie man ihren Beiträgen wohl anmerkt. Akademisches Publizieren ist meist kein Vergnügen, verlangt eine eigene, geradezu standardisierte, nüchterne Wissenschaftssprache und oft umständliche Begutachtungsprozeduren durch kritische Kollegen, die teilweise in Konkurrenz mit den Verfassern stehen. Aber es ist für eine Wissenschaftskarriere überlebensnotwendig (*publish or perish ...!*), weil man so genannte Impact Factor Scores sammeln muss. Sie messen, wie oft ein Beitrag von anderen Autoren zitiert wurde. Akademische Berufungen und Zuteilung von Forschungsbudgets hängen heute leider auch davon ab, ob man durch fleißiges Publizieren genügend solcher Punkte einheimen konnte. Für Bücher und Beiträge wie die in diesem Band gibt es keine Punkte. Daher bleiben selbst die spannendsten und für unseren Alltag oft wichtigsten Forschungsergebnisse meist schön im akademischen Insiderzirkel. Umso mehr ist unseren viel beschäftigten und unter Publikationsdruck stehenden Autorinnen und Autoren zu danken, dass sie sich gut gelaunt aus der trockenen akademischen Höhenluft auf einen Sprung zu der neurogierigen Leserschaft gesellen, die sich von diesem Buch angesprochen fühlt. Es war nicht immer leicht, sie trotz ihrer zahlreichen Verpflichtungen in unser Boot zu bekommen, aber dann haben eigentlich alle beim Abliefern ihrer Manuskripte kundgetan, dass es ihnen Spaß gemacht habe, anders und „freier“ schreiben zu dürfen als in den wissenschaftlichen Journals.

Und da wir einmal beim Danken sind: Ohne ein kritisches, kreatives und kompetentes Lektorat wäre dieses Buch zwar wohl auch zustande gekommen, aber fragen Sie nicht wie ...! Frau Dr. med. Annette Gesien und Herr Volker Drücke (letzterer als bewährter Braintertainment-Wiederholungstäter) haben die heterogenen, individuell unterschiedlichen Beiträge so bearbeitet, dass Originalität und Individualität unangetastet blieben, aber so weit wie möglich ein Buch aus einem Guss daraus geworden ist. Sie haben uns dabei mit manchen kritischen Fragen konfrontiert, um Sachverhalte noch klarer darzustellen, auf einige Widersprüche aufmerksam gemacht, die es aufzulösen galt und bei der Beschaffung fehlender Informationen geholfen. Dafür danken wir ihnen sehr. Frau Birgit Heyny hat ebenso gnadenlos wie mit freundlicher Engelsgeduld und großer Flexibillität erreicht, dass der von uns selbst gesetzte Zeit- und Umfangsrahmen eingehalten werden konnte und die redigierten Texte in eine ansprechende lesefreundliche Form gegossen wurden, dafür gebührt ihr ein Sonderdank, ebenso wie Frau Ruth Becker, die uns sozusagen „nebenbei“ eine ganze Reihe organisatorischer Schritte und das Kollationieren des Umbruchs abgenommen hat. Nach einer rudimentären Vorstellung unsererseits hat Reinhold Henkel – wie auch bereits bei „Braintertainment“ – virtuos die Um-

schlagsabbildung gestaltet, viele eigene Ideen eingebracht und unsere wiederholten und manchmal wohl etwas sprunghaften Änderungswünsche mit Großmut, Engagement und Kreativität aufgegriffen. Dafür danken wir ihm herzlich.

„Hirnforschung für Neu(ro)gierige“ ist die Fortsetzung von „Braintertainment“. Auf den Gedanken, jenes erste Buch herauszugeben, waren wir, wie wir in dessen Vorwort berichtet haben, seinerzeit nicht zuletzt gekommen, weil wir zusammen mit unserem Freund Joram Ronel gerade ein Trio mit dem Namen „Braintertainers“ gegründet hatten. Dieser Neologismus gefiel uns selber so gut, dass wir – beim Rotwein nach dem Üben – beschlossen, unter einem ähnlichen Titel auch ein Buch in die Welt zu setzen. Dass im vorliegenden Nachfolgebund nun alle drei Braintertainers vertreten sind, war also überfällig, zumal wir bei unseren leider viel zu seltenen Übungsabenden immer auch über „... das Buch!“ gesprochen haben. Was bei diesen Treffen sonst noch herausgekommen ist, können Sie bei youtube unter dem Suchwort „Braintertainers“ (www.youtube.com/watch?v=AdrI0FbClr0) ansehen, wenn Sie möchten.

Aber nun halten wir Sie nicht weiter vom Lesen ab, denn wir dürfen ja davon ausgehen, dass Sie neugierig sind, was in diesem Buch jetzt so alles auf Sie zukommt.

Ulm und Stuttgart, im Sommer 2009

Manfred Spitzer
Wulf Bertram

Literatur

Kang MJ, Hsu M, Krajbich IM, Loewenstein G, McClure SM, Wang JT, Camerer CF (2009). The wick in the candle of learning. Epistemic curiosity activates reward circuitry and enhances memory. *Psychological Science*; 20: 963–973.