MIND FOUNDATION

Wie predictive coding unser Verständnis über das Gehirn verändert

VERÖFFENTLICHUNGSDATUM

28. Dezember 2018



> *„Predictive coding ist für die neurowissenschaften so wichtig wie evolution für die biologie."*
> *– Lars Muckli, Neurophysiologe, University of Glasgow1*

Vor einigen Tagen saß ich an meinem Schreibtisch und arbeitete, als ich spürte, wie etwas Kaltes meinen nackten Fuß berührte. Da ich wusste, dass sich eine Katze im Raum befand und die Berührung sich auch noch wie eine kalte Katzennase anfühlte, war ich mir hundertprozentig sicher, dass ich die Katze dort sehen würde als ich zu meinem Fuß herunterschaute. Als ich aber nach unten blickte, entdeckte ich, dass sich einer der Riemen meiner Umhängetasche gelöst hatte und die Metallschnalle von einem benachbarten Stuhl baumelte, genau auf der Höhe meines Fußes. Ich schaute quer durch den Raum: Die Katze lag tief schlafend in ihrem Bett.

Das ist ein Beispiel dafür, wie unser Gehirn kontinuierlich Modelle1 der uns umgebenden Welt erstellt, um die plausibelste Erklärung für das, was gerade passiert, vorherzusagen. In der kognitiven Psychologie wird dieser Prozess *predictive coding* (deutsch*:* prädiktive Kodierung) genannt und mittlerweile wächst der Glaube daran, damit viele Vorgänge, die im Gehirn passieren, beschreiben zu können.

Das Problem ist, dass sich das Gehirn manchmal irrt und diese Diskrepanz zu allem Möglichen führen kann, von leichter kognitiver Dissonanz über Lernstörungen bis hin zu Angstzuständen und Depressionen.

Werfen wir einen Blick darauf, wie *predictive coding* funktioniert und warum es in vielen Fachkreisen als die „große einheitliche Theorie der Kognition" gilt. Es wird ebenfalls als vielversprechender Ansatz verwendet, die Vorteile psychedelischer Substanzen für unsere mentale Gesundheit zu beschreiben.

Was ist predictive coding?

Die seit langem beständige klassische Sicht der Wahrnehmung geht davon aus, dass wir die Welt in drei Schritten erleben: 1) wir empfangen einen Reiz aus unserer Umgebung; 2) wir verarbeiten den Reiz in höheren Gehirnarealen; 3) wir reagieren entsprechend auf den Reiz. Jedoch hat sich eine alternative Theorie durchgesetzt, die eine präzisere Erklärung für diese laufenden Vorgänge liefert: Es fließen nicht nur Informationen von unseren Sinnesmodalitäten zu unseren höheren Arealen, sondern innerhalb der höheren Areale werden Vorhersagen über Reize aus der Umgebung getroffen und unsere Wahrnehmung dahingehend beeinflusst2, bevor wir sie selber tatsächlich erleben. Dies wird als prädiktive Verarbeitung (orig.: *predictive processing*) oder prädiktive Kodierung (orig.: *predictive coding*) bezeichnet.

„Man erlebt in gewisser Weise die Welt, die man zu erleben erwartet." sagt Andy Clark, Kognitionswissenschaftler an der University of Edinburgh in Schottland. „Alles was wir erleben, ist eine kontrollierte Halluzination."1

Das *predictive coding* hilft uns im Grunde, unsere Wahrnehmung der Welt so effizient wie möglich zu organisieren. Andernfalls wäre das Leben ziemlich chaotisch. Stellen Sie sich vor, jedes Mal, wenn Sie einen Baum sehen, wäre es so, als betrachteten Sie einen Baum zum ersten Mal. Sie könnten zum Beispiel Rinde nicht einfach als Rinde kategorisieren, sondern wären ständig in Ehrfurcht vor der mannigfaltigen Textur und Farbe jedes Baumstamms oder Astes, den Sie beim Spaziergang durch einen Wald sehen. Unser prädiktives Gehirn hilft uns, Bäume als Bäume zu sehen, ohne dass wir sie überhaupt richtig anschauen, so dass wir diese "alten" oder "irrelevanten" Informationen schnell in eine Schublade stecken und weitergehen können. Ein guter Vergleich wäre die Art und Weise, wie ein Computer Videodateien speichert, die genug Redundanz von einem Einzelbild enthalten. Um das gesamte Video zu interpretieren, ist es viel effizienter, die Unterschiede zwischen den beiden benachbarten Einzelbildern zu kodieren und dann rückwärts zu rechnen, als beim Komprimieren der Daten jeden einzelnen Pixel in jedem Bild zu kodieren.

Obwohl wir vielleicht denken, dass wir die Bäume um uns herum wirklich „angeschaut" haben, sehen wir sie nicht wirklich, es sei denn, wir geben ihnen mehr Aufmerksamkeit. In dieser Hinsicht sind die Bäume nur Modelle der Wahrnehmung, welche vom Gehirn erzeugt werden, bis wir sie wirklich betrachten. Selbst wenn wir genauer hinschauen, wird das, was wir wahrnehmen, stark von dem beeinflusst, was wir erwarten zu sehen. Und manchmal stellt das, was wir zu sehen erwarten, nicht das vollständige Bild dar.

„Wenn das Gehirn eine Inferenzmaschine ist, ein Organ der Statistik, dann wird es, wenn es falsch läuft, die gleichen Fehler machen wie ein Statistiker", sagt Karl Friston, ein Neurowissenschaftler am University College London. "Das bedeutet, dass falsche Rückschlüsse gezogen werden, indem sie entweder den Vorhersagen oder den Vorhersagefehlern zu viel bzw. zu wenig Wichtigkeit beimisst."1

Deshalb finden sich sehr überzeugende Hinweise für das Modell des *predictive coding* in Fällen, in denen das Gehirn entweder zu viel oder eben zu wenig vorhersagt. Personen mit Autismus haben vermutlich einen schwachen prädiktiven Filter. Das bedeutet, dass autistische Personen es schwerer haben, Bäume als Bäume zu kategorisieren und einfach weiterzugehen. Stattdessen verfangen sie sich eher in der Textur der Rinde. Dies würde ihre extreme Empfindlichkeit gegenüber Reizen aus der Umwelt erklären: Alles ist überraschend und neu, was überwältigend wirken kann. Am anderen Ende des Spektrums steht die Schizophrenie, die durch einen zu starken prädiktiven Filter3 gekennzeichnet ist: Wenn Ihr Gehirn sich zu sicher ist, was es sieht, wird es neue Informationen mit seinen eigenen Überzeugungen überschreiben und falsche Wahrnehmungen (vgl: Halluzinationen) erzeugen. Die meisten von uns befinden sich irgendwo mittig des Spektrums. Es sei denn, wir tun (oder nehmen) etwas, um unsere Chemie im Gehirn zu verändern.

Auftritt Psychedelika – Warum ist predictive coding von Bedeutung?

Die Forschung zu psychedelischen Substanzen zeigt einige der überzeugendsten Belege, die für die Theorie des *predictive coding* sprechen. Anstatt diese Gehirnaktivität zu erhöhen, schwächen Substanzen wie Psilocybin und LSD den prädiktiven Filter ab,4 der normalerweise unsere Wahrnehmung des täglichen Lebens beeinflusst. Wenn wir die Bäume nicht mehr vorhersagen oder sie als „unwesentlich“ erklären, sind wir plötzlich in der Lage, alternative Wahrnehmungen von ihnen in Betracht zu ziehen. Die blättrigen Äste wellen sich wie die Arme von Kraken und die Rinde sieht herrlich knusprig aus, nicht weil die Substanzen unserer wahrgenommenen Realität etwas hinzufügen, sondern weil sie einen sehr feinen Filter entfernt haben, der normalerweise aktiv ist. Im Grunde erlauben sie uns, alternative, aber ebenso reale Möglichkeiten zu sehen.

Eine Forschungsgruppe von der University of Minnesota erklärt: “Psychedelische Substanzen stören universelle Gehirnprozesse, die normalerweise dazu dienen, neuronale Systeme zu kontrollieren, die für Wahrnehmung, Emotion, Kognition und das Ich-Gefühl wichtig sind.4

Wenn man es so betrachtet, könnte man also meine zuvor erlebte kognitive Dissonanz, als ich erkannte, dass die Katze auf der anderen Seite des Zimmers war, als eine Art Trip betrachten: Mein Gehirn erzeugte einen „Vorhersagefehler”, vergleichbar zu dem, was es während einer Halluzination unter dem Einfluss von *Magic Mushrooms* tun könnte.

Ähnlich „trippig” ist es, wenn man zum Beispiel eine Brille schon eine Weile getragen hatte und der Griff nach oben ihre Position auf der Nase korrigieren soll, doch dann plötzlich die Erinnerung auftritt, dass man vor einigen Stunden Kontaktlinsen eingesetzt hat. Genauso verhält es sich auch bei der Gummihand-Illusion, bei der das Gehirn dazu gebracht wird, visuelle und sensorische Hinweise falsch zu assoziieren. Tatsächlich wurde durch Studien gezeigt, dass Menschen mit dem Charles-Bonnet-Syndrom (partielle Blindheit der Retina) anfangen, Formen und Gesichter zu sehen, wo keine sind, weil dieser Vorhersagemechanismus fehlende Details auffüllen will, um der Welt einen Sinn zu geben. Die Anzahl der Halluzinationen in dieser Studie nahm in Abhängigkeit zu der Lichtintensität im Raum sogar jeweils zu oder ab.

Es gibt gar nicht so viele Unterschiede zwischen solchen Wahrnehmungsphänomenen und dem, was unter dem Einfluss psychedelischer Substanzen passiert; es geht nur um den Kontrast zwischen dem, was ein Mensch zu sehen erwartet und dem, was tatsächlich zu sehen ist.

Warum ist das alles von Bedeutung? Was verändert sich dadurch?

Die kurze Antwort ist: eine Menge.

Die bisherigen Beispiele sind alle sehr neutral gewählt. Wenn aber tiefergehende Aspekte des Lebens involviert sind, wie zum Beispiel die Selbstwahrnehmung oder die Wahrnehmung anderer Menschen, kann dieser Kontrast oder „Vorhersagefehler” eine sehr emotionale Erfahrung sein. Die Psychotherapie betreffend ist das Konzept, andere Möglichkeiten zu sehen beispielsweise äußerst nützlich. Die Befunde der Neurowissenschaften geben nunmehr Anlass zu der Annahme,5 dass Psychedelika in der Behandlung von Erkrankungen wie Depressionen und Angstzuständen hilfreich sein können, indem sie die Mechanismen des *predictive coding* auf diese Weise beeinflussen. Eine Theorie besagt, dass die psychedelische Erfahrung unseren Blick für alternative Wahrnehmungsweisen öffnet und wir uns dadurch davon abhalten, gewohnheitsmäßig und starr Zukunftsszenarien (Angst) und zukünftiges Selbst (Depression) vorherzusagen. „Sehr typisch für die vielen bestehenden Symptome bei depressiven Patienten ist die kreisende Dauerschleife der Gedanken um die eigene Minderwertigkeit. Ein mentaler Zustand, der gemeinhin als Rumination (oder Grübeln) bezeichnet wird”, schreibt der klinische Neurowissenschaftler Christoph Benner im MIND Blog.

Dies geschieht laut Benner im *Default Mode Network* (DMN). Dieses Netzwerk ist aktiv, wenn wir über uns selbst nachdenken. „Ein nicht-dynamisches Verhalten bedeutet, dass das DMN innerhalb seiner definierenden Hirnstrukturen funktionell sehr starr ist.“ Das bedeutet also, dass aufgrund eines zu starren DMNs bei depressiven Patienten eine Tendenz zu negativen Denkmustern über sich selbst besteht“.

Neurowissenschaftler glauben, dass eine Verabreichung von Psilocybin oder Ketamin zu erhöhter Konnektivität des DMN mit anderen Gehirnregionen führt, wodurch negative Denkmuster unterbrochen werden.6 Bei Patentinnen und Patienten wird demnach die kognitive Flexibilität wiederhergestellt, so dass sie wieder an andere, nicht deprimierende Dinge denken können.

„Meiner Meinung nach”, sagt Dr. Philip Corlett, außerordentlicher Professor für Psychiatrie an der Yale University, „vergrößern diese Substanzen den Spielraum an Möglichkeiten – also der Anzahl möglicher Modelle, die erlernt werden können – und holen damit Menschen aus ihrem Trott der Angst und Depression heraus.”6

Eine wesentliche Rolle spielt *predictive coding* auch für Prozesse beim Lernen und im Gedächtnis. Hier wird ein interessanter Widerspruch deutlich: Einerseits muss der Vorhersagemechanismus reduziert werden, um etwas Neues zu erlernen. Andererseits ist es notwendig ein Vorhersagemodell aus diesen Informationen zu erstellen, um die neugewonnenen Informationen zu behalten und künftig nutzen zu können. Das Optimale Lernen und Erinnern liegt vermutlich irgendwo dazwischen: in einem empfindlichen Gleichgewicht zwischen beiden Prozessen.

Studien zur Kapazität des Arbeitsgedächtnisses7 und *predictive coding* geben einen guten Einblick in die Funktionsweise dieser Prozesse. Die aktuelle Theorie besagt, dass die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses nicht deshalb nachlässt, weil unser Gehirn “zu voll” wird, sondern weil wir eingehende Informationen nicht mehr effizient vorhersagen und kategorisieren können. Die brennende Frage ist also folgende: Wenn wir unser Gehirn trainieren können, Informationen besser zu kategorisieren, bevor wir sie erhalten, können wir dann die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses verbessern?

Können wir im gleichen Atemzug mehr lernen, wenn wir unseren Drang nach einer schnellen Vorhersage und Kategorsierung der Informationen um uns herum reduzieren? Führt “Offenheit” oder “Aufgeschlossenheit” zu einem verbesserten Lernen, weil sie uns daran hindern, Informationen in eine Schublade zu stecken und weiterzugehen? Und lässt es uns eher verweilen und Dinge aus verschiedenen Perspektiven wahrnehmen, was dann zu einer tieferen und komplexeren Betrachtungsweise führt?

Die gebräuchliche Sprache Verändern

Das zugrunde liegende Prinzip ist hier das Abwägen zwischen Vorhersagen und Möglichkeiten. Können wir uns selbst beibringen, dies im Zusammenhang mit verschiedenen mentalen Prozessen und Geisteszuständen wie Lernen, Gedächtnis, Angst und Depression zu tun?

Ein erster großer Schritt in diesem Vorhaben wäre, die dafür gebräuchliche Sprache zu verändern:

Inwieweit „prognostizieren” wir uns selbst und die Menschen um uns herum, und wie wirkt sich das auf unser Glück und unseren Erfolg in der Welt aus? Was können wir tun, um unsere Wahrnehmung von “Möglichkeiten” zu erhöhen, um Staunen und Überraschung in den Alltag einzubringen, ob es nun bedeutet, unsere Routine aufzurütteln oder über einen wünschenswerteren Geisteszustand zu meditieren?

Indem uns das *predictive coding* unsere eigenen Grenzen aufzeigt, ermöglicht es uns auch, diese zu überschreiten.

Eine leicht veränderte Version dieses Blogposts wurde zuvor auf dem informED Blog von OpenColleges veröffentlicht.

Disclaimer: Dieser Blogpost wurde von Volontären übersetzt und editiert. Die Mitwirkenden repräsentieren nicht die MIND Foundation. Wenn Ihnen Fehler oder Unklarheiten auffallen, lassen Sie es uns bitte wissen – wir sind für jede Verbesserung dankbar (mailto:blog-translation@mind-foundation.org). Wenn Sie unser Projekt zur Mehrsprachigkeit unterstützen wollen, kontaktieren Sie uns bitte um der MIND Blog Translation Group beizutreten!

Referenzen:

1. https://www.quantamagazine.org/to-make-sense-of-the-present-brains-may-predict-the-future-20180710/

2. Pink-Hashkes, S. (2017). Perception is in the Details: A Predictive Coding Account of the Psychedelic Phenomenon

3. Friston, K., et al (2014). The functional anatomy of schizophrenia: A dynamic causal modeling study of predictive coding, Schizophrenia Research, 158(1-3). doi: 10.1016/j.schres.2014.06.011

4. Swanson, L. (2018). Unifying Theories of Psychedelic Drug Effects, Frontiers in Pharmacology, 9(172). doi: 10.3389/fphar.2018.00172

5. Corlett, P. (2017). I Predict, Therefore I Am: Perturbed Predictive Coding Under Ketamine and Schizophrenia, Biological Psychiatry, 81(6), 465-466. doi: 10.1016/j.biopsych.2016.12.007

6. Corlett, P., (2016). The role of psychedelics in palliative care reconsidered: A case for psilocybin, Journal of Psychopharmacology, 30(12), 1212-1214. doi: 10.1177/0269881116675781

7. https://www.quantamagazine.org/overtaxed-working-memory-knocks-the-brain-out-of-sync-20180606/