MIND FOUNDATION

Das Rebus Modell

VERÖFFENTLICHUNGSDATUM

1. Februar 2020



> *„Psilocybin könnte mindestens genauso gut funktionieren, das ist meine Voraussage“, sagt Carhart-Harris. „aber stellen Sie sich vor, Psilocybin ist sogar noch wirkungsvoller? Das wäre wirklich ziemlich…“ er verstummt. „das wäre doch was!“ – Carhart-Harris über eine Studie zum Vergleich Psilocybin und einem Antidepressivum zur Behandlung von Depressionen.*

Unser Verständnis der Neurobiologie des Gehirns hat seit der Entwicklung bildgebender Verfahren wie der PET (Positronen-Emissions-Tomographie), der MEG (Magnetoenzephalographie) und vielleicht in erster Linie der fMRT (funktionelle Magnetresonanztomographie) rasante Fortschritte gemacht. Aufgrund der Entdeckungen und Ideen, die diese Techniken hervorgebracht haben, hat sich unsere Auffassung des Gehirns als eine „interpretierende Maschine“ langsam hin zu der einer „vorhersagenden Maschine“ verschoben. Der theoretische Rahmen dazu nennt sich “Predictive Coding”.1,2 Diese Theorie ist gegenwärtig eins der führenden Modelle zur Erforschung des Gehirns, da es in der Lage ist, viele eigenartige Wahrnehmungsphänomene3 und Aspekte des Erlebens und des Verhaltens zu erklären. (Mehr dazu in diesem MIND Blog Post von Saga Briggs2).

Ein weiteres hochaktuelles Thema in der Neurobiologie, insbesondere in Bezug auf Psychotherapie und Psychiatrie, ist die zweite Welle psychedelischer Forschung, auch „psychedelische Renaissance“4 genannt. Angesichts der wachsenden wissenschaftlichen Grundlagen und der Erteilung des sogenannten ‘Breakthrough-Therapy’ Status (bahnbrechende Therapie) seitens der Food and Drug Administration (FDA) für bestimmte Therapiemodelle in den USA, ist es nur eine Frage der Zeit bis psychedelische Therapie von Psychotherapeut*innen angewandt werden kann.

Bis vor Kurzem fehlte noch ein übergreifendes theoretisches Modell, das die Wirkungen psychedelischer Therapie auf das Gehirn erklären kann – bis jetzt.

REBUS & das anarchische Gehirn

Prof. Robin Carhart-Harris und Prof. Karl Friston, zwei führende Neurowissenschaftler aus England, haben versucht, ein solches übergreifendes Modell zu formulieren. Dazu haben sie die Theorie des “entropischen Gehirns”5 und das Prinzip der “freien Energie”6 mit der Theorie des Predictive Codings verflechtet.1 Sie nennen das resultierende Modell: ***RE****laxed* ***B****eliefs* ***U****nder p****S****ychedelics and the anarchic brain* (sinngemäß: gelockerte Überzeugungen unter dem Einfluss von Psychedelika und das anarchische Gehirn), oder kurz REBUS.7 Dieser Blogeintrag wird zunächst die grundsätzlichen theoretischen Grundlagen dieses Modells umreißen und anschließend diese Konzepte miteinander verbinden. Dies wird uns dann ermöglichen, eine Beschreibung des REBUS-Modells zu geben, die es uns ermöglicht, einige kritische Betrachtungen und Überlegungen zu formulieren.

Die Bausteine

Hierarchisches Predictive Coding

In der Einleitung habe ich bereits erwähnt, dass unser Verständnis vom Gehirn im Wandel ist. Nämlich entwickelt es sich weg von dem Bild einer interpretierenden hin zu dem einer vorhersagenden „Maschine“. Wissenschaftler benutzen oft Analogien mit Maschinen – insbesondere mit Computern – um Funktionsweisen zu veranschaulichen, wenn sie über verschiedene Teile des Körpers reden. Gehirne sind natürlich keine „Maschinen“ – erst recht keine einfachen. Jedoch kann solch eine Analogie zu Forschungszwecken sinnvoll sein: Neuronen sind, einfach gesagt, „an“ oder „aus“. Moderne Maschinen basieren in der Regel auf hochkomplexer Mathematik. Wie kann man das zunächst simpel erscheinende an vs. aus der Biologie des Gehirns in abstrakte Mathematik übersetzen? In unserem Fall: was bedeutet es, das Gehirn als eine „Vorhersagen treffende Maschine“ anzusehen?

Je mehr wir über das Gehirn lernen, desto mehr wird klar, dass unsere wahrgenommene Realität konstruiert wird. Sie scheint sich zusammenzusetzen aus Vorhersagen und Berichtigungen dieser Vorhersagen, basierend auf den eingehenden Sinneseindrücken, sogenannte Vorhersagefehler-Signale.3 Genau das ist Predictive Coding: Je älter wir werden, desto vertrauter sind uns die Vorgänge in der Welt und wir erlangen eine immer höhere Gewissheit darüber, dass bestimmte Ereignisse immer wieder gewisse Folgen aufweisen. Nach Jahren des Sammelns von Daten generiert unser Gehirn ständig Erklärungsmodelle über die zu erwartenden Sinneseindrücke. Es sagt voraus, wie wir unsere Umwelt und was darin geschieht erleben und gleicht dies mit dem tatsächlichen Input ab. Diese Vorhersagen unterliegen einem bayesschen8Verfahren. D. h. die Anpassung der Vorhersage beruht dabei auf dem Grad der Überraschung, die empfunden wird, wenn etwas Unerwartetes eintritt.

In mathematischen Modellen der Hirnaktivität ist Überraschung als Vorhersagefehler konzipiert, d. h. die Abweichung der eingehenden Sinneseindrücke von dem, was das Gehirn vorhergesagt hat. Der hierarchische Aspekt dabei beruht auf der Idee, dass dieser Vorhersageprozess auf verschiedenen Ebenen der Hirnorganisation gleichzeitig geschieht. Während der Bildung von Modellen und deren Abgleich auf verschiedenen Ebenen der Hirnrinde können Überzeugungen oder Vorhersagen höherer Ebenen unsere Vorhersagefehler auf niedrigeren Ebenen beeinflussen, indem sie die erlebte Überraschung (den Vorhersagefehler) teilweise „wegerklären“ oder rationalisieren.

Es ist wichtig zu berücksichtigen, dass bereits vorhandene Modelle ein gewisses Gewicht haben, womit ihre Stärke oder Gewissheit gemeint ist. Je größer das Gewicht einer Überzeugung ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie eine Überraschung wegerklären kann. Nehmen wir z. B. ein Phänomen, das die meisten schon einmal erlebt haben: In Ihrem dunklen Schlafzimmer kann ein mit Kleidungsstück-

en behangener Stuhl für einen kurzen Moment wie eine Person erscheinen, die im Raum steht. Kurz danach kehrt sich diese Wahrnehmung wieder um und man sieht bloß den Stuhl mit der Kleidung. Bei diesem augenblicklichen Wechsel ist hierarchisches Predictive Coding am Werk: Auf niedrigerem Level wird im Wahrnehmungssystem eine Person erkannt. Ihre übergeordnete Hirnrinde übermittelt dem Wahrnehmungssystem jedoch, dass es sich irren muss. Der generierte Vorhersagefehler wird also durch das übergeordnete Wissen, dass sich niemand im Raum aufhält, wegerklärt.

Das Prinzip der freien Energie

Friston hat die Theorie des Predictive Codings um die Hypothese erweitert, dass Organismen versuchen, Überraschungen oder Vorhersagefehler im Laufe ihres Lebens zu reduzieren.6 Er nennt diese Unsicherheit freie Energie (Engl.: variational free energy). Ein biologischer Organismus hat zwei Möglichkeiten diese freie Energie zu minimieren. Einerseits können Organismen ihre Sinneseindrücke beeinflussen, indem sie auf ihre Umwelt einwirken. Durch solches Einwirken kann ein Organismus Zustände vermeiden, in denen er Überraschungen erleben würde. Andererseits kann der Organismus seine Modelle von der Welt ändern. Dies vermeiden Organismen oft jedoch lieber, da es energetisch kostspielig und aufwändig ist, Modelle zu aktualisieren.

Auf Menschen angewandt bedeutet dies, dass Personen sich gegebenenfalls auf ein Umfeld beschränken, das möglichst mit ihren Überzeugungen über die Welt übereinstimmt. Auf diese Weise vermeiden sie große Überraschungen, oder Vorhersagefehler. Des Weiteren können solche Beschränkung nicht nur Beschränkungen des Umfelds umfassen, sondern auch interne Limitierungen, wie z. B. durch das Anpassen des internen Narrativs.

Die Hypothese des entropischen Gehirns

Basierend auf Daten aus seiner Psilocybin-Forschung hat Carhart-Harris eine Theorie darüber aufgestellt, wie unterschiedliche Bewusstseinszustände zueinander in Beziehung stehen. Seine Idee war, dass die erlebte Fülle der subjektiven Wahrnehmung – oder deren Informationsreichtum – in direkter Beziehung zum Maß der Entropie im Gehirn steht5 (Steven Osborne schrieb einen MIND Blogpost darüber10). Grundsätzlich versteht man Entropie als ein Maß regelloser Aktivität oder Unordnung. Im Gehirn gibt es sowohl synchrone, als auch asynchrone oder regellose Aktivität. Dieser Grundvorstellung von synchronisierten und ungeordneten Aktivitäten folgend, ist die Gehirn-Entropie ein Maß der Unvorhersagbarkeit von Hirnaktivität, d.h. wie viel zufällige oder spontane Aktivität das Gehirn aufzeigt.

Kurz gefasst umfasst Carhart-Harris' Hypothese des entropischen Gehirns, dass sich starre Bewusstseinszustände, wie Depressionen und Zwangsstörungen, die sich teils durch beständige Gedankenschleifen und Grübeln auszeichnen, am unteren Ende der Skala der Entropie des Gehirns befinden. Dynamischere Zustände des Bewusstseins, wie Psychosen in der ersten Episode (first episode psychosis, FEP) und der Zustand unter Einfluss von Psychedelika, sind am oberen Ende der Entropie-Skala anzusiedeln. Um z. B. eine Strategie zur Bewältigung eines neuen Problems zu finden, ist kreatives Denken jenseits gewohnter Denkmuster notwendig. Ein gänzliches Fehlen von Entropie im Gehirn würde es schwerlich ermöglichen, originelle Lösungsideen jenseits des bereits Bekannten zu entwickeln. Am anderen Ende der Skala hingegen, würden die Gedanken in einem maximal entropischen Gehirn jeder Organisation entbehren, wodurch es unmöglich wäre, konstruktiv mit all den aufkommenden Ideen umzugehen.

Carhart-Harris' Hypothese besagt, dass das erwachsene Gehirn normalerweise sein Maß an Entropie soweit reduziert, dass es unter einem Punkt liegt, der Kritikalität11 genannt wird, wodurch ein Zustand der Sub-Kritikalität erreicht wird. Kritikalität kann man als das 'perfekte Gleichgewicht' zwischen Ordnung und Unordnung

im Gehirn bezeichnen – Ein Punkt, maximaler Effizienz der Informationsverarbeitung, genauzwischen den beiden oben genannten Zuständen. Anhand der Daten von Teilnehmern an Versuchen mit Psilocybin konnte Carhart-Harris zeigen, dass Psychedelika in der Lage sind, das Gehirn von einem Zustand der Sub-Kritikalität näher an den der Kritikalität zu bringen.5,11,12

Zusammenfassung

Hierarchisches Predictive Coding erklärt, wie übergeordnete Überzeugungen, je nach ihrem „Gewicht“, die Interpretation von Sinnesdaten regulieren oder hemmen können. Außerdem streben Organismen nach dem Prinzip der freien Energie danach, ihre subjektive Unsicherheit zu minimieren, indem sie auf ihre Umwelt einwirken, um so ihre freie Energie (d. h. den Grad an Unsicherheit) weiter im Laufe ihres Lebens zu reduzieren. Und schließlich besagt Carhart-Harris' Hypothese des entropischen Gehirns, dass neuronale Entropie in direktem Zusammenhang mit der Fülle des subjektiven Erlebens steht sowie dass Psychedelika die Entropie erhöhen und damit das Gehirn näher an einen Zustand der Kritikalität bringen.

Die Bausteine zusammenfügen

Wie passt all dies zusammen? Carhart-Harris und Friston schlagen vor, dass ein zentraler neuronaler Mechanismus, dem die psychedelische Therapie ihre therapeutische Wirkung verdankt, darin besteht, übergeordnete Überzeugungen zu schwächen.4 Indem die Entropie steigt, und so kreatives Denken angeregt wird, werden fest verwurzelte Denkmuster geschwächt und das Gehirn hat eine freiere interne Kommunikation, wodurch mehr Information ‚gegen den Strom' fließen kann. Dabei bricht das Prinzip der freien Energie vorübergehend zusammen; der Mensch wird von seiner kraftsparenden Weltsicht befreit. Auf diese Weise kann er seine Weltanschauung neu gewichten und dabei ein neues Optimum finden, von dem ausgehend er handeln kann.

Angenommen, eine Person erlebt ein gewaltsames, traumatisches Ereignis in ihrer Jugend. Der Schock ist so tiefgreifend, dass die Überzeugung ‚Menschen sind von Natur aus gut' zerstört wird. Eine neue Überzeugung wird zum Grundprinzip: ‚Menschen haben für gewöhnlich schlechte Absichten'. Jahre vergehen und dieser Glaube vertieft sich immer mehr, weil alle Begebenheiten, die auf das Gegenteil hinweisen, wegerklärt werden. Eine erneute Revision dieser tiefen weltanschaulichen Überzeugung wäre zu aufwändig und oft genug wird sie auch bestätigt. Mit 45 merkt die Person, dass es ihr schwer fällt, sich Menschen zu nähern und Beziehungen aufzubauen, da das Misstrauen gegenüber anderen zu tief verwurzelt ist. Sie versucht, daran zu arbeiten, aber die Verhaltensmuster mit den Wurzeln im Kindheitstrauma sind durch Jahre der ‚Praxis' gefestigt, wodurch dies sehr schwierig ist.

Dieses Beispiel verdeutlicht einige der oben genannten Konzepte. Das Modell des hierarchischen Predictive Codings beschreibt die plötzliche Aktualisierung von Grundhaltungen nach einen traumatischen Erlebnis. In den folgenden Jahren ist das Prinzip der freien Energie am Werk, indem es Ungewissheit bezüglich der Frage beseitigt, wer ‚gut' und wer ‚schlecht' ist und so die energiesparende Strategie anwendet, jeden als schlecht einzustufen. Im Laufe der Zeit wird diese Überzeugung dank des Predictive Codings immer stärker und beginnt selbst positive Verhaltensweisen von Menschen wegzuerklären. Und nun?

Hier kommt psychedelische Therapie ins Spiel. Durch deren vermutete Wirkung auf übergeordnete Glaubenssysteme und die allgemeine Starrheit des Geistes kann eine Person ‚einen Schritt zurücktreten' und ihre Überzeugung und deren Grundlagen aus einer gewissen Distanz, aus einem veränderten Bewusstseinszustand heraus betrachten. In ihrem geschwächten Zustand kann die Überzeugung aktualisiert oder, besser gesagt, neu gewichtet werden. Es ist so, als ob sich die schützenden Hände überfürsorglicher Eltern lösen würden, weil ihre Ängste gelindert wurden. Die feste Überzeugung hat sich unter dem Einfluss

von Psychedelika gelockert. So konnten alternative Ansichten in Betracht gezogen werden und andere Wahrnehmungsinformationen ins Bewusstsein gelangen, ohne den Druck und die Kontrolle durch die hemmende Überzeugung.

Patient*innenerfahrungen liefern anschauliche Beispiele für diesen Prozess. Nach der Behandlung mit Psilocybin in einer von Carhart-Harris' Studien sagte eine Patientin:

> ***„Ich fühlte mich so viel leichter, als wäre etwas freigesetzt worden, es war eine emotionale entschlackung, das gewicht und die angst und die depression waren verschwunden." 12***

Eine kritische Betrachtung

Intuitiv wirkt das Modell sicher überzeugend. Es ist aber noch sehr jung und es bleibt zu sehen, ob es der Überprüfung durch empirische Wissenschaft standhält. Ich habe bewusst den Ausdruck ‚intuitiv' gewählt, da das Modell selbst noch ein wenig mehr neurobiologische Untermauerung erfordert, da einige der Aussagen des Modells zu den Zusammenhängen zwischen biologischen Strukturen und dem Geist zu einem gewissem Grad spekulativ sind. Das Modell scheint sich teils mehr darauf zu stützen, ‚was Sinn machen würde' als auf konkrete wissenschaftliche Belege. Da REBUS als umfassendes und einheitliches Modell für die Hirnfunktionen und Geisteszustände erstellt wurde, ist der Anspruch, alle Veränderungen und Phänomene, die in Persönlichkeit und Psychiatrie auftreten, erklären zu können recht kühn – und möglicherweise zu pauschal. Dies sollte man sich vor Augen führen. Außerdem ist es das erste Modell dieser Art und dient einem spezifischen wissenschaftlichen Zweck. Es regt an zu versuchen, es zu falsifizieren und stimuliert zukünftige Forschung.

In der Formulierung des Modells erkennen Carhart-Harris und Friston an, dass der Zusammenhang zwischen umfangreichen kognitiven/heuristischen Veränderungen (z. B. Persönlichkeitsveränderung, Änderung der politischen Einstellung) und ihr biologisches Fundament noch nicht geklärt worden ist. Allein diese Tatsache zeigt vielleicht schon, dass das Modell ein Ausgangspunkt und noch kein umfassendes Modell für alles ist, was genau im Gehirn unter Psychedelika-Einfluss passiert, und wie dies mit spezifischen subjektiven Zuständen einhergeht.

Es bleibt abzuwarten, inwieweit das Modell in der Lage sein wird, Forschung und Praxis zu prägen. Ohne Frage ist es bereits beeindruckend zu sehen, wie richtungsweisende neurobiologische Theorien wie das Predictive Coding dazu angeführt werden, die Mechanismen psychedelischer Therapie zu erklären. Eine immer größer werdende Anzahl wissenschaftlicher Belege weist darauf hin, dass Psychedelika wirksame Instrumente bei der Behandlung zahlreicher Psychopathologien sein und die persönliche Entwicklung fördern können, sofern sie sachgemäß in einem kontrollierten therapeutischen Setting eingesetzt werden. Ein vereinheitlichendes Modell, das die Vorgehensweisen wissenschaftlicher Forschung strukturieren und inspirieren kann, ist daher eine wertvolle Bereicherung für die Forschung.

In Anbetracht der Tatsache, dass REBUS das erste einheitliche Modell dieser Art ist und erst vor wenigen Monaten veröffentlicht wurde, kann mit Spannung die Reaktion der anderen führenden neurobiologischen Forschungszentren erwartet werden. Wie wird ein theoretisches Modell Psychotherapeut*innen unterstützen oder weiterbringen, die mit Patient*innen arbeiten müssen, die unter unterschiedlichen, sehr spezifischen Problemen leiden? Kann dieses Modell Menschen helfen, sich selbst zu verstehen oder zur persönlichen Entwicklung beitragen? Welche Auswirkungen hätte es, dieses Konzept auf die breite Gesellschaft auszuweiten?

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. Huang, Y., & Rao, R.P.N. (2011). Predictive Coding. Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science 2, 580-593.

2. Briggs, S. (2018). How Predictive Coding Is Changing Our Understanding of the Brain. MIND Foundation Blog.

3.Hohwy, J., Roepstorff, A., Friston, K. (2008). Predictive Coding Explains Binocular Rivalry: An Epistemological Review. Cognition 108, 687-701.

4. Pollan, M. (2018). How to Change Your Mind. The New Science of Psychedelics. Penguin Press.

5. Carhart-Harris, R.L, Leech, R., Hellyer, P.J., Shanahan, M., Feilding, A., Tagliazucchi, E., Chialvo, D.R., Nutt, D. (2014). The Entropic Brain: A Theory of Conscious States Informed by Neuroimaging Research with Psychedelic Drugs. Frontiers in Human Neuroscience 8.

6. Friston, K. (2010). The Free-Energy Principle: A Unified Brain Theory? Nature Reviews Neuroscience 11, 127–138.

7. Carhart-Harris, R.L. & Friston, K.J. (2019). REBUS and the Anarchic Brain: Towards a Unified Model of the Brain Action of Psychedelics. Pharmacological Reviews 71, 316-344.

8. Spiegelhalter, D. & Rice, K. (2009). Bayesian Statistics. Retrieved from: http://www.scholarpedia.org/article/Bayesian_statistics.

9. OpenPsyc. (2015). Bottom-up vs. Top-down Processing. Retrieved from: http://openpsyc.blogspot.com/2014/06/bottom-up-vs-top-down-processing.html?m=0.

10. Osborne, S. (2018). Entropy as More than Chaos in the Brain: Expanding Field, Expanding Minds. MIND Foundation Blog.

11. Tagliazucchi, E., Carhart-Harris, R., Leech, R., Nutt, D., Chialvo, D.R. (2014). Enhanced Repertoire of Brain Dynamical States During the Psychedelic Experience. Human Brain Mapping 35, 5442-5456.

12. Roseman, L., Demetriou, L., Wall, M.B., Nutt, D.J., Carhart-Harris, R.L. (2018). Increased Amygdala Responses to Emotional Faces After Psilocybin for Treatment-Resistant Depression. Neuropharmacology 142, 263-269.