

Neuroplastizität: Gedankenlesen und Menschen ohne Gehirne

Südfrankreich im Jahr 2007. Ein 44-jähriger Mann besucht das Krankenhaus, weil ihn eine leichte Schwäche im linken Bein plagt. Als die Ärzte Bilder seiner Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT) sehen, wird schnell klar, dass dieser Mann viel größere Probleme hat: ihm fehlen fast 90% seines Gehirns¹. Wo normalerweise Gehirnzellen sein sollten, ist nur Liquor, also Nervenwasser. (Abbildung 1).

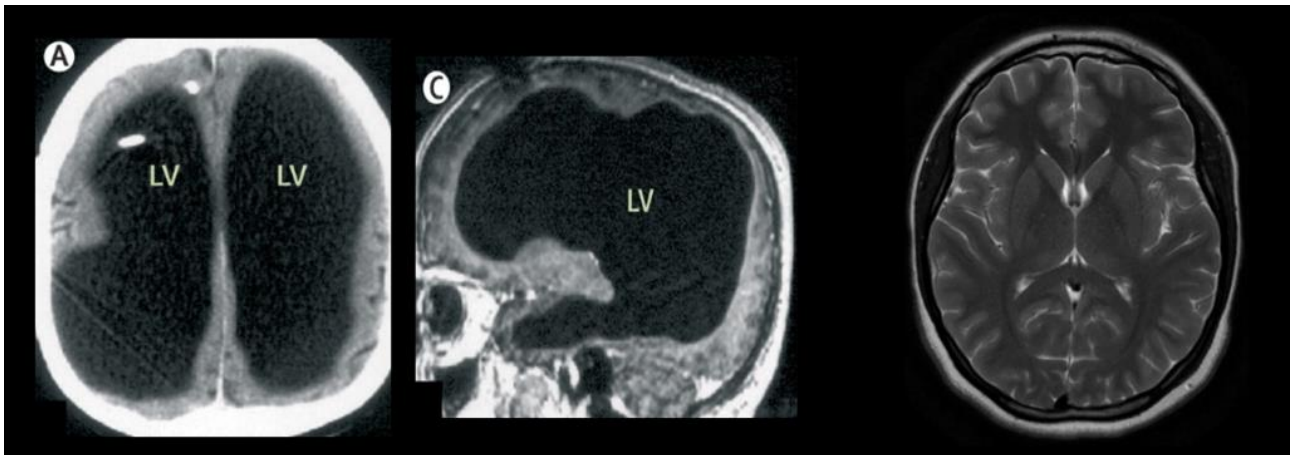


Abbildung 1: Links MRT Aufnahmen eines Gehirns, dem fast 90% der Hirnmasse fehlt (A: Blick von oben, C: seitlich). Im Vergleich rechts ein gesundes Gehirn mit normalem Volumen. (A und C von Feuillet et al. 2007, gesundes Gehirn von radiopaedia.org)

Das Erstaunliche: der verheiratete Vater von zwei Kindern ist ein gesunder Verwaltungsbeamter, der Beruf und Alltag seit jeher ohne Probleme bewältigt. In Intelligenztests schneidet er leicht unterdurchschnittlich ab, ist aber keineswegs auffällig. Die Ursache für seine fehlende Hirnmasse ist schnell gefunden: als er ein Baby war, bestand die Gefahr, dass er einen Wasserkopf entwickeln würde, weshalb Ärzte Hirnwasser ablaufen ließen. Dadurch haben sich allerdings seine Hirnkammern (Ventrikel) ausgeweitet, bis sie schließlich fast den ganzen Schädel einnahmen. Ein gesundes Gehirn hingegen besteht aus zahlreichen Bereichen und Gebilden, die verschiedene Aufgaben übernehmen. Zum Beispiel ist der Hippocampus für unser Gedächtnis verantwortlich, der Thalamus reguliert unter anderem den Hormonhaushalt und die Hypophyse schüttet die gerade benötigten Hormone aus. Die Frage, die sich aufdrängt: wie kann ein Mann, dem all diese Areale fehlen, der nur 10% eines normalen Gehirns besitzt, überleben?

Gedanken lesen mit der Neurowissenschaft

Wieder 2007, diesmal in Berlin. Hier beschäftigt sich John Haynes mit Gedankenlesen. Haynes ist Professor für Neurowissenschaften und forscht zu *brain reading*. Ja, Gedankenlesen ist jetzt ein Forschungsgebiet. Tatsächlich konnten Haynes und sein Team 2007 mit einer Erfolgsrate von 70% die Gedanken von Versuchsteilnehmern lesen². Die Versuchspersonen konnten zuerst, ohne Kenntnis der Wissenschaftler, entscheiden, ob sie zwei präsentierte Zahlen addieren oder subtrahieren würden. Danach mussten sie die Rechnung tatsächlich durchführen. Die Gehirnaktivität verrät Haynes und seinem Team schon vor der tatsächlichen Rechnung, was die Versuchspersonen vorhatten. Die Methode, die die Forscher dabei benutzten, ist heute in aller Munde. Es handelte sich um *maschinelles Lernen*, also um statistische Algorithmen, die auf der Basis früherer Eingaben lernen, neue Eingaben richtig zu kategorisieren. Ein klassisches Einsatzgebiet für solche Algorithmen ist die Bilderkennung, wie sie Suchmaschinen benutzen. Dabei erkennt der Algorithmus verschiedene Eigenschaften eines Bildes, wie Reifen, und folgert

daraus, dass auf einem Bild mit vier Reifen ein Auto sein muss, auf einem Bild mit zwei Reifen dagegen ein Fahrrad. Damit die statistische Verallgemeinerung gelingt, muss der Algorithmus an einer möglichst großen Menge von Fällen trainiert werden, aus denen er dann ein Muster ableitet. Es geht bei *machine learning* also schlicht um *Mustererkennung*.

Da nun im Gehirn verschiedene gedankliche Inhalte sehr spezifische Aktivitätsmuster aufweisen, konnte Haynes das maschinelle Lernen so gut auf das Gedankenlesen anwenden. Er musste lediglich anhand der MRT Bilder erkennen, welche Hirnregionen konsistent bei Addition und welche bei Subtraktion aktiv waren. Das heißt: beim *brain reading* muss man für jeden Gedanken, den man lesen können will, vorher mehrere hundert Male die zugehörige Gehirnaktivität bestätigen (s. Abbildung 2). Im besten Fall kann man dann aus altbekannten Aktivitäten schließen, was eine neue, unbekannte Aktivität bedeutet (Interpolation). Überlappen sich plötzlich die zwei aktiven Hirnregionen, die sonst jeweils nur Fahrräder und nur Autos repräsentieren, handelt es sich womöglich um ein Motorrad. Aber was hat das alles nun mit unserem gehirnlosen Mann zu tun?

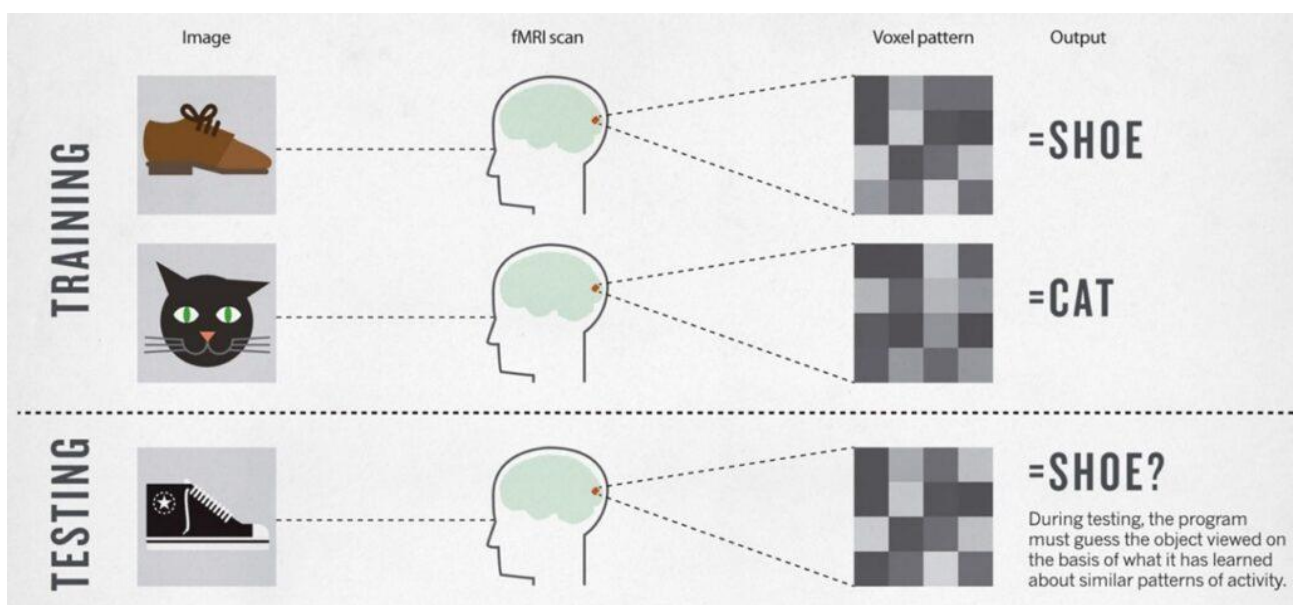


Abbildung 2: Prinzip des neurowissenschaftlichen Gedankenlesens mit maschinellem Lernen. Zuerst wird ein Algorithmus mit Beispielgedanken trainiert, die jeweils ganz bestimmte Hirnaktivitäten auslösen. Nach vielen tausenden Gedanken kann der Algorithmus von der Hirnaktivität auf den Gedanken schließen. Üblicherweise wird das Aktivitätsmuster in einem MRT oder fMRT mit Voxeln (Auflösungseinheiten, ähnlich wie Pixel sichtbar gemacht). (Übernommen von Smith in Nature³)

Das Gehirn gibt es nicht

Es gibt ein aus neurobiologischen Gründen scheinbar unüberwindbares Problem für *brain reading*. Die oben beschriebenen Methoden können nur die Gedanken einer einzelnen Person lesen. Man muss die Hirnaktivität für den Gedanken ‚Fahrrad‘ für jede Versuchsperson erneut hunderte Male dem Algorithmus beibringen. Man kann einen Algorithmus nicht ‚recyclen‘, also zweimal für verschiedene Menschen verwenden, ihn nicht von einer Person auf die nächste übertragen. Warum? Die Antwort ist dieselbe, wie darauf, warum gehirnlose Menschen ihren Alltag problemlos meistern können: *Neuroplastizität*.

Neuroplastizität ist die Eigenschaft des Gehirns, sich selbst zu organisieren. Es baut sich selbst und kann deshalb auch aktiv kompensieren, wenn ein Teil verloren geht. Es gibt zwar eine evolutionäre Blaupause für unser Gehirn, die muss jedoch nicht notwendig eingehalten werden. Zumindest in den ersten wenigen Lebensjahren sind alternative Entwicklungsrouten möglich (einem

Erwachsenen hingegen sollte man eher nicht 90% des Gehirns entnehmen). Wegen der Neuroplastizität könnte das individuelle menschliche Gehirn auch ganz anders aussehen und trotzdem einwandfrei funktionieren. Unser gehirnloser Mann, der gar kein so seltenes Phänomen ist⁴, ist im Prinzip nur ein Extremfall der normalen Individualität, die unsere Gehirne und uns als Personen prägt. *Das* Gehirn gibt es nicht, wir alle sind verschieden, weil wir individuelle Lerngeschichten und Erfahrungen haben, die in den neuroplastischen Verbindungen unserer Hirnzellen gespeichert sind: „Persönliche Erfahrungen spielen eine wichtige Rolle bei der Formung der neuronalen Architektur einer Person, individuelle Assoziationen und Bedeutungsfärbungen sind zentraler Bestandteil der meisten Gedanken“ schreibt Haynes⁵. Derselbe Gedanke kann für verschiedene Menschen höchst unterschiedliche Bedeutungen haben: die eine verbindet Hunde mit gewissen Emotionen, die der nächste wiederum mit Katzen verbindet – das Aktivitätsmuster für dasselbe Konzept variiert deshalb zwischen Individuen, von Kulturunterschieden ganz zu schweigen. Die Netzwerke des Gehirns sind flexibel und formbar – *plastisch* eben – und passen sich an ihre Herausforderungen an. Wir Menschen wachsen also, im wahrsten Sinne des Wortes, mit unseren Herausforderungen.

Quellen

1. Feuilleux, L., Dufour, H., & Pelletier, J. (2007). Brain of a white-collar worker. *The Lancet*, 370 (9583), 262. <https://www.thelancet.com/journals/lancet>
2. Haynes, J. D., Sakai, K., Rees, G., Gilbert, S., Frith, C., & Passingham, R. E. (2007). Reading hidden intentions in the human brain. *Current Biology*, 17 (4), 323-328. <https://reader.elsevier.com/reader>
3. Smith, K. (2013). Brain decoding: reading minds. *Nature News*, 502 (7472), 428. <https://www.nature.com/news/brain-decoding-reading-minds>
4. Kliemann, D., Adolphs, R., Tyszka, J. M., Fischl, B., Yeo, B. T., Nair, R., ... & Paul, L. K. (2019). Intrinsic functional connectivity of the brain in adults with a single cerebral hemisphere. *Cell reports*, 29 (8), 2398-2407. <https://www.cell.com/cell-reports/fulltext>
5. Haynes, J. D. (2011). Brain reading: Decoding mental states from brain activity in humans. *The Oxford Handbook of Neuroethics*, 3-13.

Für Sie gelesen in: Spektrum.de, 10. Apr 2023, David Wurzer