



FORSCHUNGSPROJEKT

„Gehirnnetzwerke im Vergleich“

Elitestudiengang „Neuroengineering“

TUM München, 2026

Wie misst man Gehirnähnlichkeit?

Adrian Dendorfer studiert im Elitestudiengang „Neuroengineering“ an der TU München. Im Rahmen seines Studiums absolviert er ein Forschungspraktikum an der Universität Cambridge unter der Betreuung von Dr. Fakhar und Professor Astle. Dort geht er der Frage nach, wie sich Gehirnetzwerke am besten miteinander vergleichen lassen. Solche Vergleiche könnten künftig helfen, die Gehirnentwicklung im Kindesalter besser zu verstehen.

Gehirnetzwerke

Unser Gehirn besteht aus Milliarden von Nervenzellen, die miteinander verbunden sind. Diese Verbindungen lassen sich als Netzwerk darstellen - ähnlich einem Straßennetz, in dem die Städte die Gehirnregionen und die Straßen die Nervenbahnen sind. Wie bei einem guten Verkehrsnetz muss auch das Gehirn einen Balanceakt leisten: Die Verbindungen sollen möglichst kurz und energiesparend sein, aber gleichzeitig komplex genug, um anspruchsvolles Denken zu ermöglichen.

Warum Gehirnetzwerke am Computer nachbauen?

Forschende bauen Gehirnetzwerke am Computer nach, um zu verstehen, nach welchen Regeln sich ein gesundes Gehirn organisiert - und was bei Erkrankungen wie Epilepsie oder Alzheimer anders läuft. Um zu prüfen, ob ein künstliches Netzwerk realistisch ist, vergleicht man es mit Netzwerken, die in echten Gehirnen gefunden wurden - etwa mithilfe von Hirnscans per Magnetresonanztomographie (MRT). Aber wie misst man, ob ein simuliertes und ein echtes Netzwerk einander tatsächlich ähneln?

Das Standardmaß

Bislang nutzt die Forschung vor allem ein einziges Maß, um solche Netzwerke zu vergleichen. Um beim Bild des Straßennetzes zu bleiben: Dieses Maß prüft unter anderem, ob die Straßen im künstlichen Netz ähnlich lang sind wie im echten und ob die Städte ähnlich viele Verbindungen aufweisen. Am Ende ergibt sich eine einzige Zahl auf einer Skala, die beschreibt, wie ähnlich sich die Netzwerke sind.

Wo das Standardmaß versagt

Doch dieses Maß hat Schwachstellen: Es bewertet nur allgemeine Muster, und beispielsweise nicht welche Regionen miteinander verbunden sind. Ein künstliches Netzwerk kann deshalb als „gehirnmäßig“ gelten, obwohl es das gar nicht ist - etwa, weil die besonders wichtigen langen Verbindungen zwischen den falschen Regionen verlaufen. Das wäre so, als hätte ein Straßennetz zwar eine gleichbleibende Zahl an Autobahnen, aber so angelegt, dass die Autobahnen die falschen Städte miteinander verbinden. Hinzu kommt, dass die Berechnung dieses Maßes sehr viel Energie und Rechenzeit kostet.

Viele Werkzeuge, viele Blickwinkel

In anderen Forschungsbereichen wird schon lange mit verschiedenen Vergleichsmaßen experimentiert. Man kann sich die Maße vorstellen wie verschiedene Messgeräte: Eine Waage misst das Gewicht, ein Lineal die Länge - beides beschreibt einen Gegenstand, aber auf ganz unterschiedliche Weise. Ähnlich erfassen verschiedene Netzwerkmaße jeweils andere Aspekte: etwa die Gesamtlänge aller Verbindungen, wie leicht Information fließen oder welche Knotenpunkte besonders zentral sind.

16 Maße auf dem Prüfstand

Wir haben 16 solcher Maße ausgewählt - darunter auch das Standardmaß. Diese Maße haben wir an 25.000 computersimulierten Netzwerken getestet, indem wir sie mit echten Gehirndaten verglichen. Damit wollen wir ermitteln, ob es ein Maß gibt, das sich besser für unsere Fragestellung eignet. Dabei stellten wir verschiedene Fragen: Kommen die meisten Maße zu einer ähnlichen Einschätzung? Liefern sie zuverlässige und stabile Ergebnisse? Und wie viel Rechenzeit braucht jedes einzelne Maß?

Ein Leitfaden für die Hirnforschung

Das Ergebnis ist ein praktischer Leitfaden für Neurowissenschaftler*innen: Welches Maß eignet sich für welche Forschungsfrage - und wann lohnt es sich, mehrere zu kombinieren, also gewissermaßen sowohl mit der Waage als auch mit dem Maßband zu messen?

Die Forschungsarbeit zeigt, wie wichtig methodische Grundlagen in den Neurowissenschaften sind: Nur mit verlässlichen Messwerkzeugen lässt sich verstehen, wie sich Gehirne entwickeln - und was bei neurologischen Erkrankungen anders läuft.

Mehr zum Elitestudiengang:

🔗 [Elitenetzwerk: Elitestudiengänge](#)

🔗 [Elitestudiengang „Neuroengineering“](#)