Vom Herz- zum Hirnschrittmacher

Interview mit Pascal Fries zu Gehirn-Computer-Schnittstellen: Gehirn-Computer-Schnittstellen können Nervensignale auslesen und Gehirnaktivität beeinflussen. Wir haben mit Pascal Fries darüber gesprochen, wie diese Technologie Menschen mit neurologischen und psychiatrischen Erkrankungen helfen kann, welche Entwicklungen in der Zukunft denkbar sind und wo er ethische Grenzen sieht.

Gehirn-Computer-Schnittstellen sorgen seit einigen Jahren für Schlagzeilen. Für die meisten Menschen bleibt diese Technologie jedoch nach wie vor ein Rätsel. Einfach erklärt: Was ist eine Gehirn-Computer-Schnittstelle?

Im Kern geht es darum, eine Verbindung eines Computers zum menschlichen Zentralnervensystem herzustellen, also zum Gehirn oder Rückenmark. Dabei kann neuronale Aktivität ausgelesen oder beeinflusst werden – oder beides gleichzeitig. Idealerweise gehen beide Prozesse Hand in Hand: Zunächst misst das System den aktuellen Zustand, um dann gezielt das Gehirn zu stimulieren. Die Stimulation kann so angelegt sein, dass sie neuronale Aktivität anregt oder hemmt.

Welche Gehirnsignale werden dabei ausgelesen?

Überwiegend kommen elektrische Signale zum Einsatz. Die verschiedenen Methoden unterscheiden sich in ihrer Auflösung und ihrem Invasivitätsgrad. Das geht von der Messung elektrischer Schwingungen per EEG bis hin zu ins Gehirn implantierten Elektroden, die Signale einzelner Nervenzellen erfassen.

Systeme, die sowohl messen als auch stimulieren, sind ja relativ neu. Stellen sie einen großen Sprung nach vorne dar?

Ältere Systeme stimulieren unabhängig davon, was gerade im Gehirn passiert. Ein Beispiel ist die klassische tiefe Hirnstimulation bei Parkinson, bei der im Wachzustand dauerhaft in der Tiefe des Gehirns eingegriffen wird. Frühe Herzschrittmacher funktionierten nach demselben Schema: Sie gaben einen festen Takt vor, unabhängig von der Herzfrequenz. Später ging man dazu über, die Stimulation vom gemessenen Puls abhängig zu machen. Genau dieses Prinzip wurde auf die Therapie von Parkinson mit Gehirn-Computer-Schnittstellen übertragen: Sogenannte Closed-Loop-Systeme werden nur dann aktiv, wenn der Beta-Rhythmus der Gehirnwellen zu stark ausgeprägt ist – das Muster, das die typische Steife, auch Rigor genannt, bei Parkinson auslöst. Solche Closed-Loop-Systeme ermöglichen klügere Therapien, sind aber noch selten im klinischen Einsatz.

In welchen weiteren klinischen Anwendungsfällen stehen Gehirn-Computer-Schnittstellen kurz vor dem Durchbruch?

Recht weit fortgeschritten ist die Entwicklung bei Epilepsie. Zwei Unternehmen, die daran arbeiten, sind zum Beispiel NeuroPace in den USA und Precisis in Heidelberg. Beiden geht es darum, Frühindikatoren eines epileptischen Anfalls zu erkennen und ihn durch gezielte Gegenstimulation abzuwenden.

Einige Start-ups planen ja sogar, mit Gehirn-Computer-Schnittstellen Depressionen zu behandeln. Wie soll das funktionieren?

Genau, zwei Unternehmen in diesem Bereich sind Inner Cosmos und Motif Neurotech. Sie arbeiten an Technologien, die auf bereits etablierten nicht-invasiven Therapien aufbauen. Beide zielen meines Wissens darauf ab, den linken dorsolateralen präfrontalen Kortex zu aktivieren.

Moment, das müssen wir uns genauer anschauen. Was ist damit gemeint?

Stark vereinfacht erklärt: Unser präfrontaler Cortex simuliert ständig die Konsequenzen unseres Handelns in der nahen Zukunft: Was passiert, wenn ich dies oder jenes tue oder eben sein lasse? Ein bestimmtes Areal, der sogenannte linke dorsolaterale präfrontale Cortex – kurz der linke DLPFC – scheint eine Art Best-Case-Simulation vorzunehmen: Wenn ich das tue, wird es gut gehen, und ich werde Freude haben. Menschen mit Depression haben es oft sehr schwer, sich vorzustellen, dass etwas ihnen Freude bereiten könnte, und das hängt offenbar mit einer relativen Inaktivität der linken DLPFC zusammen. Daher kann ihnen eine aktivierende Stimulation des linken DLPFC helfen.

Das klingt, als könnte es auch für andere psychiatrische Störungen relevant sein.

Ja, zum Beispiel für Angststörungen. Wiederum vereinfacht erklärt: Der rechte DLPFC – das Gegenstück zum linken – ist für Worst-Case-Simulationen zuständig: Wenn ich das tue, dann könnte etwas schief gehen, und ich sollte es vielleicht lieber sein lassen, sonst werde ich es noch bereuen. Bei Angststörungen ist dies zu stark ausgeprägt, weshalb der rechte DLPFC ein naheliegendes Ziel für Hemmung der neuronalen Aktivität ist.

Wir haben viel über klinische Anwendungen von Gehirn-Computer-Schnittstellen geredet. Aber könnten sie eines Tages auch dazu dienen, das gesunde Gehirn über seine natürlichen Fähigkeiten hinaus zu erweitern?

Technisch ist das sicher möglich, und manche der Akteure in diesem Feld wollen es auch. Elon Musk etwa argumentiert, Künstliche Intelligenz könnte zur Gefahr für die Menschheit werden; um Schritt zu halten, müssten wir uns über Breitbandverbindungen mit Computern verbinden. Daneben gibt es Akteure, die militärische Anwendungen im Sinn haben; Schnittstellen mit mehreren tausend Elektrodenkontakten im Gehirn ließen sich zweifellos nutzen, um Roboter hocheffizient zu steuern. Und es gibt Menschen, die schlicht übermenschliche Fähigkeiten anstreben oder andere Formen von Augmentation wünschen, etwa um sich besser zu fühlen oder leistungsfähiger zu sein.

Wäre das denn wünschenswert? Wo liegen die ethischen Grenzen?

Ich persönlich ziehe hier eine klare ethische Grenze. Medizinisch indizierte Gehirn-Computer-Schnittstellen halte ich für hochrelevant und für einen wichtigen Beitrag zum Therapieportfolio. Um die mögliche Bedeutung abzuschätzen, müssen wir uns nur Herzschrittmacher anschauen, die über Jahrzehnte entwickelt wurden und heute mehr als drei Millionen Menschen sehr wichtige, oft lebensnotwendige, medizinische Hilfe liefern. Nicht-invasive Gehirn-Computer-Schnittstellen können auch dort sinnvoll sein, wo Menschen etwa bei subklinischen depressiven Verstimmungen von einer Intervention profitieren können. Wenn allerdings ohne jegliche medizinische Indikation Implantationen von Gehirn-Computer-Schnittstellen auf oder in das Gehirn vorgenommen werden sollten, dann halte ich persönlich das für ethisch fragwürdig bis nicht vertretbar.

Pressemitteilung

15.04.2026
Quelle: Max-Planck-Institut für Biologische Kybernetik

Weitere Informationen

Dr. Pascal Fries
Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik, Tübingen
E-Mail: pascal.fries(at)tuebingen.mpg.de

- Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik