

# Direkter Draht von Gehirn zu Computer

**(ch-fo)** Der Traum ist alt – die Forschung noch in den Kinderschuhen – immer mehr Wissenschaftler arbeiten an der direkten Verbindung von Gehirn und Computer. Vor allem behinderte Menschen könnten von dieser Technologie profitieren. Bis es soweit ist, werden jedoch noch Jahre vergehen.

CHRISTA ROSATZIN-STROBEL

Regungslos, ein leerer Blick ins Nichts – der junge Mann spielt ein Spiel der neuen Generation. Wer gewinnen will, muss sich konzentrieren und bewusst entspannen können. Der Spieler soll einen möglichst hohen Turm bauen und dies nur mit seinen Gedanken.

Entwickelt haben das Spiel Forscher am Institut für Signalverarbeitung an der ETH Lausanne. Der Spieler trägt eine eng anliegende Kopfbedeckung mit 20 dünnen Metallplättchen, die als Elektroden wirken und bestimmte Hirnströme, so genannte Alphawellen, ableiten. Die schwachen Signale werden verstärkt und zum Computer übertragen. Aufwendige Programme werten die Signale aus und steuern damit die Höhe des virtuellen Turms: Je entspannter die Person ist, desto stärker sind ihre Alphawellen und desto höher wird der Turm auf dem Bildschirm. Spieler und Computer sind mit einem «Brain-Computer-Interface» (BCI) verbunden. Der Spieler braucht weder Tastatur noch Maus. Er steuert den Computer direkt durch seine Gedanken.



Der Spieler muss sich bewusst entspannen, um einen hohen Turm zu bauen. (Institut für Signalverarbeitung, ETH Lausanne)

## Hirnströme steuern Computer

Jede Aktivität im Gehirn – ausgelöst durch einen Sinnesreiz, einen Gedanken oder die Steuerung einer Bewegung – ist mit Hirnströmen verbunden. Auf der Kopfhaut entstehen schwache Spannungsschwankungen, die mit Elektroden gemessen werden können. Dieses Verfahren, die Elektro-Enzephalografie (EEG) wird in der Medizin seit Jahrzehnten zur Untersuchung des Gehirns eingesetzt.

Für die Lausanner Forscher ist das EEG jedoch weit mehr als ein blosses Diagnoseverfahren. Es ist die Grund-

lage einer neuen Art von Kommunikation: Der Mensch kann lernen, gewisse Hirnströme zu beeinflussen und damit einen Computer zu bedienen. Im «Turm-Spiel» verändern die Teilnehmer die Stärke ihrer Alphawellen, indem sie sich bewusst entspannen. Die Forscher in Lausanne arbeiten jedoch auch mit Hirnströmen, die durch die Vorstellung einer Bewegung ausgelöst werden. Denkt die Versuchsperson an ihre rechte Hand, wandert der Cursor auf dem Bildschirm nach rechts. Die Konzentration auf die linke Hand verschiebt den Cursor nach links.

## Elektroden im Gehirn

Eine solche Übersetzung von aktiven Denkmustern in Cursorbewegungen kann vollständig gelähmten Menschen helfen, wieder mit ihrer Umwelt zu kommunizieren. Forscher der Technischen Universität Graz entwickelten ein Brain-Computer-Interface, mit dem ein Patient nach einem Training von mehreren Monaten in der Lage war, einen Buchstaben pro Minute am Bildschirm auszuwählen. «Bis schwerst behinderte Menschen von der neuen Technologie vollumfänglich profitieren können, werden noch Jahre vergehen», schätzt Touradj Ebrahimi, Leiter des Instituts für Signalverarbeitung an der ETH Lausanne. Die Systeme seien noch sehr langsam und kaum ausgereift. Ein Grund dafür sind die schwachen Hirnsignale. Die Spannungen auf der Kopfhaut sind eine Million mal schwächer als diejenigen der Batterie eines Taschenrechners. Damit sind sie äußerst anfällig auf Störungen. Wesentlich bessere Signale liefern Elektroden, die direkt in die Hirnrinde eingepflanzt werden. Neurowissenschaftler arbeiten schon seit längerem mit Implantaten bei Affen und Ratten. Vor wenigen Jahren pflanzten Forscher der Georgia State University in den USA Implantate auch bei Menschen ein. Damit konnten die Forscher deutlich bessere Hirnsignale gewinnen und die Zuverlässigkeit und Geschwindigkeit ihres Systems verbessern. Zwei vollständig gelähmten Patienten gelang es, drei Buchstaben pro Minute zu schreiben.

Die Forscher in Lausanne gehen allerdings einen anderen Weg. Ebrahimi vertraut auf die Weiterentwicklung des EEG-Verfahrens: «Implantate sind nur in Ausnahmefällen sinnvoll. In einigen Jahren wird das EEG so gut sein, dass Implantate nicht mehr nötig sind.»

## Individuell wie ein Fingerabdruck

Bis dahin konzentriert sich der Forscher weiterhin auf die Auswertung der Hirnströme im Computer. «Die Vorstellung einer Bewegung löst zwar messbare Hirnströme aus. Diese werden jedoch durch viele andere Hirnaktivitäten überlagert», erklärt der Wissenschaftler. Auch ein Augenzwinkern oder ein reflexartiges Zucken, etwa um lästige Fliegen zu verscheuchen, löst Hirnströme aus. Der Computer muss die bewusst gedachten Muster im Wirrwarr aller anderen Hirnströme erkennen. So wie der Dirigent eines Orchesters die Stimme jedes einzelnen Instrumentes heraus hören muss. Hinzu kommt, dass jeder Mensch individuelle Hirnstrom-Muster erzeugt, die sich mit dem Alter verändern. «Alphawellen verhalten sich bei allen Menschen ähnlich. Hirnstrom-Muster hingegen, die durch aktives Denken entstehen, sind wie ein Fingerabdruck», erläutert Ebrahimi. Gedanken zu lesen sei deshalb mit dieser Technologie völlig unmöglich. «Wir können nur Denkmuster erkennen, die der Computer vorher gelernt hat», meint der Forscher und zerstreut damit ethische Vorbehalte gegenüber seiner Arbeit.