



Eine Umleitung für die Handfunktion *Rerouting the Function of the Hand*

Das Projekt MoreGrasp geht zu Ende und kann mit beachtlichen Ergebnissen aufwarten: Mit neu bearbeiteten Hirnsignalen kann die gedankliche Steuerung von Neuroprothesen in Zukunft wesentlich vereinfacht werden. Eine groß angelegte Machbarkeitsstudie ist im Laufen.

Marcel ist querschnittgelähmt, kann seine Beine nicht und seine Arme nur teilweise bewegen. Er kann Gläser nicht angreifen und braucht Unterstützung beim Essen. „Die weitverbreitete Annahme ist, dass man in einem solchen Fall nichts mehr tun kann. Dass die Querschnittlähmung eine unveränderliche Tatsache ist“, erklärt Gernot Müller-Putz vom Institut für Neurotechnologie der TU Graz. „Das muss aber gar nicht so sein.“ Er will Menschen wie Marcel zu mehr Lebensqualität und Selbstständigkeit verhelfen.

Brain-Computer Interfaces

Gernot Müller-Putz forscht an Brain-Computer Interfaces – kurz BCI oder übersetzt Gehirn-Computer-Schnittstellen. Diese Schnittstellen können per Elektroenzephalografie – kurz EEG – gemessene Hirnströme in Computerbefehle übersetzen, die wiederum eine Neuroprothese steuern können. „Bei einer Querschnittlähmung sind ja alle Schaltzentren im Gehirn und die Muskeln im betreffenden Körperteil noch vorhanden, nur die Leitung zwischen Gehirn und Extremität ist unterbrochen. Das umgehen wir, indem wir das Gehirn mit einem Computer kommunizieren lassen, der wiederum den Befehl an die Muskeln weiterleitet“, erklärt der Professor. Angesteuert und zur Bewegung animiert werden die Muskeln mit Elektroden, die außen am Arm angebracht sind und

The MoreGrasp project is coming to an end and has provided substantial results. The mental control of neuroprostheses can be considerably simplified in the future with the help of reprocessed brain signals. A large-scale feasibility study is being carried out.

Marcel is paralysed and can only partially move his arms and legs. He cannot grasp glasses and needs support to eat. “The common assumption is that you cannot do anything more for someone in such a case, and that tetraplegia is an immutable fact,” explains Gernot Müller-Putz from TU Graz’s Institute of Neural Engineering. “But it doesn’t have to be like that.” He wants to help people like Marcel to have more quality of life and independence.

Brain-computer interfaces

Gernot Müller-Putz conducts research on brain-computer interfaces or BCI. These interfaces can translate brain waves measured by an electroencephalogram (EEG) into computer commands, which in turn can control a neuroprosthesis. “In tetraplegia all the circuits in the brain and muscles in the body parts concerned are still intact, only the neurological connection between the brain and the limbs is interrupted. We bypass this by communicating via a computer which in turn passes on the command to the muscles,” explains the professor. The muscles are triggered and their movement stimulated by means of electrodes fastened to the outside of the arm, thus eliciting, for example, opening and closing of the fingers.

Up to now we work using a mental rerouting to generate distinct signals to control the prosthesis. The test persons thought

Abbildung 1:
Gernot Müller-Putz leitete das gerade abgeschlossene Projekt MoreGrasp.
Figure 1:
Gernot Müller-Putz headed the recently completed MoreGrasp project.



© moreGrasp

zum Beispiel das Schließen und Öffnen der Finger auslösen können.

Bisher arbeitete man mit einem gedanklichen Umweg, um ausreichend unterscheidbare Signale zur Steuerung der Neuroprothese zu generieren: Die Probandin oder der Proband dachten beispielsweise an ein Fuß-heben-und-Senken und das per EEG gemessene gedankliche Signal öffnete die rechte Hand. Dachte sie oder er an eine linke Handbewegung, schloss sich die rechte Hand wieder. Welche Gedanken der jeweiligen Bewegung zugeordnet wurden, war dabei irrelevant – wichtig war nur die ausreichende Unterscheidbarkeit der dabei erzeugten Hirnströme.

Diese Technik entwickelte das Team an der TU Graz in Kooperation mit der Universität Heidelberg, dem Kompetenzzentrum KnowCenter, der Universität Glasgow und den Unternehmen Bit Brain Technologies sowie MEDEL im gerade abgeschlossenen, vom EU-Programm Horizon 2020 geförderten Projekt MoreGrasp weiter und schaffte einen Paradigmenwechsel. Der gedankliche Umweg ist nun nicht mehr notwendig, erklärt Müller-Putz: „Wir nutzen nun das sogenannte ‚attempted movement‘ – also den Versuch, eine Bewegung auszuführen.“ Die Probandin oder der Proband versucht dabei die Bewegung – zum Beispiel den Griff nach einem Glas Wasser – auszuführen. Wegen der Querschnittlähmung wird das dabei entstehende Hirnsignal aber nicht weitergeleitet, kann aber mittels EEG gemessen und vom Computersystem verarbeitet werden. Verschiedene Griffvarianten wurden im Projekt untersucht: Der Palmargriff (Zylindergriff, nach einem Glas greifen), der Lateralgriff (Schlüsselgriff, einen Löffel in die Hand nehmen), das Aufmachen der Hand und das Drehen nach innen und außen.

„Es sind nur sehr kleine Unterschiede zwischen dem Signal, ein Glas anzugreifen, und dem, die Finger danach wieder zu öffnen. Aber diese Unterschiede finden wir gerade heraus und lassen davon die Neuroprothese direkt ansteuern. Wir haben erkannt, dass dieser Forschungsbereich noch sehr am Anfang steht, aber wir haben diese Signale neu eingeführt und damit einen sehr wichtigen Schritt getan“, freut sich Müller-Putz. Eine völlig neue Möglichkeit, die eine deutliche Erleichterung für die Nutzerinnen und Nutzer mit sich bringen kann. >



© moreGrasp

about lifting and lowering a foot and the mental signal measured by the EEG opened the right hand. When they thought of a movement of the left hand, the right hand closes again. Whatever thoughts that were assigned to the respective movement were irrelevant: what was important was the sufficient distinguishability of the produced brain waves.

The team in Graz developed this technique further in cooperation with the University of Heidelberg, KnowCenter, University of Glasgow and partners Bit Brain Technologies and MEDEL in the recently concluded project MoreGrasp financed by the EU and created a paradigm shift. This mental “rerouting” is no longer necessary, as Müller-Putz explains: “We now use so-called ‘attempted movement’.” The test person attempts to carry out a movement, for instance to grasp a glass of water. Due to tetraplegia, the occurring brain signal is not passed on, but can be measured using an EEG and processed by the computer system. A variety of grips were investigated in the project: the palmar grip (cylinder grip, grasping a glass), the lateral grip (key grip, picking up a spoon), and opening the hand and turning it inwards and outwards.

“There is very little difference between the signal of grasping a glass and opening the fingers afterwards. But we are figuring out these differences and using them to directly trigger the neuroprostheses. We recognised that this research field is still in its infancy, but we’ve introduced these signals and thus made an important step,” >

Abbildung 1 und 2:
Verschiedene Griffvarianten wurden im Projekt untersucht: Der Palmargriff, der Lateralgriff, das Aufmachen der Hand und das Drehen nach innen und außen.
Figure 1 and 2:
A variety of grips were investigated: the palmar grip, the lateral grip, and opening the hand and turning it inwards and outwards.

Abbildung 3:
Ein User trainiert mit einer eigens konzipierten Trainingssoftware im Projekt MoreGrasp.
Figure 3:
A test person is training with a software especially designed for the MoreGrasp-project.



© moreGrasp

Abbildung 4:
 Ein User hält mithilfe einer
 Neuroprothese eine Dose hoch.
 Diese Bewegung konnte er
 vorher nicht durchführen.

Figure 4:
 A test person wearing a
 neuroprosthesis is holding a
 cup which he was not able
 to do before.



© moreGrasp

Groß angelegte Studie

Im Rahmen des Projekts wurde eine eigene Online-Plattform zur Vernetzung Interessierter und Betroffener eingerichtet. Dort können sich Endnutzerinnen und -nutzer auch für die Teilnahme an einer groß angelegten Machbarkeitsstudie registrieren, die die im Projekt entwickelte Technik auf ihre Alltagstauglichkeit überprüfen soll. „Wir werden anschließend alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer, die für unsere Studie infrage kommen, mit einem eigens entwickelten Toolkit auf ihre motorischen Fähigkeiten testen. Dabei schauen wir uns EEG-Muster an, testen, ob die Muskeln mittels Elektrostimulation angesteuert werden können, und machen ein komplettes Assessment aller vorhandenen Muskelkräfte und Bewegungsausmaße“, erklärt Müller-Putz die aufwendige Untersuchung. Danach wird jeder Probandin und jedem Probanden ein maßgeschneidertes BCI-Training zur Verfügung gestellt, das in mehrere Stunden dauernden Sessions jede Woche eigenverantwortlich absolviert werden muss. So werden Hirnsignale gesammelt und das System lernt bei jedem Versuch dazu.

Der erste Griff

Neben der bahnbrechenden Forschung sind Müller-Putz und sein Team vor allem um Bewusstseinsbildung bemüht. Kurz vor Projektbeginn wurde in Heidelberg die erste Ambulanz in Europa eröffnet, die sich auf Neuroprothesen spezialisiert hat. Und auch bei anderen Ärztinnen und Ärzten sehe man zunehmendes Interesse an der Thematik: „Wie gesagt, war man bisher der Meinung, dass eine Querschnittlähmung eine Tatsache ist. Und man kommt langsam drauf, dass es gar nicht so sein muss.“ Aber vor allem für die betroffenen Personen ist die Forschung ein wichtiger Schritt, erklärt Müller-Putz, selbst mit unverhohlener Freude im Gesicht: „Wenn sich nach Jahren plötzlich die eigene Hand bewegt, dann ist das für die Leute ein Wahnsinn. Dieses Grinsen, das sie dann haben – das ist einfach nicht zu beschreiben.“

Text: Birgit Baustädter ■

says a delighted Müller-Putz. This is a completely new possibility and could be a game-changer for users.

Large-scale study

A special online platform to link up interested persons and those concerned was set up in the course of the project. End users can register on the platform to enter a large-scale feasibility study which is intended to check compatibility in everyday life of the technique developed in the study. “Following this, we will test the motoric abilities of all the participants who are eligible for our study using a specially developed toolkit. In doing this, we will look at EEG patterns, test whether the muscles can be triggered using electrical stimulation, and make a complete assessment of all available muscle power and degrees of movement,” explains Müller-Putz. Afterwards, each test person will be provided with a tailor-made BCI training course which must be completed independently in sessions lasting several hours each week. In this way brain signals will be gathered and the system will learn during each experiment.

The first grip

In addition to the groundbreaking research, Müller-Putz and his team are very involved in creating awareness of it. Just before the project started, the first outpatients department in Europe specialising in neuroprostheses was opened in Heidelberg. And there is increasing interest in the topic from other doctors: “As I already said, up to now people were of the opinion that tetraplegia was an open and shut case. But we are slowly realising that it doesn’t have to be.” But the research is an important step in particular for the people concerned, explains Müller-Putz, with barely concealed joy on his face: “When they can suddenly move their hands again after so many years, it’s fantastic for them. This grin that they have: you just can’t describe it.”

Text: Birgit Baustädter ■