

Exoskelett soll künftig Menschen mit Plexuslähmung den Alltag erleichtern

Der Plexus brachialis, auch Armnervengeflecht genannt, überträgt motorische und sensorische Signale zwischen dem Rückenmark und Schulter, Arm und Hand. Wird er beispielsweise bei einem Motorradunfall verletzt, können Gefühlsstörungen, Kraftverlust und Lähmungen die Folge sein. Im Projekt PLEXO entwickeln Fraunhofer-Forschende gemeinsam mit Partnern ein myoelektrisch gesteuertes Exoskelett, das Betroffene bei alltäglichen Aufgaben unterstützen soll. Das körpernah getragene Assistenzsystem soll minimalistisch und textilintegriert gestaltet sein und sich leicht und unauffällig tragen lassen.

Bei einem Motorradunfall, einem schweren Sturz oder einer Sportverletzung kann das Nervengeflecht zwischen Hals und Arm stark gedehnt oder verletzt werden, mitunter sogar reißen. Es funktioniert wie ein Bündel elektrischer Leitungen: Es übermittelt die Bewegungsbefehle des Gehirns an Schulter, Arm und Hand und leitet Berührungs- und Schmerzreize zurück. Werden diese Nerven beschädigt, kommen die Signale nicht mehr zuverlässig an. Es entsteht eine Plexuslähmung.

Für Betroffene kann das bedeuten, dass sie den Arm nur noch eingeschränkt oder gar nicht mehr bewegen können. Hinzu kommen häufig Taubheitsgefühle, Missempfindungen und Schmerzen. Bei einer schweren Plexuslähmung können der gesamte Arm und die Hand schlaff am Körper herabhängen. Selbst einfache Alltagshandlungen wie Anziehen, Kochen, Waschen oder Tragen werden dadurch zu einer großen Herausforderung. Die Behandlung ist langwierig und aufwendig. Sie umfasst eine genaue Diagnostik, häufig hochkomplexe mikrochirurgische Eingriffe sowie eine intensive physiotherapeutische und ergotherapeutische Rehabilitation. Damit sollen möglichst viele Funktionen wiederhergestellt und dauerhafte Folgen wie Gelenkversteifungen und Muskelschwund verhindert werden. Doch selbst bei optimaler Behandlung lässt sich die Beweglichkeit der Schulter häufig nicht vollständig zurückgewinnen.

Genau hier fehlen bislang geeignete technische Hilfsmittel, die gezielt die Schulterfunktion unterstützen. Zwar gibt es Assistenzsysteme für die Hand oder den Ellenbogen, alltagstaugliche Lösungen zur gezielten Unterstützung der Schulter sind jedoch kaum verfügbar. »Betroffene mit einer traumatischen Plexuslähmung haben einen deutlichen Bedarf an alltagstauglichen Assistenzsystemen, wie wir mit unserer Delphi-Studie unter Beteiligung von Betroffenen und anderen Akteuren ermitteln konnten«, sagt Veronika Hofmann, Wissenschaftlerin am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA. »Ihre Autonomie ist eingeschränkt, sie leiden unter Schmerzen, sind psychisch belastet und haben zudem Probleme bei der Wiedereingliederung in die Arbeit. Oftmals vermeiden sie Aufgaben oder überlasten andere Körperteile als Kompensationsstrategie.«

Mehr Autonomie und verbesserte Lebensqualität

Im Projekt PLEXO (siehe unten) widmet sich die Wissenschaftlerin mit ihrem Team und Partnern aus Industrie und Forschung daher der Entwicklung eines myoelektrischen Exoskeletts, das am Körper getragen werden kann. Es soll Betroffenen Alltagsaktivitäten wie Kochen oder Waschen erleichtern, zu mehr Autonomie verhelfen und insgesamt die Lebensqualität verbessern. »Industrielle

Exoskelette, die Mitarbeitende beispielsweise in der Logistik oder der Montage präventiv unterstützen, um etwa einen Bandscheibenvorfall zu vermeiden, gibt es schon seit längerem. Im medizinischen Reha-Sektor geht es aber darum, körperliche Beeinträchtigungen zu kompensieren und im Fall von Plexuslähmungen den Arm wieder bewegbar zu machen«, so die Forscherin. Das System wird nicht durch Spracheingabe oder das Drücken von Knöpfen gesteuert, sondern durch die Anspannung von Muskeln. Das robotergestützte Assistenzsystem erfasst die Muskelaktivität des Nutzers über auf der Haut platzierte Sensoren. Erkennen diese Elektroden elektrische Impulse der noch vorhandenen Restmuskulatur, ermöglichen integrierte, leistungsstarke und kompakte Motoren eine Bewegung. Im Exoskelett verbaute Sensoren und vibrotaktile Elemente informieren zusätzlich, wo sich der Arm gerade befindet. »Zudem wollen wir funktionelle Elektrostimulation (FES) integrieren, bei der gelähmte oder geschwächte Muskeln durch gezielte elektrische Impulse angesteuert werden«, erläutert Hofmann.

Minimalistisches Antriebskonzept und textilintegrierte Elektronik

»Alltagsaktivitäten sind typischerweise bimanuell organisiert: Eine Hand ist für die Feinmotorik zuständig, die andere Hand übernimmt eine stabilisierende Funktion. Eine vollständige Wiederherstellung beider Funktionen ist nicht zwingend notwendig, die Unterstützung der stabilisierenden Funktion kann bereits entscheidend sein«, so Hofmann. Daher setzen die Forschenden auf ein minimalistisches Konzept, das nicht alle Schulterfreiheitsgrade unterstützt, denn auch bei eingeschränkten Freiheitsgraden bleiben viele Aktivitäten möglich. Bei allen elektronischen und mechanischen Komponenten will man sich so auf die absolut notwendigen Komponenten beschränken, um das Assistenzsystem so leicht und komfortabel wie möglich zu konzipieren. So kann das System schlanker und leichter gestaltet werden und die Steuerung intuitiver erlernt werden. Elemente wie Elektroden, Sensoren oder Kabel sollen hierbei in ein Funktionstextil (Fraunhofer ISC) integriert werden, um den alltäglichen Gebrauch des Exoskeletts zu erleichtern. Fundamental wichtig für den Komfort sind zudem die Elemente der Körperschnittstelle, die personenspezifisch für die einzelnen Patientinnen und Patienten mittels 3D-Druck-Verfahren angefertigt werden sollen. Denn das oberste Ziel ist, dass die Betroffenen das System auch wirklich tragen. Umgesetzt wird der Demonstrator gemeinsam mit den Industriepartnern Evomotion GmbH (FES), cirp GmbH (additive Fertigung) und Sensodrive GmbH (Aktorik).

Nutzerzentrierter Ansatz

Bei der Entwicklung des Exoskeletts legen die Projektpartner großen Wert darauf, dass Betroffene das textile System selbstständig anziehen und intuitiv bedienen können. Um eine hohe Nutzerakzeptanz zu erreichen, werden Betroffene einer Plexuslähmung regelmäßig zu Workshops eingeladen und intensiv in die Entwicklung eines ersten Demonstrators einbezogen. So etwa auch am Plexustag, der am 15. Juni 2026 am Institut in Stuttgart stattfand und Teilnehmenden aus ganz Deutschland ermöglichte, einen Einblick in die Forschung zu gewinnen und wertvolle Impulse für die Erforschung eines solchen Assistenzsystems zu geben.

Die neu gegründete Interessensgruppe Plexus-Community ermöglicht beispielsweise durch regelmäßig stattfindende Online-Stammtische einen kontinuierlichen Interessensaustausch, der von den Betroffenen selbst als außerordentlich wertvoll beschrieben wird. Das Feedback der Betroffenen über das vorgesehene Assistenzsystem ist durchweg positiv. Eine geplante Evaluierungsstudie zum Projektende seitens der Charité Berlin und des Unfallkrankenhauses Berlin soll Erkenntnisse zur Wirksamkeit des innovativen Ansatzes bewerten. »Da unser Demonstrator letztendlich in ein Medizinprodukt überführt werden soll, beziehen wir eine breite Gruppe an Expertinnen und Experten aus der Neurologie, der Neurochirurgie, der Orthopädie, der Physiotherapie, der Ergotherapie und der Pflege in unsere Forschung ein«, betont Hofmann den interdisziplinären

Ansatz des Projekts PLEXO. So soll ein Assistenzsystem entstehen, das nicht nur technisch funktioniert, sondern sich auch selbstständig bedienen lässt und Menschen mit Plexuslähmung im Alltag spürbar entlastet.

Projekt PLEXO

Fördergeldgeber:

Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt BMFT

Projektstart:

1. Juni 2026

Laufzeit:

Drei Jahre

Projektpartner:

- Evomotion GmbH
 - cirp GmbH
 - Sensodrive GmbH
 - Charité Berlin / BG Klinikum Unfallkrankenhaus Berlin
 - Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA
 - Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC
-
- [Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA](http://ipa.fraunhofer.de) (ipa.fraunhofer.de)
 - [Webseite der Plexus-Community](#)
 - [Forschung Kompakt September 2026 - Exoskelett soll künftig Menschen mit Plexuslähmung den Alltag erleichtern \[PDF 0,21 MB \]](#)