

PRESSEINFORMATION

7. August 2025 || Seite 1 | 3

Maßgefertigt für therapeutische Zwecke

So einzigartig wie jede Hand: Exoskelette, die Patienten jeden Alters und Geschlechts den Weg zurück in den Alltag ebnen

Besonders nach Unfällen mit Sehnenverletzungen oder als Folge von Schlaganfällen kann die Beweglichkeit der Hände beeinträchtigt sein. Als Hilfsmittel einer Therapie kommen verstärkt Exoskelette zum Einsatz, die wie ein zweites Skelett über der Hand angebracht werden und gezielt Handgelenk und Finger durchbewegen können. Doch nur ein Produkt, das ganz auf die Hand des Patienten abgestimmt ist, wichtige Anforderungen wie geringes Gewicht und kompakte Ausmaße erfüllt, bringt gute Voraussetzungen für einen Therapieerfolg mit. Denn eine Stütz- und Bewegungsstruktur, die ihren Träger mehr behindert als unterstützt, verstaubt oft unbenutzt im Regal.

Die Basis: CAD-Modellierung und innovativer 3D-Druck

Das Fraunhofer IWU setzt nun auf innovative Formgedächtnislegierungen, Schrittmotoren und 3D-Druck-Technologien für die Bereitstellung passgenauer und sanft unterstützender Exoskelette. Die Idee: Das Exoskelett als solches muss zunächst perfekt an die Anatomie der Hand angepasst sein. Menschliche Hände unterscheiden sich nicht nur in der Größe, sondern auch in den Proportionen deutlich voneinander. Unterschiede bestehen sogar zwischen der linken und der rechten Hand derselben Person. Nahezu unbegrenzte geometrische Freiheiten bietet die Herstellung des Exoskeletts via 3D-Druck im Verfahren des selektiven Lasersinterns (SLS). Dabei werden dreidimensionale Formen Schicht für Schicht aus Kunststoffpulver aufgebaut. Besonders effizient lässt sich der Herstellprozess gestalten, wenn ein parametrisches CAD-Modell dafür die Grundlage bildet. Im Idealfall liegt also die Patientenhand als digitaler 3D-Scan vor, sodass mit der geometrischen Form auch die Beziehungen (Parameter) zwischen den einzelnen Elementen der Hand kartografiert sind. So entsteht beim Druck nicht nur ein besonders präzises »Negativ« der Hand, eventuell erforderliche Anpassungen für spätere Neuanfertigungen sind mit einem CAD-Modell als Grundlage auch leichter umsetzbar.

Kompakter und präziser Antrieb

Doch nicht nur die Anatomie jeder Hand ist einzigartig. Auch die Handkraft unterscheidet sich deutlich. Bei den meisten Patientinnen und Patienten ist es sinnvoll,

Kontakt Pressestelle

Andreas Hemmerle | Fraunhofer-IWU | Telefon +49 371 5397-1372 |
Reichenhainer Straße 88 | 09126 Chemnitz | www.iwu.fraunhofer.de | presse@iwu.fraunhofer.de |

FRAUNHOFER IWU

Kraft und Hub eines Exoskeletts für die Hand zu individualisieren. Gleichzeitig wäre ein hohes Eigengewicht des Hilfsmittels sehr belastend.

7. August 2025 || Seite 2 | 3

Neben der Passform der Schale kommt es daher insbesondere auf den Antrieb an. Alina Carabello, Doktorandin am Fraunhofer IWU und wissenschaftliche Mitarbeiterin der Technischen Universität Chemnitz, setzt auf eine Kombination aus einem in zwei Richtungen wirksamen (bidirektionalen) Schrittmotor und aktuatorisch eingesetzten, als Formgedächtnislegierungen ausgeführten Drähten. Dieses Konzept basiert auf jeweils nur zwei künstlichen Sehnen, die der Schrittmotor für eine Beuge- bzw. Streckbewegung von Hand und Fingern präzise ansteuert. Dabei können verschiedene Positionen gehalten und bei Bedarf nachjustiert werden. Ein Nachregeln ist zum Beispiel bei einer Mineralwasserflasche aus Kunststoff erforderlich, die nachgibt, sobald der Verschluss geöffnet wird und Kohlensäure entweichen kann.

Und so funktioniert das Antriebssystem: Der Schrittantrieb basiert auf den Elementen Zahnrad, Hebel, Klinke und FGL-Draht. Wird der Draht erwärmt, zieht er sich zusammen und lenkt dadurch den Hebel um einen definierten Winkel aus. So wird das Zahnrad ‚mitgenommen‘, also in die gewünschte Richtung bewegt; das Seil der Streck- bzw. der Beugesehne wird auf eine Seilspule auf- bzw. abgewickelt. Durch diese Sehnenbewegung wird der Finger gebeugt oder gestreckt. Bei Carabellos Schrittantrieb wirken Formgedächtnislegierungen (FGL) als Aktoren: Ihre Formänderungsfähigkeit steuert die Bewegung des Zahnrads. Wird ein FGL-Draht durch elektrischen Strom aus einem Mikrokontroller gezielt erwärmt, verkürzt er sich, beim Wiederabkühlen dehnt er sich durch einen Gegenzug, beispielsweise durch eine Feder oder einen weiteren FGL-Draht. Diese Mechanik steuert die künstlichen Gliedmaßen des Exoskeletts. Insgesamt kann eine sehr präzise und wiederholbare Bewegung erreicht werden; das sanfte Ansprechverhalten der FGL-Drähte garantiert schonende Bewegungsschritte.

Individualisierte Exoskelette für therapeutische Zwecke

Das Fraunhofer IWU sieht bei vielen Hilfsmitteln in der Medizintechnik weiteren Individualisierungsbedarf, um die Bedürfnisse zu behandelnder Personen besser abbilden und therapeutisches Personal zielgerichteter unterstützen zu können. Viele Hilfsmittel orientieren sich an Standardvorgaben und sind selten an Alter, Geschlecht, Größe, Gewicht oder tatsächliche Einschränkungen von Patientinnen und Patienten angepasst oder überhaupt anpassbar. Mit seinem Exoskelett für die Hand zielt das Fraunhofer IWU vorrangig auf Sehnenverletzungen nach Unfällen ab. Auch nach Schlaganfällen oder mit (angeborenen) Lähmungen ist es wichtig, im Genesungsprozess die betroffene Hand durchzubewegen – oft wären Übungen in engerer Abfolge sinnvoll, als es das Zeitbudget von Therapeuten erlaubt. Hier kann das am Fraunhofer IWU entwickelte Exoskelett Entlastung bieten, da die durchgehende Anwesenheit einer betreuenden Person nicht zwingend erforderlich ist.

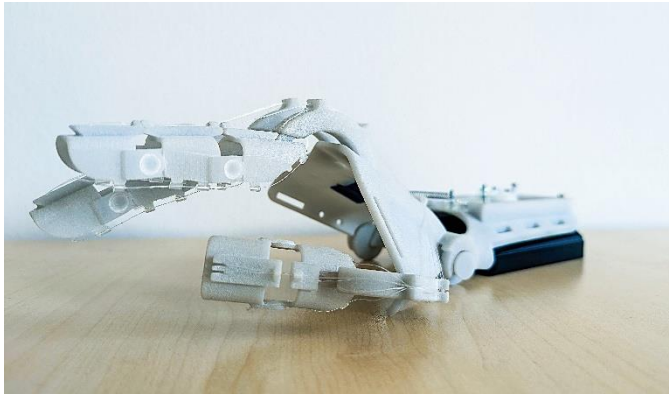


Abb. 1 Exoskelette unterstützen Bewegungen des Trägers und können seine Kraft deutlich erhöhen. Ein weiterer, zunehmend wichtiger Einsatzbereich sind Rehabilitation und Therapien.
© Fraunhofer IWU

7. August 2025 || Seite 3 | 3

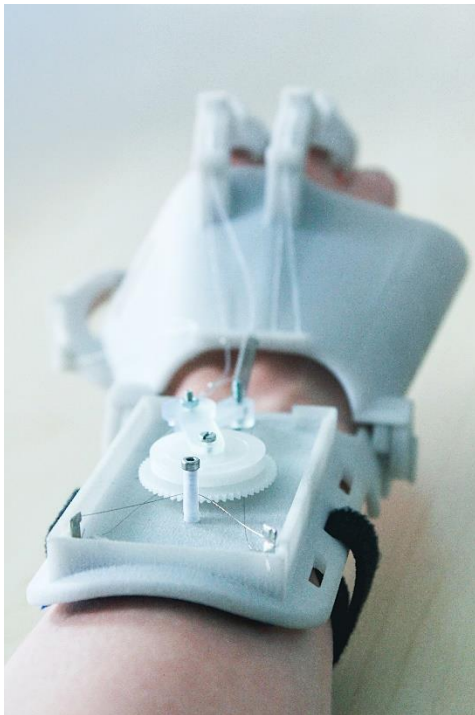


Abb. 2 Der Schrittantrieb mit den Elementen Zahnrad, Hebel, Klinke und FGL-Draht.
© Fraunhofer IWU

Das **Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU** ist treibende Kraft für Forschung und Entwicklung in der Produktionstechnik. Mit rund 670 hochqualifizierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sind wir an den Standorten Chemnitz, Dresden, Leipzig, Wolfsburg und Zittau vertreten. Wir erschließen Potenziale für die wettbewerbsfähige Fertigung im Automobil- und Maschinenbau, der Luft- und Raumfahrt, der Medizintechnik, der Elektrotechnik sowie der Feinwerk- und Mikrotechnik. Im Fokus von Wissenschaft und Auftragsforschung stehen Bauteile, Verfahren und Prozesse sowie die zugehörigen komplexen Maschinensysteme und das Zusammenspiel mit dem Menschen – die ganze Fabrik. Als Leitinstitut für ressourceneffiziente Fertigung setzen wir auf eine hochflexible, skalierbare und von der Natur lernende, kognitive Produktion. Dabei haben wir ganz im Sinne regenerativer Systeme und der Kreislaufwirtschaft die gesamte Prozesskette im Blick. Wir entwickeln Technologien und intelligente Produktionsanlagen und optimieren umformende, spanende und fügende Fertigungsschritte. Die Entwicklung innovativer Leichtbaustrukturen und Technologien zur Verarbeitung neuer Werkstoffe, die Funktionsübertragung in Baugruppen sowie neueste Technologien der additiven Fertigung (3D-Druck) sind Kernbestandteile unseres Leistungsportfolios. Damit die Energiewende gelingen kann, zeigen wir Lösungsräume für die Großserienfertigung wesentlicher Wasserstoffsysteme auf.