

RUBIN

WISSENSCHAFTSMAGAZIN



ALLES NUR GEKLAUT?

Stibitzt: Nährstoffklau unter Bakterien

Abgesaugt: Sterne mopsen Materie

Umgedeutet: Narrative und Macht

ENDLICH WIEDER BESSER GEMEIN KÖNNEN

Die ältere Frau geht langsam den Gehweg entlang. In regelmäßigen Abständen bleibt sie stehen, als wolle sie etwas im Schaufenster genauer betrachten. Ihr Gesichtsausdruck verrät Anstrengung. Erst beim zweiten Hinsehen merkt man, dass sie gar nicht wirklich an den Auslagen interessiert ist. Es ist die Schaufensterkrankheit, die sie zwingt, nach einigen Metern immer wieder innezuhalten. Bei dieser Erkrankung, auch periphere arterielle Verschlusskrankheit genannt, ist durch eine Verengung der Gefäße in den Beinen der Blutfluss zu den Muskeln verringert. Dadurch kommt nicht genügend Sauerstoff an, der Muskel ermüdet schnell und braucht eine Pause.

Menschen mit dieser Krankheit könnten in Zukunft von der Forschung des Bochumer Doktoranden Leon Lauret profitieren. Der Sportwissenschaftler möchte im Rahmen seiner Promotion in Kooperation mit Prof. Dr. Daniel Hahn vom Lehr- und Forschungsbereich Bewegungswissenschaft und Dr. Marc Neumann von der Arbeitsgruppe Biomedical Engineering der Ruhr-Universität Bochum ein neuartiges Exoskelett entwickeln. Dieses soll überwiegend mechanisch funktionieren und Menschen mit Mobilitätseinschränkungen das Gehen erleichtern.

Von der Natur abgeschaut

Exoskelette sind Außenskelette, wie sie in der Natur häufiger vorkommen, zum Beispiel bei Insekten und Krebsen. Da die Entwicklung solch einer Vorrichtung nicht nur viel Verständnis des menschlichen Bewegungsapparates erfordert, sondern auch eine große Portion Ingenieurwissen, teilt sich Leon Laurets Arbeit auf beide Forschungsgruppen auf.

„Durch seine Arbeit in beiden Arbeitsgruppen wandelt Leon quasi zwischen den Welten“, sagt Daniel Hahn mit einem Augenzwinkern. „Er arbeitet bei uns an der Fakultät für Sportwissenschaft an der Frage, wie die Mensch-Seite der Mensch-Technik-Interaktion funktioniert und wie eine Unterstützung eigentlich aussehen muss. Welche Anpassungen am Exoskelett müssen je nach Nutzer oder Nutzerin möglich sein? Bei den Ingenieuren wiederum ist er viel in der Werkstatt und entwickelt dort quasi die Hardware, also die Orthesenschale und die Mechanik, die an dieser verbaut werden soll“, so der Lehrstuhlinhaber.

Exoskelette gibt es schon länger. Sowohl solche, die querschnittsgelähmten Men- ▶

Mit einem neuartigen Exoskelett wollen Bochumer Forscher Menschen helfen, die in ihrer Mobilität eingeschränkt sind. Vorbild ist die Natur.

Noch arbeiten die Wissenschaftler an einem Prototyp. Das fertige Exoskelett könnte später einmal Menschen mit Mobilitätseinschränkungen beim Gehen helfen.





Eine Möglichkeit ist, einen Hebelarm unten an der Orthese anzubringen, der sich wiederum durch eine Feder mit einem Kuppelungsmechanismus weiter oben verbindet. Bei einem Schritt nach vorne spannt sich die Feder zunächst und gibt die dabei gespeicherte Energie anschließend frei, wodurch das Gehen leichter wird.



Daniel Hahn (vorne) vom Lehr- und Forschungsbereich Bewegungswissenschaft sieht sich gemeinsam mit Leon Lauret an, wie sich der Muskel des Probanden (im Hintergrund) verhält, wenn dieser das Exoskelett beim Gehen auf dem Laufband trägt.

schen das Stehen und Gehen ermöglichen, als auch solche, die Sportlerinnen und Sportler oder schwer körperlich arbeitende Menschen in ihren Bewegungen unterstützen, zum Beispiel beim Skifahren oder Pakete heben. Allerdings sind diese Exoskelette meist motorbetrieben und benötigen einen zum Teil großen und schweren Akku. Leon Lauret möchte hingegen eine überwiegend mechanische Unterstützung entwickeln, die ohne Motor auskommt.

Tüfteln am Prototypen

Die Idee kam ihm, als er die Nature-Publikation einer amerikanischen Forschungsgruppe aus dem Jahr 2015 entdeckte. Die Wissenschaftler beschrieben darin ein sogenanntes passives Exoskelett. Dieses ermöglichte den Nutzerinnen und Nutzern erstmalig, mit geringerem Energieverbrauch zu gehen, ohne dass zusätzliche Energie über einen Motor eingespeist wird. Die Konstruktion bestand aus einer Unterschenkelorthese, an der auf Höhe der Ferse ein großer Hebelarm angebracht war, der sich wiederum durch eine Feder mit einem Kupplungsmechanismus weiter oben verband. Bei einem Schritt nach vorne spannte sich die Feder zunächst und gab die dabei gespeicherte Energie anschließend frei, wodurch das Gehen leichter wurde.

„Das Paper hat viel Aufmerksamkeit bekommen und hohe Wellen geschlagen“, erzählt Daniel Hahn. „Die Idee hat auch uns fasziniert. Aber dieses Exoskelett war durch den langen Hebelarm nicht für den Alltag geeignet, denn dieser passt weder unter eine Hose noch in einen Schuh, und er macht auch das Steigen von Treppen oder Bergauflaufen unmöglich,“ schließt sich Leon Lauret an.

Da sich die Kernforschung am Lehr- und Forschungsbereich Bewegungswissenschaft mit dem menschlichen Muskel-Sehnenkomplex und der neuronalen Steuerung von

Muskeln befasst, entschied sich Leon Lauret dazu, im Rahmen einer Doktorarbeit eine verbesserte, alltagstauglichere Version dieses ersten mechanischen Exosketts zu entwickeln, das später mobilitätseingeschränkten Menschen wie Älteren und solchen mit peripherer arterieller Verschlusskrankheit helfen kann.

Gefördert wird das Projekt zwei Jahre lang durch das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, das mittelständische Unternehmen fördern will. Daher läuft das Forschungsprojekt in Kooperation mit dem Ausstatter von Orthopädie-Werkstätten AFT-International.

Bei seiner Arbeit in der Arbeitsgruppe Biomedical Engineering beschäftigt sich Leon Lauret mit der Entwicklung eines Mechanismus, der die von der Orthese gespeicherte Unterstützung zum richtigen Zeitpunkt freigeben kann. „Der Federmechanismus soll später nicht dauerhaft aktiv sein, sondern nur bei Bedarf zugeschaltet werden können. Die besondere Herausforderung besteht darin, dass über den Kupplungsmechanismus erhebliche Kräfte übertragen werden müssen. Gleichzeitig steht aus ergonomischen Gründen nur sehr wenig Platz für den gesamten Mechanismus zur Verfügung“, erklärt Marc Neumann.

Die Unterstützung durch das Exoskelett muss dabei nicht nur von Patient zu Patient angepasst werden, sondern sich auch verschiedenen Gegebenheiten anpassen können. Läuft man bergauf, soll es sich anders verhalten, als wenn man bergab läuft. Mithilfe von integrierten Sensoren in der Orthese sollen deshalb die idealen Schaltpunkte in Echtzeit bestimmt und während der Bewegung laufend angepasst werden. Ein kleiner elektromechanischer Antrieb sorgt dafür, dass der Kupplungsmechanismus schnell und ohne Verzögerung ein- und ausgeschaltet werden kann.



Leon Lauret steckt viel Herzblut in die Entwicklung des Exoskeletts. Um den Prototypen herzustellen, verbringt er viele Stunden am Computer, im Labor und in der Werkstatt. Seine Arbeit findet sowohl am Lehr- und Forschungsbereich Bewegungswissenschaft und in der Arbeitsgruppe Biomedical Engineering statt.

Sie sind für die technische Entwicklung des Prototyps in der Arbeitsgruppe Biomedical Engineering zuständig: Christian Sure, Marc Neumann und Leon Lauret (von links).

Um jedem Patienten und jeder Patientin gerecht zu werden, arbeiten die Ingenieure außerdem an einer Benutzeroberfläche, sodass die Orthese auch an den Fortschritt der Patientinnen und Patienten angepasst und so über den gesamten Versorgungsprozess getragen werden kann. Ist die Person in ihrem Rehabilitationsstadium noch am Anfang, soll die Orthese sie mehr unterstützen, als wenn das Rehabilitationsstadium vorangeschritten ist.

Unterstützung ohne Motor

Leon Lauret, Daniel Hahn und Marc Neumann stecken noch in der Anfangsphase des Projektes. Ein erster Prototyp aus Carbonfaser liegt vor ihnen auf dem Tisch, doch dieser ist noch weit entfernt von einem einsatzfähigen Produkt. Momentan tüfteln die Wissenschaftler vor allem daran, wie man den Hebelarm kürzer und damit alltagstauglicher bekommt.

„Es gibt mehrere Möglichkeiten, eine mechanische Übersetzung einzubauen, die dann statt des Hebelarms die Feder spannt. Unsere Idee ist es, den Mechanismus eher parallel am Sprunggelenk zu platzieren und nicht an der Ferse. Die größte Schwierigkeit dabei sind die hohen Kräfte, die auf die Kupplung wirken, wenn wir den Hebelarm kleiner machen“, erklärt Leon Lauret.

Ist ein erster Prototyp dieser Art gebaut, wird Lauret den Faktor Mensch ins Spiel bringen. „Dann werden wir Versuche am Muskel machen und testen, welche Unterstützung das System eigentlich geben muss“, so Daniel Hahn. Den Wissenschaftlern ist nämlich wichtig, dass sich ihr Exoskelett so fein auf den jeweiligen Träger oder die Trägerin abstimmen lässt, dass diese sich nicht in ihrem natürlichen Bewegungsablauf gestört fühlen. Sonst fühlt es sich für die Nutzerinnen und Nutzer an, als hingen sie an Marionettenfäden und würden fremdgesteuert, was vor allem ältere Menschen sehr verunsichern kann.

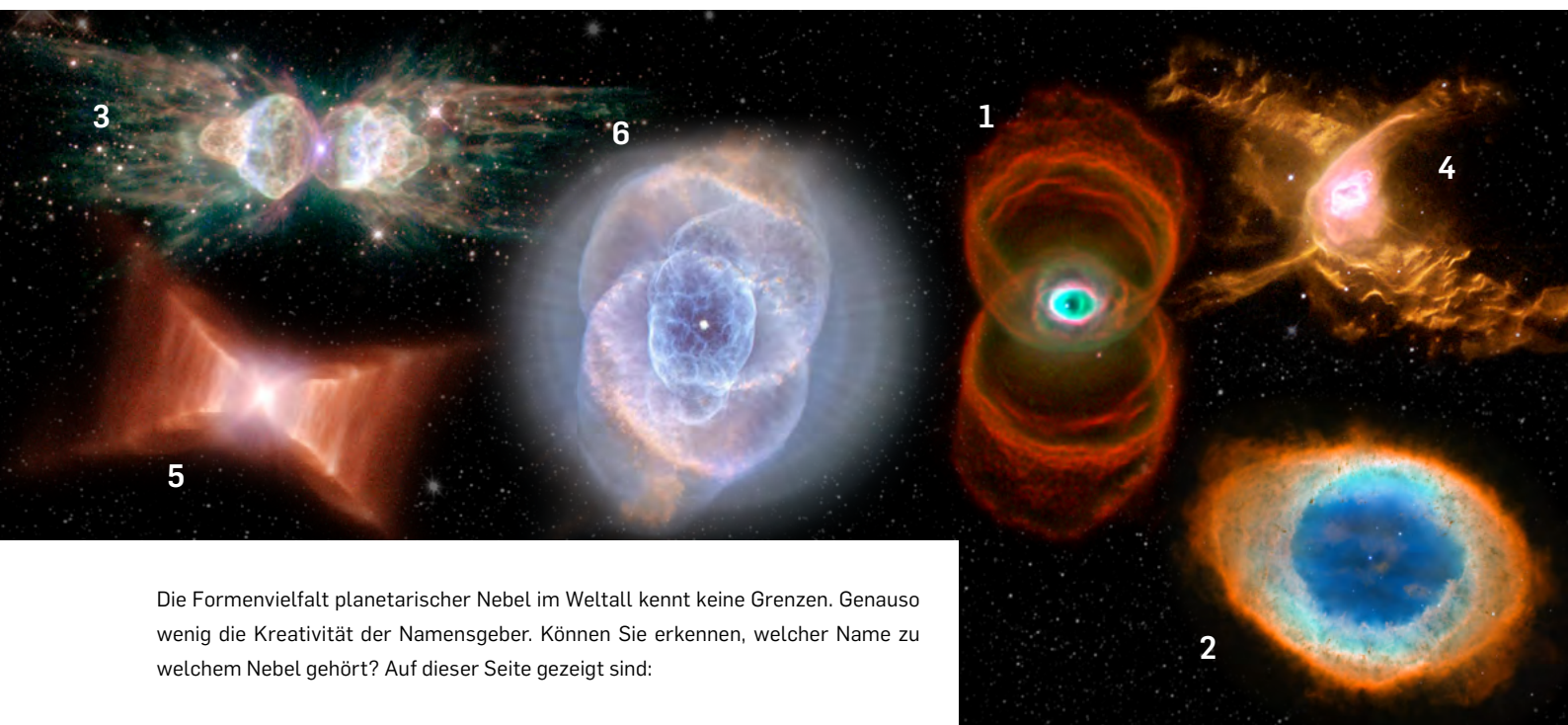
Um die Mensch-Technik-Interaktion besser zu verstehen, visualisiert Leon Lauret die Muskeln von Testpersonen bei verschiedenen Bewegungen mittels Ultraschallgerät. So kann er beobachten, ob und wie sich das mechanische Verhalten der Muskulatur ändert, wenn man ein Exoskelett trägt. Auch Elektromyografien, also Ableitungen der Nervenströme, sind geplant, denn so lassen sich Muskelaktivitäten und Reflexe messen. Daniel Hahn erklärt, warum das so wichtig ist: „Muskeln und der Muskel-Sehnen-Komplex haben relativ fein getrimmte Eigenschaften. Es gibt für jeden Muskel einen optimalen Bereich, Kraft zu erzeugen. Wenn er länger oder kürzer ist, kostet das mehr Energie.“ Mit Ultraschall können die Forschenden sehen, ob der Muskel im optimalen oder suboptimalen Bereich arbeitet, während die Testperson ein Exoskelett trägt.

Spannend findet das Forscherteam auch die Frage, wie sich das Tragen eines Exoskeletts langfristig auf den menschlichen Körper auswirkt. „Es gibt noch keine Studien, die langfristige Effekte untersuchen. Schrumpfen die Muskeln durch die Unterstützung? Oder wachsen sie wegen der vermehrten Bewegung? Verändert sich das Gangbild? Und wenn ja, eher zum Positiven oder zum Negativen?“, fragt sich Leon Lauret. Doch diese Überlegungen stellen die Forscher hintenan, denn erst einmal müssen sie sich vollkommen auf die Entwicklung des Exoskeletts konzentrieren.

Mit ihrem innovativen Exoskelett könnten Leon Lauret und sein Team dann nicht nur die Lebensqualität von Menschen mit Schaufensterkrankheit erheblich verbessern, sondern auch neue Wege in der Rehabilitation und Mobilitätshilfe ebnen.

Text: rr, Fotos: dg

REDAKTIONSSCHLUSS



Die Formenvielfalt planetarischer Nebel im Weltall kennt keine Grenzen. Genauso wenig die Kreativität der Namensgeber. Können Sie erkennen, welcher Name zu welchem Nebel gehört? Auf dieser Seite gezeigt sind:

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| a) Katzenaugen-Nebel | d) Stundenglas-Nebel |
| b) Ameisen-Nebel | e) Ring-Nebel |
| c) Rote-Spinne-Nebel | f) Rotes-Rechteck-Nebel |

Die Formen der Nebel sind übrigens keine reinen Zufallsprodukte. Aus manchen Strukturen können Forschende Rückschlüsse auf Vorgänge ziehen, die zur Entstehung der Nebel geführt haben. Mehr dazu auf Seite 48.

Lösungen unten auf dieser Seite.

Aufnahmen:

- 1) Raghvendra Sahai and John Trauger (JPL), the WFPC2 science team, and NASA/ESA
- 2) NASA, ESA, and C. Robert O'Dell (Vanderbilt University)
- 3) NASA, ESA and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA); Acknowledgment: R. Sahai (Jet Propulsion Lab) and B. Balick (University of Washington)
- 4) ESA & Garrelt Mellema (Leiden University, the Netherlands)
- 5) NASA/ESA, Hans Van Winckel (Catholic University of Leuven, Belgium) and Martin Cohen (University of California, USA)
- 6) NASA, ESA, and the Hubble Heritage Team (STScI/AURA)

IMPRESSUM

HERAUSGEBER: Rektorat der Ruhr-Universität Bochum in Verbindung mit dem Dezernat Hochschulkommunikation der Ruhr-Universität Bochum (Hubert Hundt, vi.S.d.P.)

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT: Prof. Dr. Birgit Aпитzsch (Sozialwissenschaft), Prof. Dr. Thomas Bauer (Fakultät für Wirtschaftswissenschaft), Prof. Dr. Christoph Bühnen (Sportwissenschaft), Prof. Dr. Elena Enax-Krumova (Medizin), Prof. Dr. Anna Franckowiak (Physik und Astronomie), Prof. Dr. Constantin Goschler (Geschichtswissenschaften), Prof. Dr. Markus Kaltenborn (Jura), Prof. Dr. Kristina Liefke (Philosophie und Erziehungswissenschaft) Prof. Dr. Günther Meschke (Prorektor für Forschung und Transfer), Prof. Dr. Martin Muhler (Chemie), Prof. Dr. Ines Mulder (Geowissenschaft), Prof. Dr. Franz Narberhaus (Biologie), Prof. Dr. Nils Pohl (Elektro- und Informationstechnik), Prof. Dr. Tatjana Scheffler (Philologie), Prof. Dr. Sabine Seehagen (Psychologie), Prof. Dr. Roland Span (Maschinenbau), Prof. Dr. Marc Wichern (Bau- und Umweltingenieurwissenschaft), Prof. Dr. Peter Wick (Evangelische Theologie)

REDAKTIONSANSCHRIFT: Dezernat Hochschulkommunikation, Redaktion Rubin, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum, Tel.: 0234/32-25228, rubin@rub.de, news.rub.de/rubin

REDAKTION: Dr. Julia Weiler (jwe, Redaktionsleitung); Meike Drießen (md); Dr. Lisa Bischoff (lb); Raffaella Römer (rr)

FOTOGRAFIE: Damian Gorczany (dg), Schiefersburger Weg 105, 50739 Köln, Tel.: 0176/29706008, damiangorczany@yahoo.de, www.damiangorczany.de; Tim Kramer (tk) und Katja Marquard (km), Agentur für Markenkommunikation, Ruhr-Universität Bochum

COVER: Adobe Stock, irinakuz9

BILDNACHWEISE INHALTSVERZEICHNIS: Teaserfoto für Seite 12: Adobe Stock, Kara; Seite 34: Hermann Kohlstedt; Seite 56, 62: RUB, Tim Kramer

GRAFIK, ILLUSTRATION, LAYOUT UND SATZ:

Agentur für Markenkommunikation, Ruhr-Universität Bochum, www.einrichtungen.rub.de/de/agentur-fuer-markenkommunikation. Bei der Bearbeitung einzelner Motive kam generative KI (Adobe Firefly) zum Einsatz.

DRUCK: Kern GmbH, In der Kolling 120, 66450 Bexbach, kerndruck.de, info@kerndruck.de

ANZEIGEN: Dr. Julia Weiler, Dezernat Hochschulkommunikation, Redaktion Rubin, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum, Tel.: 0234/32-25228, rubin@rub.de

AUFLAGE: 3.700

BEZUG: Rubin erscheint zweimal jährlich und ist erhältlich im Dezernat Hochschulkommunikation der Ruhr-Universität Bochum. Das Heft kann kostenlos abonniert werden unter news.rub.de/rubin/abo. Das Abonnement kann per E-Mail an rubin@rub.de gekündigt werden.

ISSN: 0942-6639

Nachdruck bei Quellenangabe und Zusenden von Belegexemplaren

Die nächste Ausgabe von RUBIN erscheint am 1. Dezember 2026.