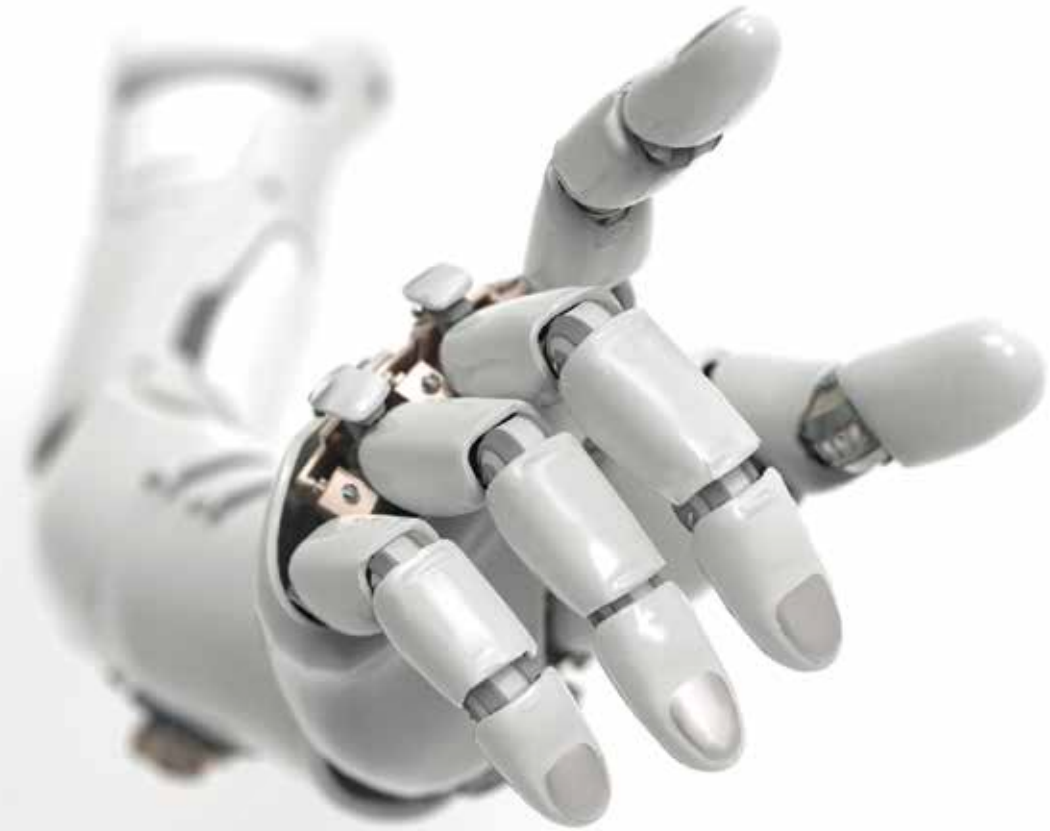


Schätzungen zufolge werden zwischen 2016 und 2019 42 Millionen Serviceroboter für den Haushalt und die Freizeit verkauft werden.

Der nach Angaben der Produktionsfirma stärkste Roboter der Welt kann Lasten von bis zu 2,3 Tonnen heben.

Es wird geschätzt, dass bis Ende 2019 über 2,5 Millionen Industrieroboter weltweit im Einsatz sein werden.

Der nach Angaben der Produktionsfirma weltweit schnellste Roboter auf vier Beinen kann bis zu 46 km/h rennen – etwas schneller als Usain Bolt.



## Roboter für Menschen

### Impressum

SATW TechnoScope 3/17 | September 2017  
[www.satw.ch/technoscope](http://www.satw.ch/technoscope)  
Konzept und Redaktion: Beatrice Huber  
Redaktionelle Mitarbeit: Christine D'Anna-Huber | Alexandra Rosakis  
Bilder: Bundesregierung/Bergmann | ABB Asea Brown Boveri Ltd | ETH Zürich; Alessandro Della Bella | Schweizer Jugend forscht | Fotolia  
Titelbild: Fotolia

### Gratisabonnement und Nachbestellungen

SATW, Gerbergasse 5 | CH-8001 Zürich  
[technoscope@satw.ch](mailto:technoscope@satw.ch) | Tel +41 44 226 50 11  
TechnoScope 1/18 erscheint im Januar 2018 – rechtzeitig zu den Olympischen Winterspielen – zum Thema «Technik und Sport».

# Was macht einen Roboter aus?

ein Zugbillet herauszugeben oder einen Kaffee zuzubereiten. Hinzu kommt, dass ein Roboter meistens über bewegliche Achsen verfügt und verschiedene Bewegungsabläufe ausführen kann. Sensoren, um die Umgebung wahrzunehmen und die Position der eigenen beweglichen Teile zu bestimmen, gehören auch dazu. Ein Roboter muss übrigens nicht autonom handeln, er kann auch ferngesteuert sein.

Roboter werden bereits in vielen Lebensbereichen eingesetzt. Industrieroboter kommen z. B. beim Montieren oder Schweißen von Einzelteilen in der Automobilherstellung zum Einsatz, Serviceroboter wie Staubsauger- oder Rasenmäherroboter sowie Spielzeugroboter haben Einzug in unseren Alltag gefunden, Medizinroboter übernehmen Präzisionsschnitte bei Operationen und Erkundungsroboter erforschen die Tiefen von Vulkanen oder die Oberfläche fremder Planeten.

## Roboter für den Menschen

Diese Technoscope-Ausgabe stellt einige Roboter vor, die am oder sogar im Menschen zum Einsatz kommen, ihm das Leben erleichtern, ihm seine verlorenen Fähigkeiten zurückgeben oder diese sogar erweitern.

Was haben C3PO, WALL-E und der Terminator gemeinsam? Klare Sache, es sind Roboter. Beim Iron Man wird es schon schwieriger. Kann man da von einem Roboter sprechen? Eigentlich ist es ja ein Mensch, der futuristisch aussehende Bestandteile als Erweiterung seines eigenen Körpers einsetzt.

Der Begriff Roboter ist nicht einheitlich definiert. Im allgemeinen Sprachgebrauch versteht man darunter meist einen Apparat mit menschlichem Aussehen (auch Android genannt) oder eine Maschine, die den Menschen bei verschiedenen Aufgaben unterstützt.

## Sehr vielseitig einsetzbar

Eine besondere Eigenschaft von Robotern ist, dass sie frei programmierbar und somit für unterschiedliche Aufgaben einsetzbar sind. Das unterscheidet sie von Automaten, die nur eine bestimmte Aufgabe erledigen können, z. B.



Der Industrieroboter Yumi begegnet der Deutschen Bundeskanzlerin Angela Merkel (Quelle: Bundesregierung/Bergmann)

# Behutsame Gefährten

## Welche Anforderungen müssen Roboter erfüllen, wenn sie mit Menschen zusammenarbeiten oder sogar mit ihnen zusammenleben sollen?

Yumi ist noch sehr jung, aber am Weltwirtschaftsforum in Davos (WEF), wo sich die Grossen und Mächtigen dieser Welt treffen, war er schon. Yumi ist kein Spitzenpolitiker, kein Industriechef und kein Popstar, dennoch haben ihm am WEF alle den Hof gemacht. An seinem Aussehen kann es nicht liegen: Er ist eher klein und seine Arme sind überproportioniert lang, wenn auch sehr beweglich.

Nein, was alle besticht, ist sein Wesen: Yumi ist aufmerksam, extrem lernfähig, geschickt, fleissig und bescheiden. Er erledigt selbst monotone und gefährliche Aufgaben gewissenhaft und folgt jeder Anweisung ohne Murren. Und sobald er den kleinsten Widerstand fühlt, steht er stockstill. Denn Yumi ist so gebaut, dass er niemandem weh tun kann. Gebaut? Ja, denn Yumi ist ein Roboter, besser: der Vorzeigeindustrieroboter des Schweizer Technologiekonzerns ABB.

Der vernetzte, leicht bedien- und programmierbare Yumi zeigt, in welche Richtung die Robotik sich entwickelt. Vorbei die Zeiten, wo man Industrieroboter hinter Gitter und Lichtschranken steckte, damit sie für die Menschen in ihrer Umgebung nicht zur Gefahr wurden. Mit den wuchtigen Blechkameraden von früher, die ihre Kräfte nicht dosieren konnten und manchen Unfall verursachten, haben die intelligenten Roboter von heute wenig zu tun.

Neue Materialien wie Gummi oder Silikon geben ihnen eine weiche Oberfläche. Kameras ermöglichen, dass sie ihre Umgebung wahrnehmen und ihr Verhalten entsprechend anpassen können. Der Menschen- oder Tierwelt abgeschauten Körperformen und Gliedmassen machen sie beweglich. Yumi beispielsweise ist so fingerfertig, dass er eine Nähnadel einfädeln oder ein ganzes Smartphone präzise zusammenbauen kann.

## Roboter für den Menschen

Doch in Zukunft werden Roboter wohl nicht nur in der Industrie eng mit dem Menschen zusammenarbeiten, sondern vielleicht bald auch in Spitälern und Seniorenheimen.

Um jedoch Roboter dort einzusetzen, wo sie mit besonders verletzlichen Menschen zu tun hätten, ist nicht nur die Technik gefragt. Damit sie zum Helfer und Gefährten wirklich taugen, sollten bei ihrer Entwicklung auch die Direktbetroffenen mitreden: die Pflegenden und die Menschen, die auf Pflege angewiesen sind.



# Roboterhand mit Fingerspitzengefühl

Greifen, heben, halten und sogar spüren: Handprothesen können heute schon sehr viel. Und doch ist das – im Vergleich zur menschlichen Hand – noch immer sehr wenig.



## Wie wird man Neuroingenieur?

Silvestro Micera ist dipl. Elektroingenieur der Universität Pisa und hat in Biomedizinischer Technik doktoriert. Heute forscht der Neuroingenieur gleichzeitig in Pisa und an der EPFL in Lausanne. Sein Forschungsteam an der EPFL ist auf dem Gebiet der bionischen Handprothesen, also Handprothesen, die sich am natürlichen Vorbild orientieren, weltweit an der Spitze.

«Nirgendwo sonst im Körper haben wir so viele Sensoren wie in unserer Hand», sagt der Neuroingenieur Silvestro Micera fast ein bisschen verzweifelt. Sein Forschungsteam an der EPFL in Lausanne hat mit einer Hand-Prothese, deren künstliche Sensoren über die Nerven mit dem Gehirn verbunden sind und handamputierten Menschen so den Tastsinn zurückgeben, weltweit Schlagzeilen gemacht. Und doch findet der Professor aus Italien: «Mit jedem neuen technologischen Fortschritt wird uns immer klarer, was für ein Wunderwerk die Natur mit der Hand geschaffen hat.»

Eine menschliche Hand nachzubauen ist kompliziert. Das Gerüst allein ginge ja noch: Es besteht aus 27 einzelnen Knochen mit 36 Gelenkverbindungen, was die ganze Konstruktion gleichzeitig sehr stabil und sehr beweglich

macht. Dazu kommen die inneren und äusseren Muskeln, fast 40 sind es insgesamt. Weiter gehören Nerven, Bänder und Gefässe dazu sowie die bereits erwähnten Tastrezeptoren – in den Fingerspitzen allein gibt es pro Quadratzentimeter etwa 150 davon. Dank ihnen können wir feinste Schwingungen wahrnehmen und spüren, ob eine Oberfläche rau oder glatt, ein Gegenstand weich oder hart ist. Nicht umsonst spricht man von «Fingerspitzengefühl» oder davon, die Welt zu «begreifen».

## Verbinden, nicht einfach befestigen

Noch komplizierter wird es, wenn es darum geht, eine Roboterhand mit dem Rest des Körpers zu verbinden. Nicht einfach zu befestigen, sondern so zu verbinden, dass die Sensoren in ihren künstlichen Fingerspitzen über die Nervenbahnen dem Gehirn wieder mitteilen können,

ob ein Gegenstand fest angepackt oder nur ganz zart angefasst werden soll. Umgekehrt kann die Prothese dann über Nervensignale aus dem Gehirn gesteuert werden. «Handamputierte Menschen sollen unsere Handprothese nicht nur möglichst so bewegen, als ob es ihre eigene Hand wäre», sagt Micera, «sie sollen sie auch wieder als ihre eigene Hand wahrnehmen.»

Bei der experimentellen Robotikhand, die Micera mit seinem Forschungsteam entwickelt hat, ist das der Fall. Es gibt ein Video, in dem Dennis Sørensen, der erste Mensch, der sie ausprobieren konnte, tief bewegt erzählt, wie unglaublich schön das war: Seine bei einem Unfall verlorene Hand wieder zu spüren. Sogar ohne hinzusehen, sogar im Dunkeln. Möglich ist das bisher allerdings nur für kurze Zeit. Nach ein paar Wochen müssen die Forscher die Elektroden, mit

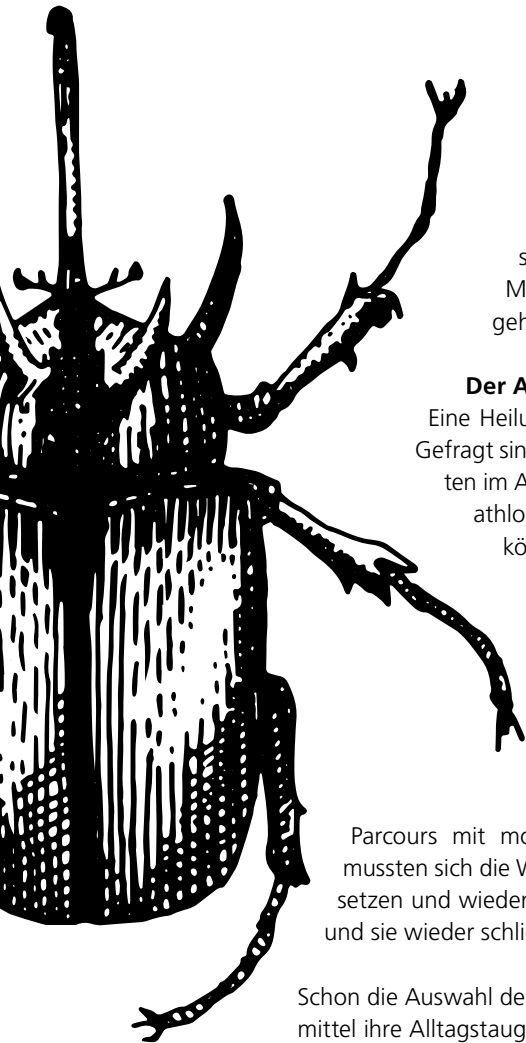
denen sie die künstliche Hand mit den Nervenbahnen verbinden, aus Sicherheitsgründen wieder entfernen. «Erst in zehn Jahren vielleicht wird unsere sensorische Prothese kommerziell verfügbar sein», schätzt Micera. Bis dahin heisst es: testen, messen, das System weiter verfeinern und versuchen, die Sensoren und die Motoren so klein wie möglich zu bauen, um sie in der Prothese diskret unterbringen zu können.

## Übermenschliche Kräfte?

Wann kommt die Roboterhand, die sogar mehr könnte, als eine menschliche Hand? Ein Cyborg mit übermenschlichen Kräften? «Pure Science Fiction», lacht Micera, «vergessen wir nicht: Die Natur hat sich Millionen Jahre Zeit gelassen, um die menschliche Hand zu perfektionieren – so schnell kann unsere Technologie diesen Rückstand nicht aufholen.»

# Exoskelette – Hilfreiche Rüstungen

Ein Exoskelett bezeichnet in der Biologie die Hülle, mit der manche Tiere ohne Innenskelett, zum Beispiel Käfer oder Muscheln, zur Stabilisierung und zum Schutz ausgestattet sind. Wir Menschen kommen ohne Exoskelett aus. Oder doch nicht?



Moderne Exoskelette sind Roboter oder Maschinen, die am Körper getragen werden und den Träger bei bestimmten Tätigkeiten unterstützen oder ihm verloren gegangene Fähigkeiten wiedergeben. Am Schweizer Paraplegiker-Zentrum in Nottwil zum Beispiel werden Gehroboter eingesetzt, damit Patienten mit einer Lähmung oder bei Multipler Sklerose wieder lernen können, wie gehen geht.

## Der Alltag wird zum Wettkampf

Eine Heilung vieler Behinderungen ist häufig nicht möglich. Gefragt sind also Gehroboter oder Exoskelette, die den Patienten im Alltag ständig unterstützen. 2016 fand der erste Cybathlon in Zürich statt, ein Wettkampf für Menschen mit körperlichen Behinderungen, die Assistenztechnologien anwenden. Die sechs Disziplinen fokussierten auf Alltagssituationen, über die ein Mensch ohne Handicap keinen Gedanken verliert. Die Disziplinen waren: Virtuelles Rennen mit Gedankensteuerung, Radrennen mit elektrischer Muskelstimulation, Geschicklichkeitsparcours mit Armprothesen, Hindernisparcours mit Beinprothesen, Parcours mit robotischen Exoskeletten, Parcours mit motorisierten Rollstühlen. Beim Exoskelett-Parcours mussten sich die Wettbewerbsteilnehmer unter anderem auf ein Sofa setzen und wieder aufstehen, eine Tür öffnen, durch sie durchgehen und sie wieder schliessen sowie Schrägen hinauf- und hinuntersteigen.

Schon die Auswahl der Aufgaben zeigt, dass ein Knackpunkt dieser Hilfsmittel ihre Alltagstauglichkeit ist. Denn ausserhalb der kontrollierten Um-



Das VariLeg-Team beim Exoskelett-Parcours am Cybathlon 2016.

gebung im Labor oder in der Physiotherapie ist der Patient mit Unebenheiten oder unvorhersehbaren Hindernissen konfrontiert, welche die Assistenzsysteme schnell an ihre Grenzen bringen.

## Ein anpassungsfähiges Kniegelenk

Um dieses Problem anzugehen, stattete ein Team der ETH Zürich, das am Cybathlon teilnahm, sein Exoskelett mit einem Kniegelenk aus, dessen Steifigkeit sich dem Terrain anpassen kann. Wie die beteiligten Forscher Stefan Schrade und Patrick Pfreundsuh erklären, ist es dadurch möglich, den Schritt, wie [bei einem natürlichen Kniegelenk] beim Menschen je nach Ganggeschwindigkeit und Untergrund unterschiedlich stark abzufedern. Zurzeit muss die Steifigkeit noch manuell eingestellt werden, doch eine verbesserte autonome Steue-

rung ist bereits in Arbeit. Das Exoskelett wurde im Rahmen so genannter Fokus-Projekte entwickelt. Diese Projekte bieten bereits Studierenden die Möglichkeit, bei der Entwicklung eines innovativen Produkts in einem interdisziplinären Team mitzuwirken. Denn die enge Zusammenarbeit zwischen Studierenden in Maschinenbau, Elektrotechnik und Gesundheitswissenschaften sowie Ärzten, betroffenen Personen und Fachleuten aus der Industrie gilt als wichtiger Erfolgsfaktor für diese Forschung.



Lies das Interview mit Stefan Schrade, Doktorand ReLab ETH Zürich und Team-Leader VariLeg, und Patrick Pfreundsuh, Bachelor Maschinenbau ETH Zürich und Mediensprecher VariLeg.

# Gwundernasen erwünscht

**Seit einem halben Jahrhundert ermöglicht Schweizer Jugend forscht Schülerinnen und Schülern Einblick in die Welt der Forschung, Wissenschaft und Technik.**

Wissenschaft hat mit Wissensdurst zu tun. Und Wissensdurst ist am Ende auch nur ein etwas gestelztes Wort für Neugier. Wer neugierig ist, stellt Fragen, stellt in Frage, tüftelt, experimentiert – wer neugierig ist, den treibt der Forschergeist um. Seit 1967 fördert die Stiftung «Schweizer Jugend forscht» (SJF) diese Freude am Ergründen und Entdecken gezielt. Dazu organisiert sie Studienwochen, in denen Schülerinnen und Schülern in Forschungslabors schnuppern können. Und jedes Jahr findet ein grosser nationaler Wettbewerb für Jungforscherinnen und -forscher statt. Zu den 107 ausgezeichneten Arbeiten (insgesamt eingereicht wurden 300)

## Workshop zu 3D-Druck: Schicht um Schicht

Um einen Gegenstand zu modellieren und mit dem 3D-Drucker auszudrucken, war an einem Mittwochnachmittag im April eine Gymiklasse aus Baden mit ihrem Lehrer nach Bern gereist. Der Kursleiter erklärte ihnen zuerst das Grundprinzip des 3D-Drucks. Es ist ein Schmelzschichtverfahren, bei dem Tropfen um Tropfen, Schicht um Schicht, mit flüssigem Kunststoff, Kunstharz, Metall, Keramik, Biomaterial oder sogar Lebensmitteln ein dreidimensionales Objekt aufgebaut wird. Designerinnen, Architekten oder Medizintechnikerinnen – erfuhren die Schülerinnen und Schüler – schwören inzwischen auf diese Möglichkeit, ihre Projektentwürfe billig und mit wenig Aufwand in ein Modell umzuwandeln, das man in der Hand halten, von allen Seiten betrachten und damit viel besser «begreifen» kann als eine abstrakte Zeichnung. Während dieser Einführung summt bereits die Drucker – um flüssig genug zu sein, muss der Werkstoff in den Druckpatronen aufgeheizt werden.

Damit der 3D-Drucker weiss, wo er Material auftragen und wo eine Leerstelle aussparen muss, braucht er eine Vorlage: Ein 3D-Computermodell, das alle Koordinaten des Objekts, das gedruckt werden soll, in den drei Dimensionen Schicht für Schicht exakt definiert. Kompliziert? Nicht besonders: das Bedienen der Konstruktionssoftware meisterten die Badener Schülerinnen und Schüler spielend. Und so ging es gleich an die Arbeit: Zweier- und Dreiergruppen entwarfen personalisierte Schlüsselanhänger in verschiedenen Farben, sicherten ihr Modell in einer Datei und übermittelten die Daten an den Drucker.



gehörten 2017 eine tragbare Espressomaschine, ein Käsepflegeroboter und ein ausgeklügeltes Bremssystem für Davoser Schlitten.

50 Jahre «Schweizer Jugend forscht»: Die Preiszeremonie Ende April in Bern war der Abschluss der Jubiläumswoche mit Ausstellungen, Shows, einer Science Bar und Study Days mit Workshops, die spannende Einblicke in Wissenschaft, Technik und Forschung boten.

## Workshop zu Neurobiologie: Die Gummihandillusion

Darauf war Geduld angesagt: Ein 3D-Drucker spottet nur sehr langsam vor sich hin – bis das ein Schlüsselanhänger wird, vergeht viel Zeit. Eine gute Gelegenheit einer Klasse vom Gymnasium Muristalden in Bern einen Besuch abzustatten, die zwei Etagen weiter oben am Neurobiologie-Workshop gerade völlig fasziniert am eigenen Leib miterlebte, wie einfach ihr Gehirn sich täuschen lässt. Es braucht dafür nicht mehr als ein Tuch, das die eigene Hand versteckt, und eine Gummihand, die an ihrer Stelle auf dem Tisch liegt. Streicht dann jemand mit einem Pinsel gleichzeitig über die Finger unter dem Tuch und die Finger der Gummihand, dann meint das Gehirn schon nach kurzer Zeit, die leblose Attrappe sei die wirkliche Hand.

Spannend? Sehr spannend, sagten Berner und Badener Schülerinnen und Schüler am Ende des Nachmittags übereinstimmend. Die einen nahmen einen selbstentworfenen und ausgedruckten Schlüsselanhänger mit nach Hause, die anderen einen kleinen Schatz an neuen Wissensnuggets. Und nächstes Jahr machst du auch mit! [www.sjf.ch](http://www.sjf.ch)

## «Roboter» erleben

### RobOlympics

Bau deinen eigenen Roboter und mach mit an den 15. RobOlympics am 11. November 2017.

[www.robolympics.ch](http://www.robolympics.ch)

## Noch mehr erleben

### educamint.ch

Bereichern und beleben Sie Ihren MINT-Unterricht mit interessanten Angeboten. Finden Sie spannende Aktivitäten für die Freizeit von Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen. Die komplett neu aufgesetzte Plattform [educamint.ch](http://educamint.ch) bietet neu rund 800 Angebote aus der ganzen Schweiz.

[www.educamint.ch](http://www.educamint.ch)

### SimplyScience

Immer noch nicht genug? Dann besuche die Website [SimplyScience](http://SimplyScience). Dort findest du auch Inspiration für deine Berufs- oder Studienwahl.

[www.simplyscience.ch](http://www.simplyscience.ch)

### Science Guide App

Erlebe Wissenschaft in der Schweiz. Erhältlich bei [google play](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.scienceguide) oder [app store](https://apps.apple.com/ch/app/science-guide/id1444444444)



3  $\mu\text{m}$

### Antrieb für die ganz Kleinen

Nanoroboter sollen in Zukunft gezielt an bestimmte Stellen im Körper geführt werden können, um zum Beispiel Medikamente abzugeben, blockierte Blutgefässe zu befreien, Ablagerungen von der Netzhaut zu lösen oder Proben für die Diagnose zu nehmen. Dabei stellt sich nicht nur die Frage, wie die Roboter die richtige Stelle erkennen, sondern auch wie sie diese Stelle überhaupt erreichen können. Im Nanokosmos verhält sich nämlich vieles anders, als wir es gewohnt sind. Ein Bakterium, das sich seinen Weg durch eine Flüssigkeit wie Blut bahnt, flutscht nicht einfach so durch, sondern muss sich aktiv durch eine für es zähflüssige Masse kämpfen – ähnlich als würde ein Mensch versuchen durch Honig oder Teer zu laufen. Damit ein Nanoroboter nicht auf der Strecke bleibt, braucht er also einen Nanoantrieb, einen Motor in Miniformat sozusagen.

Um dieses Problem zu lösen, haben sich Forschende an der Natur orientiert, genauer am Flagellum, dem Fortbewegungsapparat mancher Bakterien. Ein Flagellum kann man sich wie einen am Bakterium verankerten Korkezieher vorstellen, der sich um seine Längsachse dreht und mit dem sich das Bakterium vorwärts schiebt oder zieht.

Die Forschenden haben, nach dem Vorbild des Flagellums, einen Mikro-roboter gebaut, der aus einem magnetischen Kopf und einem spiralförmigen Schwanz besteht. Mithilfe eines von aussen angebrachten Magnetfelds lässt sich die Rotationsrichtung und -geschwindigkeit der Spirale und damit die Fortbewegungsrichtung und die Geschwindigkeit des Mikroroboters kontrolliert steuern.

Dass der Roboter nicht nur über den magnetischen Kopf bewegt wird, sondern auch den rotierenden Schwanz für den Antrieb benötigt, liegt daran, dass die magnetischen Eigenschaften so kleiner Gegenstände zu schwach sind, damit sie bloss mit Magnetkräften bewegt werden können.

# Studien- und Berufswahl

Liebe Frau Dal Maso

**Ich interessiere mich für Roboter und habe dazu etwas über Bionik gelesen. Kann man Bionik auch studieren?** (Andreas)



Graziella Dal Maso, Berufs-, Studien- und Laufbahnberatung St.Gallen

Lieber Andreas

Bionik als eigenständigen Studiengang kann man in der Schweiz nicht studieren, doch sie spielt in vielen Fächern eine Rolle. Du kannst dazu Lehrveranstaltungen besuchen oder eine Vertiefung wählen. Die Bionik kommt überall dort ins Spiel, wo es darum geht, Funktionsprinzipien der Natur als Ideen für technische Problemlösungen zu nutzen, zum Beispiel das Verhakungsprinzip des Labkrauts beim Klettverschluss. Das bedeutet: Anwendungsgebiete finden sich fast unendlich, es braucht «nur» die Umsetzungsideen dazu. So zum Beispiel in den Maschineningenieurwissenschaften, in der Robotik, im Biomedical Engineering, aber auch in der Architektur, in den Materialwissenschaften – überall, wo man solche Naturphänomene in Lösungen für Produkte oder Systeme übersetzt.

Für solche Innovationen braucht es natürlich Zusammenarbeit – zwischen Ingenieurinnen, Informatikern und Naturwissenschaftlerinnen. Oft sind auch noch weitere Fachleute involviert

wie Ärztinnen für Nanoroboter in der Chirurgie oder auch Designer für Fragen der funktionellen Ästhetik.

Du kannst dich also von verschiedenen Seiten her mit der Bionik befassen. Wenn du vor allem das «natürliche Vorbild», die Natur und ihre Mechanismen studieren willst, wählst du vielleicht Biologie oder Physik. Wenn dich mehr die technischen Errungenschaften faszinieren, für dich die Konstruktion, das «Machen» und Umsetzen von zum Beispiel biologischen Erkenntnissen für technische Lösungen im Vordergrund stehen, dann studierst du die entsprechende Fachrichtung, also zum Beispiel Maschinenbau, Mikrotechnik, Informatik oder Biomedizinische Technik. In der Robotik kannst du dich auch speziell vertiefen, so gibt es an der ETH den spezialisierten Master «Robotics, Systems and Control». Wenn du gerne mit andern zusammen tüftelst, dann kommst du in der Robotik und Bionik sicher auf deine Kosten.

---

## Infos & Links

Auf [www.berufsberatung.ch](http://www.berufsberatung.ch) findest du Beschreibungen zu allen Bachelor- und Masterstudiengängen in der Schweiz sowie Beispiele von Berufslaufbahnen nach einem Studium.

Robotik ist an der ETH Zürich als Masterstudiengang «Robotics, Systems and Control» <http://www.master-robotics.ethz.ch/> und an der EPFL in Lausanne als Vertiefung «Robotics» <http://sti.epfl.ch/page-1684.html> im Masterstudium Microtechnique studierbar. Zugang zum Master an der ETH verschafft ein Bachelor in Maschineningenieurwesen, Informatik oder Elektrotechnik. Robotik ist auch an mehreren Fachhochschulen integrierter Bestandteil im Studium der Systemtechnik.