

# WOW!

Das Technikmagazin für Junge und Junggebliebene

# TechnoScope

1/14  
by SATW

ENDE 2012 WAREN WELTWEIT RUND 1,5 MILLIONEN INDUSTRIEROBOTER IN BETRIEB.

DIE MEISTEN INDUSTRIEROBOTER WERDEN HEUTE IN DER AUTOMOBILINDUSTRIE EINGESETZT.

SÜDKOREA HAT DIE GRÖSSTE ROBOTERDICHTHEIT DER WELT. AUF 10 000 ANGESTELLTE KOMMEN 396 INDUSTRIEROBOTER (JAPAN 332; DEUTSCHLAND 273).

2012 WURDEN 1053 MEDIZINISCHE ROBOTER FÜR DIE UNTERSTÜTZUNG BEI CHIRURGISCHEN EINGRIFFEN VERKAUFT. EIN SOLCHER ROBOTER KOSTET DURCHSCHNITTLICH 1,5 MILLIONEN US-DOLLAR.

JÄHRLICH WERDEN RUND DREI MILLIONEN SERVICEROBOTER FÜR DEN HEIMGEBRAUCH VERKAUFT. DARUNTER PUTZROBOTER, GLÄTTROBOTER UND LEHRROBOTER.

DER THINK THANK «TEHCAS» PROGNOSTIZIERT, DASS BIS INS JAHR 2022 30 PROZENT ALLER HAUSHALTE UND ORGANISATIONEN INTELLIGENTE ROBOTER EINSETZEN.

BIS 2015 SOLL EIN DRITTEL DER KAMPFSTÄRKE DER US-ARMEE DURCH ROBOTER GEWÄHRLISTET SEIN. AB 2035 SOLLTEN ERSTMALS KOMPLETT AUTONOME ROBOTER-SOLDATEN EINGESETZT WERDEN.

LAUT GUINNESS BUCH DER REKORDE KOMMT DER WELTWEIT KLEINSTE MEDIZINISCHE ROBOTER AUS EINEM LABOR DER ETH ZÜRICH. ER IST 60 MIKROMETER LANG UND 5 MIKROMETER BREIT; DAS ENTSpricht ETWA DEM HUNDERTSTEL EINER HAARBREITE.



## SATW

Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften  
Académie suisse des sciences techniques  
Accademia svizzera delle scienze tecniche  
Swiss Academy of Engineering Sciences

# Robotik



Nach Kollisionen weiterfliegen

Von der Natur abkupfern

Rettungskräfte entlasten

Mit Wettbewerb

► Auf Kommando werden aus modularen Robotern Möbel. Daran arbeiten Forscher der EPFL.



▲ Passive und damit leichtere Elemente ergänzen die Roombots. So werden die Möbel weniger schwer.



## Gimball, der Flugroboter ohne Angst vor Kollisionen

Der fliegende Roboter Gimball prallt gegen Hindernisse anstatt ihnen um jeden Preis auszuweichen. Die Kugel mit 34 Zentimeter Durchmesser bahnt sich ihren Weg durch schwierigstes Gelände, ohne schwere, zerbrechliche Sensoren zu benötigen. Diese unverwundliche, von der Insektenwelt inspirierte Robustheit macht das Konzept so interessant. Zu seinem Schutz steckt Gimball in einem elastischen Käfig, der Schläge einstecken und bei einem Aufprall zurückschnellen kann. Im Gleichgewicht bleibt der Körper dank eines kreiselartigen Stabilisierungssystems. Gimball wurde in den Wäldern oberhalb von Lausanne getestet und hat die Prüfung brillant bestanden.

Der mit zwei Propellern und Steuerflossen ausgestattete Flugroboter bleibt trotz der Zusammenstöße auf Kurs. Eine Herausforderung für den EPFL-Doktoranden Adrien Briod: «Die Idee dahinter ist, dass der Körper immer im Gleichgewicht bleibt, selbst wenn er mit einem Hindernis kollidiert, und seine Flugrichtung dennoch beibehält», erklärt er. «Seine Vorgänger ohne Stabilisierung tendierten dazu, nach einem Aufprall in alle Richtungen wegzuspringen.» Mit seinem Kollegen Przemyslaw Mariusz Kornatowski hat er das kreiselartige Stabilisierungssystem entworfen. Gimball entstammt einer langen Reihe von kollisionsfähigen Robotern, die in den Labors von Dario Floreano an der EPFL entwickelt werden.

Dieses Projekt ist Teil des NFS Robotik:  
[www.nccr-robotics.ch](http://www.nccr-robotics.ch)

# Möbel, die sich selbst zusammenbauen

**Das Baukastenprinzip gilt auch für Roboter. So könnten diese modularen Roboter als Bausteine zum Beispiel für Tische und Stühle genutzt werden, wobei die Möbel sich auch gleich selbst zusammenbauen.**

Ein Tisch, ein Stuhl, ein Bett – wie wäre es, wenn du diese Möbel nicht einzeln kaufen müsstest, sondern einfach ein Set von Modulen zu Hause hättest, aus denen du jederzeit die gewünschten Möbel «bauen» könntest. Und zupacken müsstest du auch nicht, weil du den Modulen nur den richtigen Befehl geben musst und diese setzen sich von alleine zusammen.

### Raumroboter – Roombots

Stéphane Bonardi und Massimo Vespignani vom Biorobotics Laboratory der EPFL erforschen und entwickeln solche Module. Sie heissen Roombots, also Raum-Roboter. Zwei Würfel mit einer Kantenlänge von 11 Zentimetern bilden ein Modul. Die Module können auf ihrer Oberfläche «Krallen» ausfahren und sich mit diesen ineinander verhaaken oder sich an einem Gitter festsetzen.

Auch wenn die Struktur von aussen recht filigran wirkt, ist doch einiges reingepackt. Mit 1,4 Kilogramm sind die Module recht schwer. Dies liegt

an den Batterien, aber auch die ganze Mechanik und Steuerung. «Ich bin für die Integration der Roombots zuständig», sagt Massimo Vespignani, «Eine ziemliche Herausforderung, denn es hat in einem Roombots nicht viel Platz.»

### «Bitte werde ein Tisch»

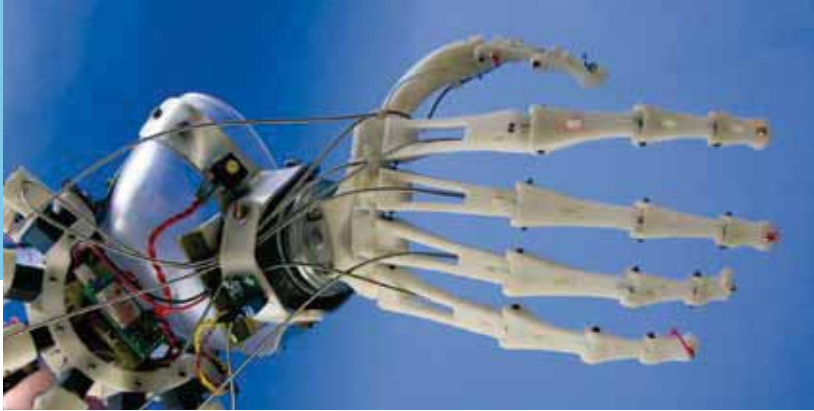
Und wie gibt man nun den Roombots Befehle? Darum kümmert sich Stéphane Bonardi. «Momentan programmieren wir die Roombots am Computer und geben ihnen dann die Befehle via Bluetooth.» Dies sei noch wenig intuitiv – viel zu wenig. «Die Idee ist, dass man in Zukunft den Roombots Befehle mündlich oder mit Handzeichen gibt. Es muss intuitiv sein. Ansonsten akzeptieren Menschen solche Roboter kaum.» Veranstaltungen wie das Festival robotique, das jeweils im Frühling in der EPFL stattfindet, sind deshalb sehr wichtig. «Wir fragen die Besucher nach möglichen Einsatzszenarien für die Roombots und sehen, dass sie Dinge in Betracht ziehen, an die wir gar nicht gedacht haben.»

Wo sollen die Roombots eingesetzt werden? Im Zusammenspiel mit Designern sind schon einige Ideen entstanden: als Pflanzenkisten an Häuserfassaden oder für eine dynamische Beleuchtung und Beschallung in Bars oder Konzertsälen.

### Für Menschen im Rollstuhl

Ein weiteres Anwendungsgebiet sehen die Forscher in der Unterstützung von Menschen mit eingeschränkter Mobilität. Wenn diese ihre Wohnung ohne fremde Hilfe umgestalten können, bedeutet dies viel Selbstständigkeit und damit Lebensqualität.

Das Projekt läuft seit 2007. Nachdem zuerst die Fortbewegung der Module in Simulationen studiert wurde und erste entsprechende Module angefertigt wurden, geht es nun darum, die Fertigung der Module zu verbessern und die Schnittstelle mit dem Menschen intuitiv zu machen. Bis zu Prototypen der neuen Generation wird es sicher noch fünf Jahre dauern, denken die Forscher.



◀ «Stumpy» kann durch Hin- und Herschwenken einer vertikalen Stange auf relativ natürliche Art und Weise den Gang entlang trotten.

◀◀ Dank Reibung braucht die Roboterhand weniger Motorleistung und ist deshalb leichter als herkömmliche Prothesen.

# Intelligente Roboter dank Abkupfern bei Natur

**An der Universität Zürich lernen Robotiker von der Natur und finden dadurch einfache Lösungen für komplexe Ingenieursprobleme. Zum Beispiel für die Entwicklung von intelligenten Handprothesen.**

Das «Artificial Intelligence Lab» (AI Lab) der Universität Zürich muss für jeden passionierten Bastler ein Paradies sein. Auf den Schreibtischen und Werkbänken liegen Lötkolben und Schraubenzieher, Heissleimpistolen, Leichtbauholz, Mikrochips und Joysticks; am Boden Kisten voller farbiger Elektrokabel. «Wir bauen all unsere Roboter selbst, deshalb sieht das hier so chaotisch aus», erklärt Konstantinos Dermitzakis, Doktorand am AI Lab. Neben den offensichtlich für den Roboterbau benötigten Materialien und Werkzeugen stehen im Labor auch einige eher ungewöhnliche Objekte. Darunter ein grosses Aquarium und ein Menschenskelett aus Kunststoff. «Unsere Forschung ist häufig von der Natur inspiriert», erzählt Dermitzakis. Zum Beispiel beobachtete einer seiner Forschungskollegen Oktopusse. Anschliessend formte er aus Silikon eine Tentakel nach und goss darin zwölf winzige Sensoren ein. Mithilfe eines Computers konnte er nun deren Beweglichkeit detailliert analysieren. Das ist für die Robotiker deshalb von Interesse, weil der Oktopus ein Bewegungskünstler ist. Er kann seine Tentakel in praktisch jede Richtung verbiegen und hat damit eine schier unendliche Anzahl von Freiheitsgraden. Aus der Studie könnten

einst Roboter hervorgehen, die sich im Wasser genau so elegant und mit geringem Kraftaufwand bewegen wie das natürliche Vorbild.

## Mechanik anstelle Programmierung

Viele der funktionellen Herausforderungen, mit denen Robotiker heute kämpfen, hat die Natur während jahrmillionenlanger Evolution bereits gelöst. Dermitzakis nimmt den Roboter eines Kollegen in die Hand. «Stumpy» ist ein T-förmiges Konstrukt aus mehreren Alustangen, Stahlfedern, Plastikrädern, Nylonfäden und zwei kleinen Motoren. Durch Hin- und Herschwenken einer vertikalen Stange kann der Roboter auf relativ natürliche Art und Weise den Gang entlang trotten. Seine Glieder werden dabei passiv und rein mechanisch gesteuert. Zugfedern und Nylonfäden, die über kleine Räder laufen, imitieren menschliche Sehnen und Muskeln. Dadurch wird die Bewegung fließend, der Gang dynamisch und menschlich. «Stumpy» steht stellvertretend für einen Paradigmenwechsel in der Robotik: Herkömmlich wurde jede einzelne Roboterbewegung von einem zentralen Computer aus gesteuert. Dafür sind jedoch grosse Mengen an Rechenleistung und viele Moto-

ren nötig. «Wir wollten die Systeme deshalb radikal vereinfachen», so Dermitzakis. Aus diesem Grund bringen er und seine Kollegen die Intelligenz in die Roboterglieder. Denn auch bei Menschen und Tieren wird nicht jeder Muskel und jede Sehne zentral vom Hirn gesteuert, sondern viele Bewegungen geschehen unbewusst und rein mechanisch. «Sonst hätten wir gar keine Kapazität mehr zum Denken», sagt Dermitzakis lachend.

## Leichtere Prothesen dank natürlicher Reibung

Dermitzakis selbst hat während der letzten vier Jahre an einem Handroboter gebaut, der einst bei Unterarm-Amputationen eingesetzt werden soll. «Die heutigen Prothesen kosten bis zu 50 000 Franken, sind schwer und können oft nicht viel», erzählt der Forscher. Das wollte er ändern und begann die menschliche Hand zu studieren. Er besorgte sich in der Uniklinik eigens einen menschlichen Finger zum Sezieren und besseren Verständnis der Funktionalität und bemerkte: In unseren Fingern gibt es winzige Kanäle, durch welche die Sehnen gleiten. Die dadurch erzeugte Reibung hilft uns die Hand mit weniger Energieaufwand geschlossen zu halten.

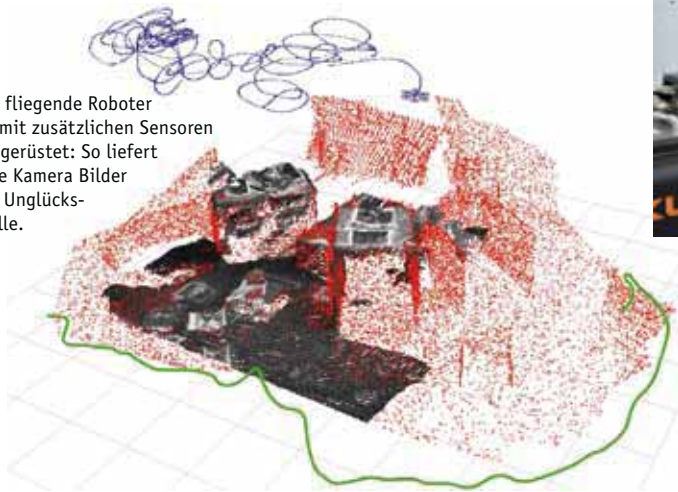
## Geringere Arbeitsbelastung dank Industrieroboter

44 Millionen Arbeiter in der EU leiden an arbeitsbedingten Muskel-Skelett-Erkrankungen, meist weil sie zu schwere Lasten heben. Ein Forschungsverbund aus sieben Ländern will deshalb ein so genanntes Exoskelett entwickeln. Das ist ein tragbarer Roboter, der Arbeiter beim Heben von schweren Gegenständen unterstützt. Gesteuert wird er über die natürlichen Bewegungen der Träger. Mit dem Exoskelett könnten Arbeiter, zum Beispiel in der Automobilbranche, bis zu 35 Kilogramm schwere Lasten ohne Überbeanspruchung des eigenen Körpers heben. Geleitet wird das dreijährige Projekt vom Institut für Mechatronische Systeme der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW).

Dermitzakis übertrug dieses Prinzip auf eine aus Kunststoff gefertigte Roboterhand, deren Finger mit künstlichen Sehnen und einem Motor bewegt werden. Dank der Neuerung braucht sie zum Greifen weniger Motorleistung und die neue Hand ist deshalb leichter als herkömmliche Prothesen.

Eine weitere Neuerung betrifft die Steuerung: Bislang steuerten Patienten ihre Prothese über Impulse in den verbleibenden Muskelfasern des Oberarms. Das ist aufwendig, unzuverlässig und führte bei Protheseträgern oft zu Frust. Dermitzakis Roboterhand wird deshalb über Bewegungen mit dem verbleibenden Armstumpf gesteuert. Wer ein Glas Wasser greifen will, winkelt beispielsweise den Oberarm leicht an, was der Prothese den Impuls zum Griff gibt. Dermitzakis hat das im Labor bereits mit 22 Handbewegungen getestet, die mit 98 Prozent Zuverlässigkeit ausgeführt wurden. In Zukunft soll ein Feedback-Mechanismus hinzukommen, damit der Träger fühlen kann, was er greift. Bis es soweit ist, wird Dermitzakis aber noch viele Stunden an seiner Prothese «basteln» und dabei immer wieder auf das Vorbild Mutter Natur schielen.

Der fliegende Roboter ist mit zusätzlichen Sensoren ausgerüstet: So liefert eine Kamera Bilder der Unglücksstelle.



Teamarbeit bei Rettungsaktionen: Der fahrende Roboter kann Lasten wegtransportieren und so sich den Weg freiräumen, der fliegende Roboter liefert die Übersicht.



Von oben sieht man mehr: Dieser unbemannte Helikopter wird für unterschiedliche Messungen eingesetzt.

## Ein starkes Duo

**Roboter können im Katastrophenfall eine nützliche Hilfe sein. Die heutigen Geräte zu steuern, ist allerdings sehr anspruchsvoll. Ein selbstständiges Roboterduo der Universität Zürich soll die Rettungskräfte nun bei der Arbeit entlasten.**

Bei einem Erdbeben oder einem Grossbrand kommt es immer wieder vor, dass den Rettungskräften die Hände gebunden sind. In ein beschädigtes Haus hineinzugehen, bei dem man nicht weiss, ob es demnächst zusammenstürzt, ist schlicht zu riskant, als dass man dafür das Leben der Retter aufs Spiel setzen dürfte. Auch bei der Atomkatastrophe von Fukushima im Frühjahr 2011 war die Situation so brenzlich, dass die Hilfskräfte zunächst aussen vor warten mussten.

### Die Stärken verbinden

Genau in solchen Fällen können Roboter hilfreiche Dienste leisten, beispielsweise indem sie das Innere der beschädigten Gebäude erkunden. Ein grosser Nachteil dieser Geräte ist allerdings, dass sie nur von Spezialisten gesteuert werden können. Das macht ihren Einsatz sehr aufwändig. Flavio Fontana, Doktorand in der Forschungsgruppe von Davide Scaramuzza an der Universität Zürich, arbeitet zurzeit an einem

System, das diesen Nachteil überwinden soll. Es besteht aus einem fahrenden und einem fliegenden Roboter, die zusammen selbstständig Aufgaben ausführen – zum Beispiel, sich in einem Gebäude einen ersten Überblick verschaffen.

Der fliegende Roboter dient dabei als Auge. Von oben herab kann er dem Gerät am Boden genau sagen, wohin es fahren soll und wo allenfalls Gegenstände beiseite geräumt werden müssen. «Wir kombinieren die Stärken der beiden Geräte», erläutert Fontana. «Der fliegende Roboter ist beweglich und hat eine gute Übersicht, der fahrende Roboter wiederum kann Lasten wegtransportieren.»

Fontana arbeitet zurzeit an der Steuerung des Systems. «Die beiden Geräte müssen optimal miteinander kommunizieren», meint Fontana. Doch dies ist nicht die grösste Herausforderung. Das Hauptproblem ist vielmehr die Orientierung. Den Flugroboter mit einem GPS-Empfänger aus-

zurüsten, reicht dazu leider nicht. «Die Positionsbestimmung per GPS ist zu ungenau», erklärt Fontana. «Zudem sollen die Roboter auch im Inneren der Gebäude operieren, und dort gibt es keinen Empfang.» Die Forscher haben ihren Flugroboter deshalb mit zusätzlichen Sensoren ausgerüstet: Eine Kamera liefert Bilder der Unglücksstelle, ein Beschleunigungsmesser gibt an, in welche Richtung sich das Gerät bewegt, und ein Gyroskop, eine Art elektronische Wasserwaage, zeigt an, ob sich das Gerät stabil in der Luft bewegt.

### Interesse der Praxis

Ein erstes Demonstrationssystem haben die Wissenschaftler bereits erfolgreich getestet. Nun wollen sie eine praxistaugliche Lösung entwickeln. «Wir haben unsere Idee der Berufsfeuerwehr Zürich vorgeführt», erzählt der Doktorand. «Die Rettungsprofis zeigten sich sehr interessiert.» Bis das Roboterduo in der Praxis eingesetzt werden kann, braucht es aber noch viel Arbeit. «Das System muss so einfach und sicher sein, dass es von Laien bedient werden kann», erläutert Fontana. «Nur so kann es im Ernstfall die Rettungskräfte wirklich entlasten.»

### Vielseitige Flughelfer

Unbemannte Fluggeräte – auch Drohnen genannt – haben in den letzten Jahren einen regelrechten Boom erlebt. Neben militärischen Aufgaben werden sie immer häufiger auch für zivile Zwecke verwendet. Dabei kommen ganz unterschiedliche Geräte zum Einsatz, von einfachen, nur ein paar hundert Gramm schweren Quadroptern bis hin zu 45 Kilogramm schweren Helikoptern, die relativ schwere Lasten transportieren können.

Einer, der solche schweren Fluggeräte nutzt, ist Christoph Eck, Dozent an der Fachhochschule Luzern. Er setzt seine unbemannten, mehrere Meter grossen Helikopter beispielsweise ein, um aus der Luft den Untergrund mit Hilfe von geophysikalischen Messungen zu untersuchen oder um Hochspannungsmasten auf schnelle und zuverlässige Weise zu kontrollieren. Auch in anderen Bereichen sieht Eck mögliche Anwendungen, etwa in der Landwirtschaft, um den Zustand der angebauten Kulturen zu erfassen, oder für Live-Übertragungen im Fernsehen.



«Mit den Verkäuferinnen und Verkäufern mache ich auch immer wieder konkrete Übungen, damit sie ihr technisches Grundwissen auffrischen können.»



▲ Das Marsmobil «Opportunity» ist mit Motoren aus Sachseln unterwegs.

◀ Urs Kafader ist seit 18 Jahren mit Begeisterung Schulungsleiter.



«Ich unterrichte nicht nur gerne, sondern mag es auch, mit anderen Menschen zusammenzuarbeiten.»

## «Unsere Produkte brauchen viel Beratung»

**Urs Kafader ist viel unterwegs. Als Schulungsleiter der Firma Maxon Motor in Sachseln sorgt er dafür, dass die Verkäuferinnen und Verkäufer fachlich auf dem neusten Stand bleiben und die Kunden optimal beraten.**

«Als ich mich nach der Matur für eine Studienrichtung entschliessen musste, habe ich mir gesagt: Geisteswissenschaftliche Kenntnisse kann ich mir selber aneignen, technisch-naturwissenschaftliches Know-how hingegen nicht», erinnert sich Urs Kafader. «Deshalb habe ich mich für ein Physikstudium an der ETH Zürich entschieden.» Für ihn hat sich diese Wahl sehr bewährt, obwohl ein Ingenieurstudium für seine heutige Tätigkeit auch eine gute Grundlage gewesen wäre. «Im Physikstudium erhält man eine breite Ausbildung. Doch manchmal ist dieses Fach auch etwas weltfremd», erklärt er. «Wenn man ein Antriebsproblem lösen muss, nimmt man in der Physik häufig an, dass man zum Beispiel die Reibung vernachlässigen kann. Doch wenn man in der Praxis eine alltagstaugliche Lösung finden muss, macht einem genau die Reibung das Leben schwer.»

### Seit zehn Jahren auf dem Mars

Nach dem Diplomabschluss in Festkörperphysik wechselte Kafader zuerst an die Université de Haute

Alsace in Mulhouse, wo er seine Doktorarbeit schrieb. Danach kehrte er für drei Jahre als Postdoc an die ETH zurück. Dort merkte er, dass er längerfristig nicht als Wissenschaftler arbeiten möchte. Zuerst schaute er sich nach einer Stelle als Lehrer um. Durch Zufall erfuhr er dann, dass die Firma Maxon Motor in Sachseln einen Schulungsleiter suchte. «Da ich den Eindruck hatte, eine Tätigkeit in der Industrie würde mir die besseren Perspektiven bieten, nahm ich diese Stelle an.»

Inzwischen macht Kafader diesen Job schon seit 18 Jahren – und er gefällt ihm immer noch sehr gut. «Ich unterrichte nicht nur gerne, sondern mag es auch, mit anderen Menschen zusammenzuarbeiten.» Maxon Motor ist ein international tätiges Unternehmen, das Kunden auf der ganzen Welt beliefert. Bekannt ist es für seine kleinen, hochpräzisen Antriebe und Motoren, mit denen beispielsweise auch Roboter gesteuert werden. Das wohl bekannteste Gerät, das mit Motoren aus Sachseln ausgerüstet wurde, ist das

Marsmobil «Opportunity» der amerikanischen Weltraumbehörde Nasa. Seit genau zehn Jahren erkundet dieses Gefährt nun die Marsoberfläche – und die Antriebe funktionieren immer noch tadellos.

Viele Kunden der Firma stellen spezialisierte Maschinen her und haben deshalb spezifische Anforderungen, welche die Produkte aus Sachseln erfüllen müssen. Damit diese Kunden gut beraten werden können, hat das Unternehmen ein dichtes Verkaufsnetz aufgebaut. Weltweit arbeiten mehrere hundert Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Verkauf und in der Beratung. Sie alle benötigen für ihre Arbeit ein fundiertes technisches Wissen: Sie müssen in der Lage sein, die Probleme der Kunden zu verstehen, und müssen gleichzeitig die Produkte sehr genau kennen.

### Wie man einen Regler anschliesst

Kafaders Aufgabe als Schulungsleiter ist es, die Verkaufsingenieure in den einzelnen Ländern auszubilden. Wenn eine neue Verkäuferin oder ein neuer Verkäufer mit der Arbeit anfängt, wird er oder sie zuerst in Sachseln eine Woche lang intensiv geschult. Danach muss er oder sie einmal

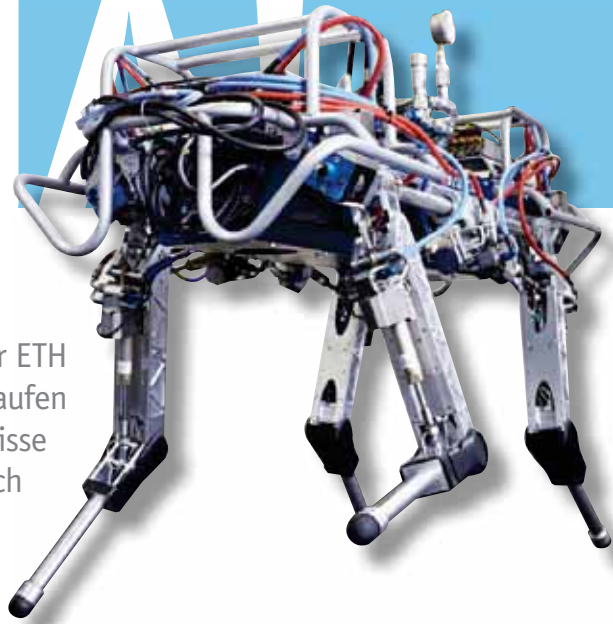
pro Jahr eine mehrtägige Auffrischung absolvieren. Diese findet nicht mehr in der Schweiz statt, sondern direkt vor Ort. «Es ist einfacher, wenn ich als Schulungsleiter an den jeweiligen Standort reise, als dass Dutzende Verkäufer in die Schweiz kommen», erklärt Kafader.

In diesen Auffrischkursen vermittelt er ganz unterschiedliche Themen. «Ich erkläre den Verkäuferinnen und Verkäufern, welche neuen Produkte wir entwickelt haben und wie diese eingesetzt werden. Daneben mache ich auch immer wieder konkrete Übungen mit ihnen, damit sie ihr technisches Grundwissen auffrischen können. Zum Beispiel bespreche ich mit ihnen, wie man einen Regler fachgerecht an einen Motor anschliesst.»

Kafader ist sehr viel unterwegs, und da er gerne reist, kommt ihm das sehr entgegen. «Ich finde es immer wieder spannend, nicht einfach als Tourist in ein Land zu gehen, sondern dort auch zu arbeiten», erzählt er. «So erhalte ich immer wieder interessante Einblicke hinter die Kulissen und lerne die Menschen in den einzelnen Ländern viel besser kennen.»

# AHHA!

Der Roboter HyQ der ETH Zürich kann nicht nur laufen und über Hindernisse krabbeln, sondern auch rennen und traben.



## Wie lernt ein Roboter?

Bei vielen Aufgaben sind Roboter dem Menschen weit überlegen – zum Beispiel bei der Montage von Autos in Fabrikhallen. Ganz anders sieht die Sache jedoch aus, wenn keine klar definierte Aufgabe gelöst werden muss. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn sich ein Roboter in einer unbekanntem Umgebung zurecht finden muss. Hier ist er den Menschen weit unterlegen, denn diese verfügen über eine Fähigkeit, die Maschinen noch weitgehend abgeht: Menschen können sich anhand der bisher gemachten Erfahrungen schnell auf eine neue Situation einstellen, und sie sind auch fähig, aus neuen Erfahrungen zu lernen.

Genau diese Fähigkeit möchten Wissenschaftler nun auch Maschinen beibringen. So entwickeln Forscher der ETH Zürich mit Partnern des Istituto Italiano di Tecnologia zum Beispiel einen Laufroboter, der sich selbständig im offenen Gelände bewegen kann. Wenn man einen solchen lernfähigen Roboter bauen will, muss man

zwei Sachen im Auge behalten. Zum ersten braucht es eine intelligente Bauweise. Das heisst zum Beispiel: Die Beine des Laufroboters sind mit speziellen Kraftsensoren ausgerüstet, sodass die Gelenke je nach Untergrund und Laufweise unterschiedlich steif eingestellt werden können. Dadurch kann die Maschine mit einem minimalem Steuerungsaufwand in einer aufrechten Position gehalten werden.

Zum zweiten braucht ein lernfähiger Roboter auch eine ausgeklügelte Steuerung. Da die Ingenieure nicht alle möglichen Situationen voraussehen können, die der Roboter zu bewältigen hat, müssen sie die Steuerung so programmieren, dass sich diese immer wieder neu anpassen kann. Das Programm ist also in der Lage, nach gemachten Erfahrungen sich selbstständig zu verändern. Dank einer solchen lernfähigen Steuerung kann sich der Roboter mit der Zeit immer besser in einer unbekanntem Umgebung zurechtfinden.

[www.satw.ch/wettbewerb](http://www.satw.ch/wettbewerb)



## Was weisst du über Robotik?

Als Möbel, Prothesen oder im Katastrophenfall, Roboter können viele Aufgaben – auch überraschende – übernehmen, um Menschen bei der Arbeit zu entlasten oder sonst den Alltag zu unterstützen.

### Gewinne Lego Mindstorms EV3

Teste dein Wissen zum Thema Robotik und gewinne ein Roboter-Bausystem «Lego Mindstorms EV3»! Weitere Preise sind drei Miniroboter «Desk Pets Tankbot». Der Wettbewerb ist offen bis zum 14. September [www.satw.ch/wettbewerb](http://www.satw.ch/wettbewerb)

## Ausbildung

Mehrere **Fachhochschulen** bieten Bachelor-Studiengänge im Bereich Robotik an.

[www.berufsberatung.ch](http://www.berufsberatung.ch) > Studium > Fachhochschulen > Fachhochschulen: Studiengang suchen > Robotik > Suchen

Die **ETH Zürich** bietet einen Master-Studiengang in «Robotics, Systems and Control»

Voraussetzung für diesen Master-Studiengang ist ein Bachelor insbesondere in den Fächern Elektroingenieurwissenschaften und Informations-technologie, Informatik oder Maschineningenieurwissenschaften, welcher von den beiden ETH, verschiedenen Universitäten sowie Fachhochschulen angeboten wird.

[www.ethz.ch](http://www.ethz.ch) > Studium > Master > Studiengänge > Ingenieurwissenschaften

## Mitmachen

An der **RobOlympics** treten Schülerinnen und Schülern ab der Oberstufe bis und mit im Jahr der abgeschlossenen Matura beziehungsweise der Lehre mit selbstgebaute Robotern gegeneinander an. Die zwölften RobOlympics werden am Samstag, 15. November 2014 an der **Hochschule für Technik Rapperswil** durchgeführt. [www.robotlympics.ch](http://www.robotlympics.ch)

### Impressum

SATW Technoscope 1/14, April 2014  
[www.satw.ch/technoscope](http://www.satw.ch/technoscope)

Konzept und Redaktion: Beatrice Huber  
Redaktionelle Mitarbeit: Felix Würsten, Samuel Schläfli  
Bilder: SATW/Franz Meier, EPFL, Universität Zürich, Aeroscout, Fotolia, NASA/JPL-Solar System Visualization Team, ETH Zürich  
Titelbild: Przemyslaw Mariusz Kornatowski von der EPFL mit Gimball

### Gratisabonnement und Nachbestellungen

SATW, Gerbergasse 5, CH-8001 Zürich  
[technoscope@satw.ch](mailto:technoscope@satw.ch)  
Tel +41 (0)44 226 50 11

Technoscope 2/14 erscheint im September 2014.