

DRIVEN

by
maxon



Der Inspektor

Wie robotische Helfer gefährliche
Inspektionsarbeiten übernehmen. S. 10

Das «E-Bike» für schwache Beine:
Der Myosuit gibt Freiheit zurück. S. 34

Fokus



- __Inspektionen der Zukunft
- 10 Reportage: ANYbotics – zu Besuch bei einem der grössten Robotikteams Europas
- 16 maxon Interview: «Wir können die Spielregeln ändern»
- 18 Infografik: Inspektionsroboter sind überall



So halten wir's mit der Sprache

Auch die *driven*-Redaktion macht sich ständig Gedanken zur gendgerechten Sprache. Aktuell verfolgen wir den Ansatz, möglichst oft die neutrale Form zu verwenden sowie in Texten zwischen männlicher und weiblicher Form zu wechseln.

9 maxon inside #womeninengineering

«Ich war immer die Aufregtere, wenn mein jüngerer Bruder so richtig grosse Autos oder Lastwagen von Lego Technic geschenkt bekommen hat.»

Andrea Hügler

Impressum

Herausgeber: maxon Group
Redaktion: Stefan Roschi
Realisation: Studio Edit GmbH, Zürich
 Katharina Rilling (Projektleitung), Peter Kruppa (Creative Director)
Druck: Druckerei Odermatt AG
Erscheinungsweise: 2-mal pro Jahr
Sprachen: Deutsch, Englisch, Chinesisch
Auflage: 8000 (dt.), 5000 (engl.), 2000 (chin.)

Copyright: © 2021 by maxon, Sachseln. Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung.

driven online: magazin.maxongroup.ch

Folgen Sie uns



Mehr spannende News, Storys und Fachberichte finden Sie auf unserem Blog:

www.driven.tech

Fotos: Dan Cermak (Cover), maxon

24



Inside __Willkommen, Parvalux! Alles über das neue Mitglied der maxon Familie.

39

Wettbewerb Mitmachen und gewinnen!

20



Inside __BIKEDRIVE AIR: Die nächste Evolutionsstufe der E-Bikes mit Kommentaren von **Ralph Näs**



34

Application __Schritt für Schritt: So erleichtert der Myosuit das Laufen

- 4 Moment
- 6 News & neue Produkte
- 28 Expertise
- Bürstenlose Motortypen
- 32 Innovation
- Mobile Wasserlabore
- 38 Kolumne

Die Helden der Ausgabe

- Das Leichtgewicht**
DC-Motor DCX 10
→ Mars-Hubschrauber S.4
- Die Platzenstunde**
Motorsteuerung EPOS4 Micro
→ Jet-Suit S.7
- Das mobile Kraftpaket**
Roboter-Antriebssystem
→ Fokus-Interview S.16
- Die Unsichtbare**
E-Bike Drive Unit
→ BIKEDRIVE AIR S.22
- Das Dynamische**
BLDC-Motor EC-i 40
→ Exo-Suit S.36



Eugen Elmiger, CEO maxon Group

Von Laufrobotern und unsichtbaren Antrieben

Sie klettern, kriechen, laufen oder fliegen: Inspektionsroboter sind überall anzutreffen, und es ist davon auszugehen, dass ihre Zahl in den nächsten Jahren stark zunehmen wird. Auch der rote Laufroboter namens ANYmal ist dazu konzipiert, an Orten zu arbeiten, die für Menschen gefährlich sind. Begleiten Sie uns nach Zürich, wo wir einen Blick hinter die Kulissen des Schweizer Start-ups ANYbotics werfen und erfahren, wie es seinem Roboter das Gehen beigebracht hat.

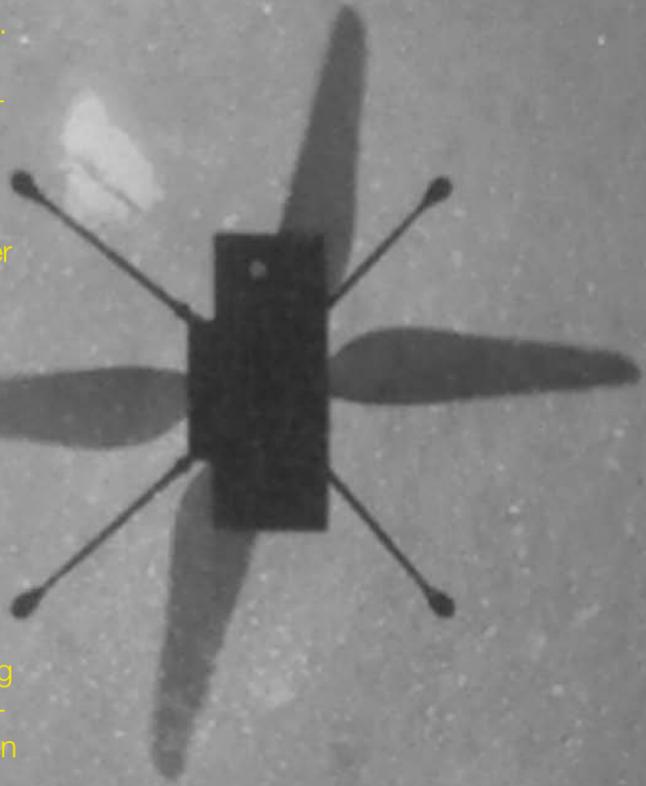
Wer dagegen lieber rollende Gefährte hat, liest den Bericht über das unsichtbare neue E-Bike-System BIKEDRIVE AIR. Damit lassen sich leichtgewichtige Sport-E-Bikes produzieren – fürs Gebirge oder für die Strasse. Darüber hinaus erhalten Ingenieure in dieser *driven*-Ausgabe eine hervorragende Übersicht über die verschiedenen bürstenlosen DC-Motoren bei maxon. Nicht zuletzt werfen wir einen Blick nach Grossbritannien zum Motorenspezialisten Parvalux, der seit 2018 Teil der maxon Group ist. Hier sind Robustheit und Zuverlässigkeit gefragt.

Nun wünsche ich Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, gute Unterhaltung bei der Lektüre unseres Magazins.

«Ingenuity»: Erwartungen in den Schatten gestellt

Es war zwar nur ein kurzer Flug, aber ein riesiger Erfolg für die unbemannte Raumfahrt: Am 19. April 2021 schwebte der Mars-Hubschrauber «Ingenuity» der NASA rund 40 Sekunden lang über der Oberfläche des Roten Planeten und landete danach wieder sicher auf seinen vier Beinen. Damit flog zum ersten Mal ein Gerät kontrolliert auf einem fremden Planeten – auch dank sechs DC-Motoren von maxon. Die DCX-Antriebe mit Durchmessern von 10 Millimetern steuerten die Neigung der Rotorblätter und damit die Flugrichtung des Hubschraubers.

Dessen Geschichte fing ab diesem Zeitpunkt erst richtig an. Es folgten vier weitere Flüge – immer ein bisschen höher und länger. Und weil dies so gut klappte, beschloss man, die Mission von Ingenuity zu verlängern und auszuweiten. Von da an kehrte der Hubschrauber nicht mehr zu seinem Startplatz zurück, sondern flog an jeweils neue Stellen, wobei die Verantwortlichen die technischen Grenzen der Komponenten und der Software immer weiter ausloteten. Der neunte Flug von Ingenuity etwa dauerte fast drei Minuten, der Hubschrauber legte dabei 625 Meter zurück. Seine Kamera ist nach unten gerichtet, weshalb der Schatten des Hubschraubers zu sehen ist. In dieser zweiten Phase fungierte er als Aufklärer, um die besten Routen für den Rover Perseverance zu finden. Der wiederum sucht nach interessanten Bodenproben, die dann zur Erde gebracht werden.



DCX 10

Die für diese Mission modifizierten DC-Motoren sind nicht nur zuverlässig und energieeffizient, sondern speziell leicht gebaut. Jedes Zehntelgramm musste gespart werden, damit der Mars-Hubschrauber in der dünnen Atmosphäre fliegen kann.

Foto: NASA/JPL-Caltech



maxon mit stabilem Ergebnis

Die maxon Gruppe hat im anspruchsvollen Jahr 2020 den Umsatz nahezu halten können, dies trotz der schwierigen Marktverhältnisse aufgrund der COVID-19-Situation. Der Umsatz belief sich auf CHF 553,5 Mio., gegenüber CHF 567,8 Mio. im Vorjahr. Wegfallende Umsätze in den Bereichen Automobilindustrie und Luftfahrt konnten grösstenteils durch den grossen Bedarf an Antrieben für die Laborautomation sowie für Beatmungsgeräte im Kampf gegen Corona kompensiert werden. maxon investierte CHF 50,3 Mio. in neue Fabriken, Maschinen und Anlagen. Der Cashflow belief sich auf CHF 37,1 Mio., nach 44,9 Mio. im Vorjahr. Unter erschwerten Bedingungen brachte maxon mehrere neue Produkte auf den Markt. Dazu gehören Mikromotoren für Medizinroboter, Multi-Achs-Controller für hochdynamische Positionieraufgaben oder das BIKEDRIVE AIR, ein leichtes, unsichtbares E-Bike-System (siehe S. 20). Weltweit beschäftigt die maxon Gruppe 3059 Mitarbeitende an neun Produktionsstandorten.



«2020 war für uns eine nie dagewesene Achterbahnfahrt.»

Karl-Walter Braun,
Verwaltungsratspräsident der
maxon Group



Schweiz

Forschungsdirektor der NASA zu Besuch bei maxon

Im September 2021 durfte maxon am Hauptsitz in der Schweiz hohen Besuch empfangen. NASA-Forschungsdirektor Thomas Zurbuchen, der in der Schweiz aufgewachsen ist, machte Halt, um mehr über einen der Schlüssellieferanten der aktuellen Mars2020-Mission zu erfahren. Group CEO Eugen Elmiger und Projektmitarbeitende führten Thomas Zurbuchen durch die Entwicklungs- und Produktionsabteilungen, in denen die Präzisionsantriebe für den Rover Perseverance sowie den Mars-Hubschrauber Ingenuity hergestellt wurden. Der NASA-Forschungsdirektor fand dabei lobende Worte: «Die Welt weiss, wie wichtig eure Arbeit ist und wie gut ihr darin seid.»

Drohnenmarkt

Partnerschaft mit Auterion

maxon ist eine strategische Partnerschaft mit Auterion eingegangen, einem Start-up, das sich auf Drohnensoftware spezialisiert hat und an einer Open-Source-Zukunft für unternehmensbetriebene Drohnenflotten arbeitet. Kunden werden von diesem offenen Ökosystem zur Avionik- und Motorenintegration in der Drohnenbranche profitieren, bei dem das Skynode-Modul von Auterion und die BLDC-Motoren und ESC-Steuerungen von maxon kombiniert werden. Eugen Elmiger, CEO maxon Group, sagt: «Das Fachwissen von Auterion hinsichtlich Drohnensoftware in Verbindung mit unseren 60 Jahren an Erfahrung als globaler Motor- und



Antriebsspezialist wird vielversprechende Lösungen hervorbringen.» Kevin Sartori, Mitgründer von Auterion, ergänzt: «Diese Partnerschaft steht für eine neue Phase softwarebasierter Drohnen und offener Standardisierung. Zusammen mit maxon werden wir einen Komplettsatz an Bauteilen zum Bau modernster Drohnen anbieten, die individuell an die Bedürfnisse der Unternehmen angepasst werden.»

Fotos: maxon

3400 km

Superwoman-Experience

Mit dem Jet-Suit quer durch Australien

Jen Bewes hat ein ehrgeiziges Ziel: Sie will innerhalb von zwei Monaten quer durch Australien fliegen – mit einem eigens dafür entwickelten Jet-Suit. Und damit nicht genug: Den Weltrekord will die Hubschrauberpilotin dabei gleich auch aufstellen. Da sich die vier Triebwerke, die für die Manövrierfähigkeit des Jet-Suits verantwortlich sind, an den Händen befinden, ist der Körper der Pilotin entsprechend hohen Belastungen ausgesetzt. Auf Arme und Schultern drückt eine Kraft von 40 Kilogramm. Aus diesem Grund wurde Lorenzo Masia mit ins Boot geholt. Der Professor für Biorobotik und Medizintechnik an der Universität Heidelberg in Deutschland entwickelt für Bewes einen speziellen Soft-Suit, um die Kräfte auf ihre Arme zu reduzieren. Dazu werden in eine handelsübliche Motorradjacke, in Zusammenarbeit mit der Firma Dainese, neu entwickelte und verstärkte Schutzteile in die Arme und die Schultern integriert. Diese Teile werden auf Knopfdruck durch künstliche Sehnen versteift, um eine weitere Muskelschicht zu schaffen, sodass der Arm während des Fluges gestreckt bleibt und die Schulter durch die verstärkte Panzerung stabilisiert wird. «Man kann sich das wie einen zusätzlichen Trizeps und einen Deltamuskel vorstellen, die aktiviert werden können», erklärt Lorenzo Masia. Er verwendet für das Antriebssystem, das den Mechanismus zur Stabilisierung der Arme antreibt, einen DC-Motor DCX 19 in Kombination mit einem Getriebe GP 22 und einer Motorsteuerung EPOS4 Micro. Spätestens im Frühjahr 2022 soll das System einsatzbereit sein. Dann nämlich ist der Rekordversuch terminiert.

«Es ist der ultimative Test für meine Theorie, dass unmöglich nur eine Denkweise ist und dass wir das scheinbar Unmögliche überwinden können.»

Jen Bewes, Hubschrauberpilotin

2 Monate

So lange wird Jen Bewes unterwegs sein, um ganz Australien zu durchqueren – falls es klappt!

Die Platzsparende

~1000

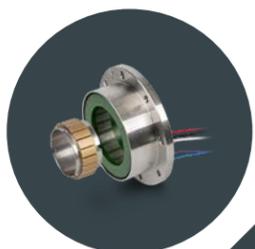
Flüge braucht die Pilotin für die Strecke, da ihr Fluggerät nur kurz in der Luft bleiben kann.

EPOS4 Micro

Die Micro-Variante der Positioniersteuerung EPOS4 besticht durch die kleine Bauweise und den attraktiven Preis. Besonders spannend für Robotikanwendungen mit engen Platzverhältnissen.

Fotos: Jen Bewes

Neue Produkte



EC frameless DT
bürstenlos

EC frameless DT

Ein dynamischer Alleskönner

Die stetig wachsenden Anforderungen an Dynamik, Kompaktheit und Leistungsdichte verlangen nach innovativen neuen Motoren. Mit dem EC frameless DT 50 bringt maxon einen ersten Motor einer neuen Produktfamilie auf den Markt, der diesen Anforderungen im höchsten Masse gerecht wird. Der bürstenlose DC-Motor wurde als frameless-Motor konzipiert und kann einfach in Applikationen integriert werden. Im verbauten Zustand erreicht er spielend ein Nennmoment von über 500 mNm bei einer Nenndrehzahl von 4000 min⁻¹. Dies bei einem Stator-Aussendurchmesser von lediglich 50 mm. Die neuartige Wickeltechnologie ermöglicht dabei eine sehr kurze Motorlänge mit einer sehr grossen Hohlwelle von 28 mm!



TSX-MAG
ermöglicht grosse Hohlwellen

TSX-MAG

Der Off-Axis-Encoder

Der Encoder TSX-MAG ist ein konfigurierbarer Durchgangswellen-Encoder, der nicht direkt auf der Motorachse (Off-Axis) verbaut wird. Dies ermöglicht im Design eine enorme gestalterische Freiheit und stellt sicher, dass grosse Hohlwellen realisiert werden können. Der Encoder kann Hallsignale wie auch Inkrementalsignale generieren, wodurch der Motor feldorientiert kommutiert werden kann. In einem ersten Schritt wird der Encoder TSX-MAG auf dem EC frameless DT 50M angeboten. Weitere Encoder-Versionen und zusätzliche Kombinationen folgen bald.



Im maxon Online Shop gibt es mehr als 5000 Produkte, Selektionshilfen, Kombi-nationstools und ausführliche Produktinformationen:
shop.maxongroup.ch

#womeninengineering

Frauen tragen bei maxon einen grossen Teil zum Erfolg bei. Umso wichtiger, möglichst viele dazu zu ermutigen, sich für einen technischen Beruf zu entscheiden. Wir haben unsere Ingenieurinnen zum Thema befragt:

Welche Hürden, welche Vorbilder erlebten sie?

«Ich war wirklich von den Humanoidrobotern fasziniert, die Tai-Chi praktiziert und Tischtennis gespielt haben; das war in China zu dem Zeitpunkt eine äusserst interessante und neuartige Anwendung.»

Singer Gong

«Ich bin in einer Familie gross geworden, in der deine Leidenschaft entscheidend für deinen beruflichen Werdegang war und nicht dein Geschlecht.»

Angelica Perzan

Arbeiten bei maxon

«Ich habe während meiner gesamten Zeit bei maxon motor manufacturing Korea nie eine «gläserne Decke» feststellen können.»

Kay Mun

«Bei maxon werden Ingenieurinnen und Ingenieure zu 100 Prozent gleichbehandelt. maxon bietet Männern und Frauen die gleichen Möglichkeiten; wir können zusammenarbeiten und uns gegenseitig helfen.»

Joorim Lee

Traumberuf Ingenieurin

«Als Kind habe ich immer meine elektrisch betriebenen Spielzeuge auseinandergenommen, da ich unbedingt wissen wollte, wie sie funktionierten.»

Zeliha Yesilova

«Was mir an maxon gefällt, sind die Möglichkeiten der Zusammenarbeit in innovativen Projekten mit hoher Wertschöpfung, auf Basis eines multikulturellen (internationalen) Austauschs, den unsere Kompetenzzentren mit Fachwissen auf unterschiedlichsten Ebenen ermöglichen.»

Virginie Mialane

Wer war dein «Influencer»?

«Ich hatte das Glück, dass sich meine Wege mit denen zweier starker Frauen im STEM-Bereich gekreuzt haben, die mich letztendlich dorthin geführt haben, wo ich heute bin.»

Nicole Mathieu

«Es gab nicht wirklich Ingenieure in meinem direkten Umfeld, die mich beeinflusst haben, ABER mein Vater hat auch immer viel zu Hause gearbeitet, viele Dinge selbst erledigt und war auch der Handwerker für alles. Es hat mir Spass gemacht, mit ihm zusammenzuarbeiten.»

Lisa Eckle

Tipps für Mädchen mit Interesse an Technik

«Schäme dich nicht dafür, etwas nicht zu wissen, sondern nutze stattdessen die Gelegenheit, etwas Neues zu lernen.»

Noëlle Bracher

«Mein Vater ist Elektroingenieur; er war damit derjenige, der den grössten Einfluss auf meine Entscheidung ausgeübt hat, Ingenieurin zu werden. Er hat mich nie unter Druck gesetzt, sondern stattdessen versucht, mit spielerischen Aufgaben mein Interesse zu wecken, indem er mich an interessanten Projekten mitwirken liess, an denen er gerade arbeitete.»

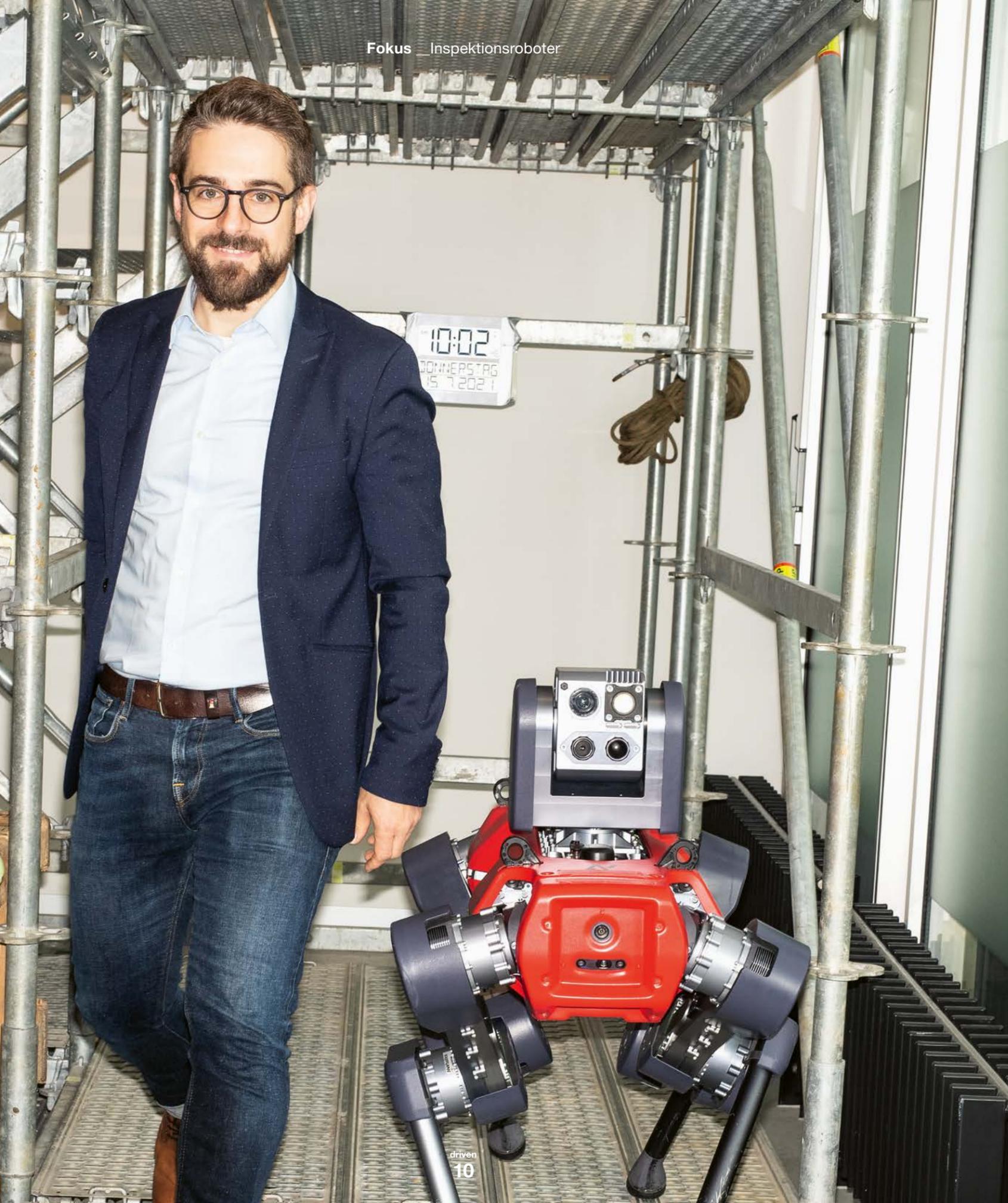
Jelena Perkucin

«Wenn du Interesse an technischen Themen und ein Talent für Technik hast, dann solltest du es einfach machen.»

Sandra Dettling

«Du wirst es schaffen, wenn du neugierig und offen bist, an dich selbst glaubst und dir die Meinung anderer egal ist. Du bist nicht allein; du wirst viele andere Frauen mit den gleichen Zielen kennenlernen.»

Hannah Kleeblatt



Robotischer Gefährte

Entlegene Offshore-Anlagen, staubige Minen, schmutzige Kanalisation: Umgebungen von Menschen für Menschen gemacht. Dennoch ist ihr Betrieb gefährlich. Die Lösung? Der Roboterhund von ANYbotics, der Inspektionen autonom meistern kann. Zu Besuch in Zürich bei einem der grössten Robotikteams Europas.

Text: Katharina Rilling

Hinfallen, aufstehen. Immer und immer wieder. Wie muss ich die Füße setzen? Wie die Kraft bündeln? Und wie das Gleichgewicht regulieren? Lernt ein Kind laufen, tastet es sich über Wochen an die Bewegungen heran. Péter Fankhausers «Baby» lernt ähnlich – obwohl dessen Beine aus Federn, Sensoren und Motoren bestehen. Stolz sagt er: «ANYmal brachte sich das Treppensteigen in der Simulation selbst bei. Der Roboter brauchte dafür nur wenige Stunden. Das Fantastische ist, anders als beim Menschen: Tausende ANYmals lernen gleich mit. Wir erstellen nämlich virtuelle Kopien.» Diesen Kopien wird jeweils das übergeordnete Ziel angegeben, zum Beispiel so schnell wie möglich eine Treppe zu erklimmen. Dann werden Störungen hinzugefügt wie Sensorrauschen oder Wind. Die Programme lernen, in der Folge selbstständig mit solchen Situationen umzugehen. «Sobald die simulierten Lernprozesse ein Optimum erreicht haben, übertragen wir die Steuerung auf alle realen Roboter», so Fankhauser.

Der promovierte Robotik-Ingenieur sitzt auf bunten Loungemöbeln im Besprechungszimmer, spricht blitzschnell und geübt über den Inspektionsroboter, den er mit acht weiteren Gründungsmitgliedern von ANYbotics, einem Spin-off der ETH Zürich, entwickelt hat. Das hundeähnliche ANYmal könne sich in rauer industrieller und unbemannter Umgebung autonom – also ohne menschliche Steuerung und ohne WLAN – fortbewegen. Das Besondere: Die Umgebung muss nicht extra roboterkonform gestaltet werden, wie das in grossen Industrie- oder Lagerhallen der Fall ist. Nein, der Vierbeiner findet sich zurecht, gerade in für Menschen gemachten Räumen. Fankhauser verweist auf Youtube-Videos: Dort sieht man die Maschine steile Stahltreppen hoch- und





ANYbotics: Führender Anbieter mobiler Robotik

ANYbotics wurde 2016 als Spin-off der ETH Zürich gegründet mit dem Ziel, die Technologie hinter dem vierbeinigen Roboter ANYmal zu kommerzialisieren. Péter Fankhauser ist eines der insgesamt neun Gründungsmitglieder. Jetzt steht die Generation D des Roboters kurz vor Serienproduktion. Eine Version ist sogar explosionsgeschützt – eine Neuheit, die nur bei ANYbotics zu haben ist.

Links: Zwei Gefährten im Testcenter: Péter Fankhauser mit der neusten Version des ANYmal.

Die Mitarbeitenden von ANYbotics produzieren den Roboter in Zürich (noch) selbst, testen und sammeln Daten. Der Start-up-Groove ist spürbar.

Fotos: Dan Cermak

runterkraxeln, Waldspaziergänge über Wurzeln und Kieswege unternehmen. Sie balanciert über schmale Stahlträger, kriecht unter Zügen, sucht sich ihren Weg sicher durch wurstdicke Kabelschnecken am Boden. ANYmal kann ohne Probleme durch Wasser waten, einen Sandsturm überstehen, rutscht auch auf einer Schneedecke nicht aus und bringt rückwärtslaufend zur Rushhour an Ostern Schokohasen von Tür zu Tür. Selbst vom Menschen erforderten solche Umgebungen: höchste Konzentration.

Lächelnder Roboter

Wie schafft das der Roboter? Und: Ist die Programmierung aufwändig? «Nein, relativ einfach», versichert der Spezialist. Mehr erfahren wir bei einem Rundgang in Zürich. Hier sind nicht nur Büro und Besprechungsräume, sondern auch Testcenter und Produktionsstätte von ANYbotics untergebracht. Beim Eintreten merkt man: Es liegt was in der Luft. Vielleicht ist es das Prickeln, das man hat beim Vorwärtsmachen. Die freudige Erwartung vor der Veränderung, also wenn man spürt: Jetzt ist kurz vor Durchbruch, jetzt bin ich bei etwas Grossem dabei. Leute in Jeans und T-Shirt grüssen enthusiastisch auf Englisch. 21 Nationen sind hier vertreten, 25 Mitarbeitende mehr als noch vor einem Jahr. Neue Räume wurden eben erst dazugemietet. Und: ANYbotics hat kürzlich 20 Millionen Franken Investorengelder eingeworben. Mit diesem Geld wird nun das neueste Modell des ANYmal, die D-Version, kommerzialisiert (wie maxon dabei hilft, siehe Interview S. 16–17). Zu diesem Zweck steht auch eine Strukturänderung an: Im Moment fertigt ein kleines internes Team etwa einen Roboter pro Woche. Ab 2022 wird der Inspektionshelfer serienmässig von einem Partner in der Schweiz vom Band gehen.

Aber trotz Aufschwung: ANYbotics scheint nicht abzuheben. Der Start-up-Groove ist noch da: Im Grossraumbüro hängen Whiteboards mit komplizierten Formeln und Schaubildern, doch ab und zu mischt sich eine Manga-Figur, wie einem Comic entflohen, darunter. Plüschtiere baumeln an den Schreibtischlampen. In der Küche hängen die Gewinnerwerke des letzten Teamwettbewerbs; kleine gerahmte Bilder aus Ölfarbe: das winkende ANYmal auf dem Rücken eines Einhorns, ANYmal beim Kraulen durchs Meer, ANYmal, wie es im All umherschwebt. Riesige Kontinente verteilen sich gleich daneben über die Wand, beklebt mit Fotos von Kunden aus aller Welt. Mittendrin: Lächelt, sitzt, wartet der freundlich dreinblickende Roboter. «Schon beim Prototyp C war uns nicht nur die Funktion wichtig, sondern auch die Emotion, die er dank des Designs weckt: Die Augen konnten wir so platzieren, dass sie freundlich aussehen. Sie sind die Kühlung des Roboters. Die Tiefenkamera bildet den Mund. Mit einer kleinen Facette erscheint sie wie eine Lippe, die lächelt. Solche kleinen Dinge helfen, positive Assoziationen zu wecken», sagt Fankhauser. Das neueste Modell hat ein ganz anderes Gesicht, weil ANYmal D für den industriellen Einsatz noch robuster gestaltet werden musste.



Aber auch der Nachfolger wirkt wohlgesinnt. «Wir wollten einen freundlichen, zuverlässigen und nützlichen Robotik-mitarbeitenden erschaffen, der mit anpackt. Schliesslich soll er die menschlichen Mitarbeitenden ergänzen. Da muss er ausstrahlen: Ich bin hier, um dir zu helfen. Dies schliesst übri-ges Militäroperationen und Polizeieinsätze aus.»

Er sieht, riecht, hört – und gibt Laut

Vor allem Routine-Inspektionsarbeiten können per ANYmal automatisiert werden. Dass sich das schnell lohnt, rechnet der ANYbotics-CEO vor: «Jeder Tag, den Betreiber von industriellen Anlagen durch Reparaturen verlieren, kostet gleich mehrere Hunderttausend Franken. Die Maschinen müssen also möglichst einwandfrei durchlaufen.» Derzeit sind vor allem Menschen auf Kontrollgang unterwegs. «Das klappt gut – zumindest, wenn sie die Anlage kennen und Erfahrung haben. Es ist aber aufwändig und teilweise höchst gefährlich.» Denn: Auf Offshore-Anlagen, in der Kanalisation oder in Minen ist man auch Hochdruck, Elektrizität, gefährlichen Gasen, giftigen Stoffen, Staub und Schmutz ausgesetzt. Will ein Mensch die Anlage kontrollieren, muss sie daher teilweise erst mal ausgeschaltet werden – was kostet. Dazu kommt das Thema Transportkosten: «Spezialisierte Leute müssen zu den Anlagen befördert werden. Jeder Hubschraubertransport kostet aber schnell über 30 000 Franken.» Kopfschüttelnd fügt Fankhauser an: «Manchmal wird ein Flug zur Bohrplattform nur nötig, um einen einzigen Schalter umzulegen.» Im Offshore-Bereich zahle sich ANYmal daher innerhalb von wenigen Wochen finanziell aus.

Natürlich ist es auch möglich, die Anlagen stattdessen mit Sensoren auszustatten, um Auffälligkeiten im Betrieb zu detektieren. Aber: Auch das ist aufwändig und kostet viel Geld. «Jeder Sensor misst auch nur einen kleinen Teil des Ganzen und muss im Laufe der Zeit ersetzt werden», weiss Fankhauser. Da hat der Roboter die Vorteile, dass er für eine relativ lange Dauer ausgelegt ist – nämlich für drei Jahre kontinuierlichen Betrieb – und viele Aufgaben gebündelt übernehmen kann: Der robotische Hund ist stark genug, um Lasten zu tragen. Dank Kameras und Detektoren sieht, riecht, hört er – und gibt Laut: Er liest also Daten von Messgeräten ab und leitet sie weiter, nimmt Wärmebilder auf und führt akustische Messungen durch. So merkt und meldet er zum Beispiel, wenn Gas austritt oder sich das Brummen einer Maschine oder die Vibration einer Pumpe plötzlich anders anhört.

Starke Motoren, kurze Lernzeit

Doch wie bewegt sich ANYmal nun so sicher durch schwieriges Gelände? Wie lernt er es kennen? Fankhauser sagt: «Entweder, man nimmt ANYmal mit an Ort und Stelle und zeigt ihm, ähnlich wie einem neuen Mitarbeitenden, was er zu tun hat. Wir sind dann mit Joystick dabei, während der Roboter den Weg abläuft und eine 3D-Karte erstellt. Für einen stündigen Inspektionsrundgang durch eine Anlage rechnet man mit einem halben Tag Lernzeit.» Oder aber,

noch einfacher, er lernt virtuell. Das ist möglich, wenn bereits ein digitales Modell der Anlage existiert.

Die Orientierung funktioniert dank Sensoren, das Laufen mithilfe von extra für den Roboter entwickelten Elektromotoren: «Wir haben gemerkt, dass wir eigene Antriebe brauchen: Sie mussten leicht und trotzdem kräftig sein. Daher sind wir die Partnerschaft mit maxon eingegangen. Unsere beiden Firmen passen kulturell sehr gut zusammen und arbeiten jetzt sogar Tür an Tür.» Die vier Gliedmassen des Robotertiers zählen je drei Antriebe, genauer sind im ANYmal zwölf Aktuatoren verbaut. Sie erzeugen die Laufbewegung, lassen die Beine nach aussen oder hinten abkippen, das Knie sich beugen. «Die Kraftregelung beim Gehen auf verschiedenen Untergründen ist sehr wichtig. Beim Laufen gibt es Schläge, deren Energie absorbiert werden muss. Dazu haben wir zusammen mit maxon ein System mit Federn entwickelt, das den Muskeln und Sehnen nachempfunden ist.» (Siehe Interview S. 16–17)

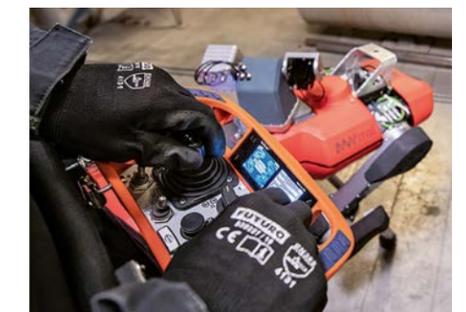
Lösung und Knackpunkte

Im Testcenter von ANYbotics zeugt der Pizzaschachtelturm, der bald die Decke erreicht, von langen Tagen und kurzen Nächten. Hier sind Stühle, Tische und Computer zu einer Art Zuschauerarena gruppiert, wo Daten gesammelt und ausgewertet werden. Auf der Bühne arbeitet sich der fünfzig Kilogramm schwere Roboter an Treppen und Hindernissen wie Backsteinen ab. Der Sicherheitsabstand zur Maschine ist für alle Mitarbeitenden Pflicht. Die Sicherheitszertifizierung hat das Unternehmen übrigens viel Zeit und Kraft gekostet. «Jetzt ist es aber durch: Wir haben zusammen mit externen spezialisierten Laboren ein Sicherheitskonzept für die elektrische und mechanische Sicherheit umgesetzt.» Auch die Schulung der Kunden in Sachen Sicherheitsvorkehrungen reduziert die Risiken auf ein Minimum.

Nach 90 Minuten geht ANYmal die Energie aus. Er bemerkt das eigenständig, stampft zur Dockingstation und setzt sich darauf wie das Huhn aufs Ei. Fankhauser ordnet ein: «Man sieht auf Youtube zwar Videos vom coolen Roboter, der hundeähnlich die Treppen hochläuft. Aber das ist nur ein kleiner Teil der Lösung.» Der CEO zeigt auf die Bildschirme der laufenden Computer: «Es muss klar sein: Wie kommen die Daten der Inspektion zum Kunden? Wir bieten eine End-to-End-Inspection-Solution an. Die Software kommt mit jährlicher Nutzungslizenz inklusive Software-Updates und technischer Unterstützung.»

Einige Knackpunkte gibt es noch zu lösen: Was, wenn jemand eine Tür schliesst? ANYmal stünde ratlos davor. Auch Rost und Risse kann er noch nicht sicher detektieren. Und: Eigentlich sollte er gefährliche Wartungsarbeiten gleich selber erledigen können. Dazu wird in Zürich jetzt mit Greifarmen experimentiert. Fest steht: Das Lernen des sympathischen Roboters geht weiter. Und der Pizzaturm wächst.

1

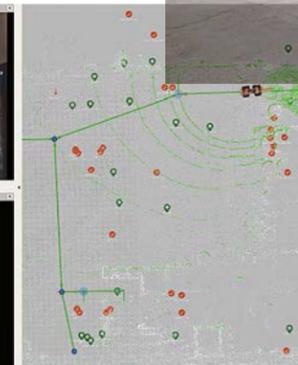


2



3

1 & 2 Als neuer Mitarbeitender: Prototyp ANYmal C lernt einen Inspektionsrundgang kennen. Gesteuert wird er zunächst mit Joystick.



3 Energieelos? Kein Problem: Der Roboter setzt sich gleich selbstständig auf die gelbe Ladestation.



4

4 Die Maschine lernt Hindernisse und Wege beim ersten Rundgang kennen und erstellt die digitale Karte für autonome Einsätze dabei mit.

5 & 6 Auf Offshore-Anlagen trotz er Wind und Wetter: Das neueste Modell, ANYmal D, kraxelt Stahltreppen alleine hoch.

6



5

7 Trotz Staub und Dunkelheit: Der Inspektionsroboter kann auch in Minen eingesetzt werden.



Fotos: zVg ANYbotics



Das agile Kraftpaket

ANYmal-Antriebssystem
Das massgeschneiderte Antriebspaket besteht im Kern aus dem neuen EC frameless DT 50. Dazu kommen Getriebe, Feder, Encoder und Gehäuse.

«Wir können die Spielregeln ändern»

maxon hat für die neueste Generation des Roboters ANYmal ein kundenspezifisches Antriebssystem entwickelt. Herzstück ist der neue frameless DT Motor, der jetzt auch in ganz anderen Bereichen zum Einsatz kommen kann. Was zeichnet ihn aus?

Interview: Katharina Rilling

Wäre der frameless DT Motor ein Superheld – wie müsste man ihn beschreiben?

Als superagiles und ausdauerndes Kraftpaket, viel schneller, als das Auge sehen kann. Beschleunigt in vier Millisekunden auf Top Speed und holt aus 100 Gramm mehr als 1 PS heraus. Er ist schnell, kräftig, überhitzt aber nicht. Er ist quasi ein 100-Meter-Sprinter und Marathonläufer in einem.

Auf Youtube sieht man schnellere Roboter auf vier Beinen. Warum ist ANYmal vergleichsweise langsam?

Erst mal: Niemand will, dass einem der Roboter in einer Industrieumgebung oder auf einer Ölplattform entgegenrast. Das wäre viel zu gefährlich. ANYmal kann sich dafür in den widrigsten Umgebungen aufhalten. Regen, Schnee, Salzwasser und Öl können ihm nichts anhaben. Wichtiger als Schnelligkeit ist auch der feste Stand. Der Roboter soll Outdoor-Treppen hochsteigen können, ohne herunterzufallen.

maxon hat für ANYbotics einen ganz neuen Antrieb entwickelt. Wieso?

Wir entwickelten einen noch besseren Motor und ein noch besseres Getriebe. Der Antrieb ist nun kleiner, leichter, schneller und effizienter und nicht zuletzt auch preisgünstiger als der Vorgänger. Wir reden von einer Verdoppelung der Spitzenleistung und einer Verdreifung der Reichweite.

Fotos: maxon



Max Erick Busse-Grawitz ist Technology Transfer Manager bei maxon und war für die Konzeption des massgeschneiderten Antriebs für den Roboter ANYmal verantwortlich.

Was macht den Antrieb genau zum superagilen Kraftpaket?

Durch das mechanische Design kommt er mit sehr wenig Reibung aus. Dadurch wird der Roboter leichtläufiger und wird weniger warm. Nehmen wir den Menschen als Vorbild: Die Reibung im menschlichen Körper ist extrem gering. Nur so können wir grosse Kräfte entwickeln und gleichzeitig feinfühlig mit unserem Umfeld umgehen. Ein weiterer Vorteil der geringen Reibung: Wenn der Mensch läuft, holt er die meiste Energie, die er in die Gehbewegung gesteckt hat, durch den Schwung wieder zurück. So gut wie der Mensch sind wir noch lange nicht, aber immerhin haben wir die Reichweite verdreifacht. Für das Herausholen der Energie verwendet der Mensch auch elastische Elemente. Im Antrieb wird dies durch eine Feder gelöst. Hier konnten wir sehr vom Know-how von ANYbotics profitieren. Das Regeln eines solchen Antriebs ist alles andere als einfach, und da hatte ANYbotics einen zehnjährigen Erfahrungsvorsprung.

Was passiert, wenn der Roboter gegen etwas rast?

Eine Feder verschafft dem Roboter eine Art eingebaute Intelligenz. Statt mit einer Softwarekeule zu kommen, arbeiteten wir also an der Hardware. Ziehen wir wieder den Vergleich zum Menschen: Unsere Haut besitzt Sensoren. Kollidieren wir mit einem Gegenstand, geben uns diese Sensoren blitzschnell Rückmeldung. Unser Körper passt sein Verhalten an, nimmt die Energie raus, noch bevor wir uns ernsthaft verletzen. Das passiert im Wesentlichen unbewusst. Das Gehirn allein wäre zu langsam, um uns vor spontanen Verletzungen zu schützen. Beim Roboter funktioniert das ähnlich: Bei einer Kollision wird erst einmal die Feder aufgezogen, die das Getriebe vor Kraftspitzen schützt. Währenddessen regelt das System die Motorposition, die dann die Feder entspannt. Wie gesagt, der Motor erreicht in vier Millisekunden seine Maximalgeschwindigkeit, und damit kann er die Kollisionskräfte schneller ausregeln, als es das Auge sehen kann.

Der Roboter schützt sich also selber?

Genau. Die Technologie dazu heisst serienelastischer Aktuator (SEA). Klingt einfach, erfordert aber eine intensive firmenübergreifende Zusammenarbeit: Getriebe, Motor, Mechanik, Elektronik, Sensor, Software greifen hier eng ineinander.

Klingt komplex. Wie fehleranfällig ist sie?

Im schlimmsten Fall werden Kollisionen, wie gesagt, mechanisch abgefedert. Der Antrieb ist also robust. Das ganze System ist sehr ausgereift, wenn auch mathematisch hochkomplex. Das Know-how dafür wurde in der ETH und bei ANYbotics aufgebaut und im Rahmen der Zusammenarbeit zu uns transferiert.

Wo lässt sich der neue Antrieb noch einsetzen?

ANYbotics hat ja eine massgeschneiderte Systemlösung erhalten mit aufeinander abgestimmten Komponenten. Der Motor als Herzstück besteht aber aus unserem neu entwickelten EC frameless DT 50. Diesen bieten wir auch anderen Kunden an. Prinzipiell ist er für Anwendungen mit dynamischen Bewegungen geeignet, wo sich die Geschwindigkeiten blitzschnell ändern. Da sind Antriebe mit kleiner Trägheit von Vorteil.

Haben Sie ein konkretes Beispiel?

Neben Robotern kann man den Motor auch in Exosketten einsetzen. Der DT 50 hat bei viel Kraft wenig Trägheit und arbeitet damit nicht gegen den Patienten, wenn dieser eine unvorhergesehene Bewegung macht. Ein Antrieb, der so effizient ist, hat auch Vorteile im darüberliegenden System: Er schont die Batterien und erzeugt weniger Wärme, die eventuell mit lauten Lüftern abtransportiert werden muss. Gerade bei Exosketten wollen wir nicht am thermischen Limit fahren: Welcher Mensch möchte schon mit einem Teil am Körper herumlaufen, das sich auf 100 Grad erhitzt!

Wie wird sich der Robotikmarkt entwickeln?

Roboter werden uns als Hilfsmittel mehr und mehr abnehmen können. Zum Antrieb der Zukunft: Hier wird man sich weiter der Natur annähern, indem noch kleinere Motoren und noch mehr Sensoren verbaut werden. Solange aber niemand ein neues physikalisches Gesetz entdeckt, sehe ich keine grossen Sprünge in Sachen Leistungsdichte. Roboter liegen technisch übrigens hinter den Erwartungen zurück. Das liegt wohl daran, dass sie schwer programmierbar sind und recht ungeschickte Bewegungen machen. Die grossen Industrieroboter sind zwar produktiv, aber auch gefährlich und funktionieren nur in geschützter Umgebung. Die kollaborativen Roboter sind oft nicht nützlich genug. Durch die neue Technologie von maxon könnte sich das nun ändern. Unsere Robotikantriebe haben weniger Schwung, verbrauchen weniger mechanische Energie und verursachen, wenn es zur Kollision kommen sollte, weniger Schaden. So könnten wir also im Robotikmarkt rund um die unstrukturierte Umgebung die eine oder andere Spielregel ändern. ■

4D

DIE NEUE ARBEITSKRAFT

Werden alle menschlichen Aufgaben einmal von Robotern erledigt? Am wahrscheinlichsten etablieren sich die Helfer bei Arbeiten, die kein Mensch tun möchte:

DULL

Monotone und langweilige Aufgaben wie das Be- und Entladen von Maschinen

DIRTY

Arbeiten, die sich negativ auf unsere Gesundheit auswirken können, zum Beispiel Lötprozesse

DANGEROUS

Gefährliches, etwa das Hantieren mit heissen Gegenständen

DISALLOWED

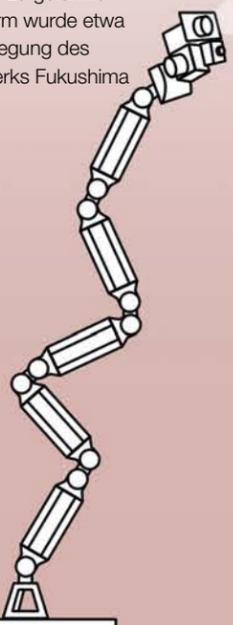
wie das Hantieren mit ätzenden Chemikalien

Sie sind überall

Eine Welt voller Roboter ist Zukunftsmusik? Von wegen. Schon jetzt arbeiten robotische Helfer in Rohren, unter Wasser und in der Luft, um Menschen zu entlasten.

Kernkraftwerke

Die Roboterarme von HiBot bewegen sich schlangen-ähnlich und erreichen Stellen, die für Menschen zu eng oder zu gefährlich sind. Der Arm wurde etwa bei der Stilllegung des Kernkraftwerks Fukushima eingesetzt.



Rohre

Ein kleiner Raupenroboter, der magnetisch an Metallwänden klebt und sich in alle Richtungen bewegen kann. Er trägt Kameras, Sensoren und Werkzeuge mit für Inspektions- oder Wartungsarbeiten in engen Rohrleitungen und an den Aussenhüllen von Tanks oder Schiffen. Praktisch: Die Raupe funktioniert an der Luft und im Wasser.



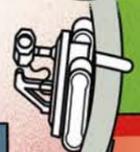
In der Luft

Die Drohnen von Flybotics wurden entwickelt für Inspektionen in enger Umgebung: in Kaminen, Schächten, Tanks & Co.



Gefährliche Räume

Die Raupenroboter von Invert Robotics sind Inspektionswerkzeuge für Behälter, Tanks und alle beengten oder gefährlichen Räume.



Anlagen für Menschen

Der hundeähnliche Roboter ANYmal bewegt sich autonom in Umgebungen, die nicht roboterkonform sind, und liest dort z.B. Daten ab, checkt per Wärmebildkamera die Lage und führt akustische Messungen durch. Siehe auch S. 10.



Kanalisation

Ob für Inspektionszwecke oder zur Beseitigung von Schäden: Kanalroboter von iPEK gibt es für unterschiedliche Zwecke.



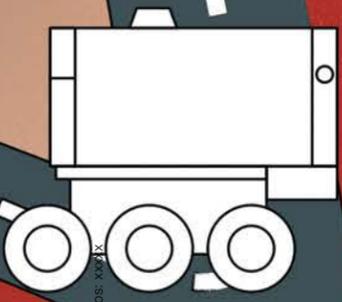
Windturbine

Der Roboter von Helical Robotics klettert auf Windkraftanlagen und macht Inspektionen schnell, sicher und kostengünstig.



Strassenverkehr

Das Gerät von Top Hat Robotics ist etwa so breit wie ein Gehweg und kann Berichte über den Zustand von Strassen schneller erstellen als seine menschlichen Kollegen.

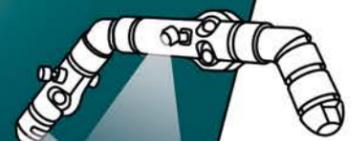


Unter Wasser

2000 Meter in die Tiefe? Kein Problem für diesen Inspektionsroboter der Eca Group, der in der Öl- und Gasindustrie eingesetzt wird.



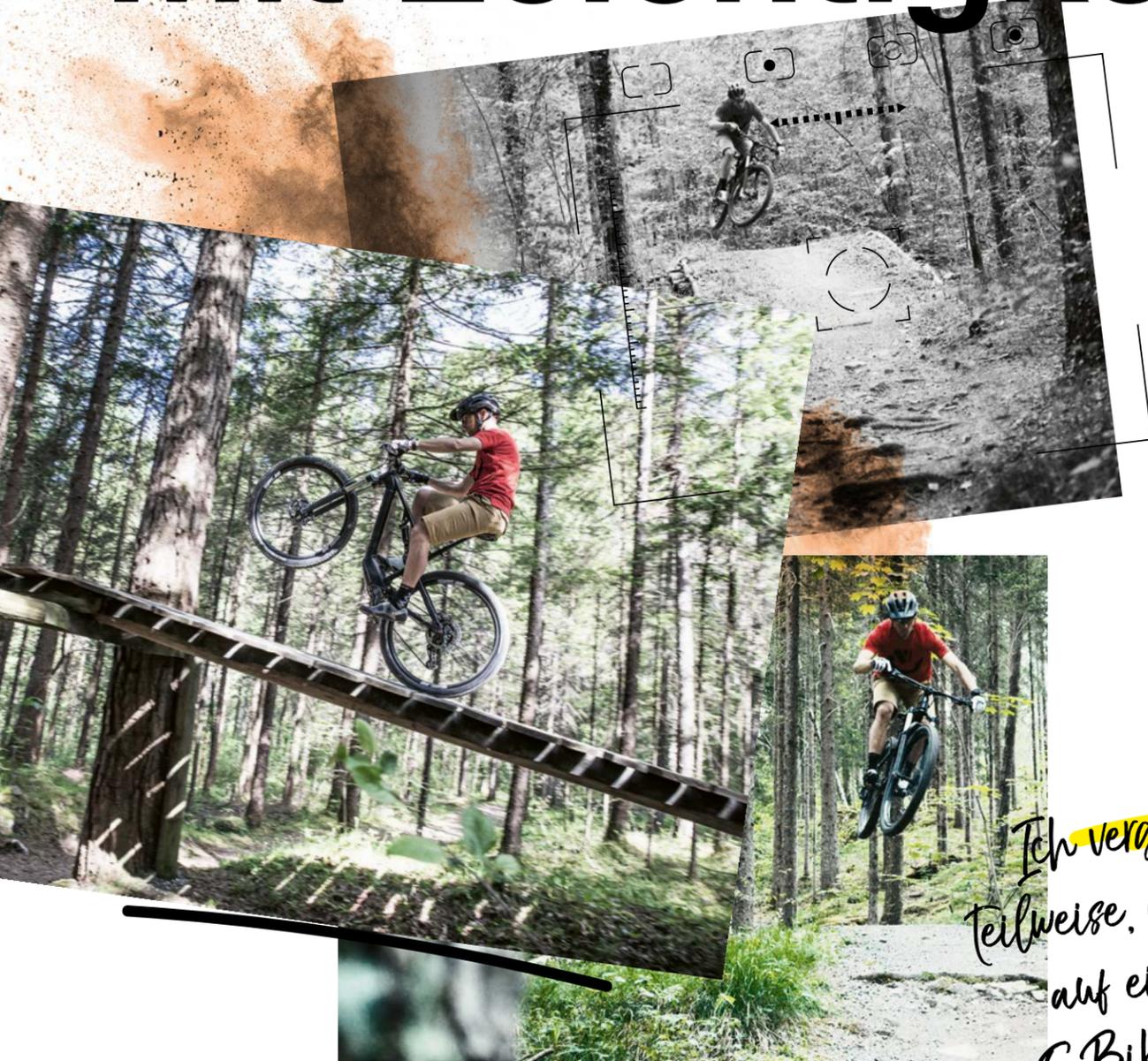
Das Start-up-Unternehmen Eelume hat einen Unterwasserroboter in Form einer Schlange entwickelt, der für Inspektionen, Wartungs- und Reparaturarbeiten eingesetzt werden soll. Der schlanke, flexible Roboter kann grosse Entfernungen überwinden und Orte erreichen, die für herkömmliche Unterwasserroboter nicht zugänglich sind.



Hochspannung

Der Roboter von Security Robotics ist mit einem Metallzaundetektor ausgestattet, um auf Arealen von Umspannwerken zu arbeiten. Er besitzt eine automatisierte Thermografie und Infrarotprüfung. Und: einen Körper aus Glasfaser und eine Beschichtung, die vor starken elektromagnetischen Feldern schützt.

Mit Leichtigkeit



Ich vergesse teilweise, dass ich auf einem E-Bike sitze.

Die nächste Evolutionsstufe von E-Bikes ist da: weg von schweren Kraftprotzen, hin zu agilen, leichten Fahrrädern. Diese bringen ein natürliches Fahrgefühl zurück – selbst wenn die Batterie mal leer ist.

Mit Kommentaren von **Ralph Näf**, maxon Testfahrer

+ MTB-WELTCUP-COACH



Das System verdoppelt meine Pedalkraft und trotzdem fühlt sich das Bike verspielt an.

Die Geschwindigkeit, mit der sich E-Bikes in unser Alltagsbild integrieren, ist atemberaubend. Sei es in Städten, auf dem Land oder in den Bergen. Für jede Fahrradkategorie gibt es inzwischen eine elektrische Ausführung. Doch E-Bike ist nicht gleich E-Bike. Auf dem Markt zeichnet sich nämlich ein Trend ab hin zu leichten Systemen, die sich kaum mehr von normalen Fahrrädern unterscheiden lassen. Unterstützt wird diese Entwicklung durch immer kleinere und trotzdem starke Motoren sowie durch bessere Batterien. «Integration ist das Schlüsselwort», sagt Michele Tittone, R&D Coordinator bei Cipollini, einem italienischen Hersteller von Rennrädern. «Die zweite Generation von E-Rennrädern wird von Motoren angetrieben, die vollständig in das Fahrraddesign integriert und mit High-End-Komponenten ergänzt werden.» Cipollini hat sich das Ziel gesetzt, eines der leichtesten E-Rennräder der Welt zu entwickeln, ohne dabei Kompromisse bei der Zuverlässigkeit und der Dauer der Unterstützung eingehen zu müssen. Im Sommer 2021 hat der Fahrradhersteller schliesslich die neuen Modelle vorgestellt – ausgestattet mit dem BIKEDRIVE AIR System von maxon, das inklusive Batterie nur 3,5 Kilogramm wiegt. Herzstück ist ein Mittelmotor, der ein Drehmoment von 30 Nm liefert. Und selbst ohne elektrische Unterstützung lässt es sich gut pedalen – dank einer speziellen Freilauftechnologie. Michele Tittone sagt: «Das natürliche Fahrgefühl ist absolut entscheidend, schliesslich soll die körperliche Anstrengung Teil des Erlebnisses bleiben.» Heisst:

Auch wer mit seinem elektrischen Rennrad einen Pass erklimmt, möchte sich auspowern. «Aber mit dem maxon System kannst du das Fahrerlebnis einfach noch besser geniessen.» Auch für die Schweizer Mountainbike-Hersteller von Transalpes hat das natürliche Fahrgefühl oberste Priorität. Schliesslich wollen sie nichts Geringeres, als das beste E-Mountainbike der Welt bauen, wie Mitinhaber Michel Juhasz erklärt. In der Vergangenheit hat das nicht geklappt, weil Transalpes als kleine Manufaktur mit ihren Anliegen bei den Motorenherstellern kein Gehör gefunden hat. «Mit maxon haben wir nun einen Partner, der dasselbe Ziel verfolgt. Ohne Wenn und Aber.» Fast gleichzeitig mit Cipollini hat Transalpes im Sommer das neue TRANSALPES E1 vorgestellt – mit dem BIKEDRIVE AIR System. «Es fährt sich so natürlich wie ein Mountainbike ohne Motor», sagt Michel Juhasz und ergänzt selbstbewusst: «Damit haben wir nicht nur das beste E-Mountainbike der Welt gebaut, sondern vielleicht auch das leichteste.» Das sei nur möglich, weil die Zusammenarbeit hervorragend funktioniert habe. «Wir konnten in kurzer Zeit Grosses leisten.» Ähnlich klingt es bei Cipollini. Michele Tittone sagt: «Wir hatten von Anfang an das gleiche, ambitionierte Ziel. Natürlich gab es in der zweijährigen Entwicklungsphase für maxon einige Herausforderungen. Doch am Ende teilten wir das schöne Gefühl, wenn einfach alles zusammenkommt. Dieses Gefühl möchten wir nun unseren Kunden weitergeben.»

Fotos: maxon; ispyaphong/istockphoto.com; Paitadis Vialerpat/istockphoto.com

Weiter geht's →

System BIKEDRIVE AIR

Das leichte E-Bike-System von maxon ist seit Sommer 2021 für Fahrradhersteller weltweit erhältlich. Für schlanke Rennrad-, Gravel-, Urban- oder MTB-Designs.

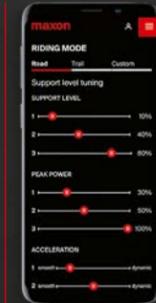


Sobald die Unterstützung einsetzt, fühlt es sich wie angenehmer Rückenwind an.

Das Wichtigste habe ich im Blick!



Interface
Das Bedienelement am Oberrohr zeigt den Batteriestatus und lässt Fahrerinnen zwischen drei Unterstützungsstufen wählen: Cruise (leichter Rückenwind), Push (sportlicher Modus) und Blast (für steile Anstiege). Einfache Smartphone-Anbindung via Bluetooth. Andere Geräte per ANT+.



Apps
Mit der Rider-App können Nutzer die Unterstützungsstufen individuell anpassen und vordefinierte Fahrprofile wählen. Die Service-App wiederum ist für Mechanikerinnen und Mechaniker zugeschnitten, damit diese Analysen durchführen und Ersatzteile bestellen können. Beide Apps gibt's für iOS und Android.

Batterie
36 Volt Spannung, 250Wh Kapazität. In 3,5 Stunden voll aufgeladen. Die Lithium-Ionen-Batterie ist fix im Unterrohr montiert und wiegt nur so viel wie eine grosse Flasche Wasser.

«Das natürliche Fahrgefühl ist absolut entscheidend, schliesslich soll die körperliche Anstrengung Teil des Erlebnisses bleiben.»

Michele Tittonel,
R&D Coordinator bei Cipollini



Drive Unit
Das Herzstück: Ein bürstenloser DC-Motor und ein geräuscharmes Planetengetriebe liefern ein Drehmoment von 30 Nm. Dank der integrierten Elektronik und Sensorik unterstützt das System sehr natürlich. Und durch den Freilauf spüren Fahrerinnen und Fahrer keinen Widerstand, wenn sie mal ohne elektrische Unterstützung unterwegs sind.

Fotos: maxon; iStockphoto.com; Pattaids; Walarpu/iStockphoto.com



Willkommen bei Parvalux

2018 hat maxon das britische Unternehmen Parvalux übernommen, das leistungsstarke Motoren sowie Getriebe fertigt, die die Produktpalette von maxon ergänzen. In nur drei Jahren ist Parvalux zum integralen Bestandteil der maxon Familie geworden. Wir unterhalten uns heute mit dem Verkaufsleiter und Geschäftsleitungsmitglied des Unternehmens, Paul Bascombe, über die Themen Integration, Herausforderungen und ein neues Selbstbewusstsein.

Parvalux in Zahlen

- _Gegründet im Jahr 1947
- _Über 200 Mitarbeitende
- _Drei Werksstandorte in Dorset, Grossbritannien
- _Produktion von mehr als 20 Mio. Einheiten
- _Versand der Produkte in über 80 Länder

Fotos: Peter Otto



Text: Dave Hitchins

Paul, als Verkaufsleiter hattest Du in den letzten Jahren wahrscheinlich jede Menge zu tun?

Es gab tatsächlich viel zu tun! Die Übernahme durch maxon Ende 2018 war für Parvalux ein grosses Glück. Es hat uns geholfen, neue Märkte zu erschliessen und Parvalux zu einer weltweit agierenden Marke zu machen. Und nicht nur das: Unsere Geschäftsprozesse werden effizienter, und wir befinden uns auf einem steilen Weg neuer Produktentwicklungen. All dies ist sehr aufregend. Die Übernahme durch maxon bedeutete für uns eine wirklich drastische Veränderung.

Was hat sich geändert, seit Parvalux ein Mitglied der maxon Familie ist?

Eine der grössten Veränderungen war für uns die Zunahme an Marketingaktivitäten. Natürlich hatten wir auch zuvor ein gewisses Marketing betrieben, jedoch nicht in grossem Umfang, da wiederkehrende Aufträge einen Grossteil unseres Geschäfts ausmachten. Neue Kunden wurden durch unseren guten Ruf und Empfehlungen gewonnen. Jetzt, wo wir Parvalux einem grösseren und globalen Publikum bekannt machen wollen, treffen wir auf finanzstarke und fähige Wettbewerber, die uns, besonders online, voraus sind. Deshalb haben wir viel in eine komplett neue Website mit Onlineshop investiert. Dort gibt es nun auch einen grossartigen Produktkonfigurator. Kunden können einen Motor auswählen, das passende Getriebe und ein ganzes Sortiment an Zubehör wie Bremsen und Encoder hinzufügen. Jedes Bauteil wird sofort auf dem Bildschirm angezeigt, und die Grafik kann anschliessend in einer 360-Grad-Animation gedreht werden. Die Ingenieure sehen auf diese Weise schnell und unkompliziert, wie unsere Einheiten in den vorhandenen Bauraum passen. Gleichzeitig bieten wir den Kunden eine verbesserte Unterstützung, indem wir deutlich mehr Leistungsdaten zur Verfügung stellen. Wir haben jedes unserer Produkte überarbeitet und neue 2D-Datenblätter veröffentlicht – mit Produktabmessungen und Leistungsdaten in metrischen und angloamerikanischen Masseinheiten. Wir stellen auch 3D-CAD-Dateien direkt auf unserer Website zur Verfügung, um den Konstruktionsprozess der Ingenieure zu beschleunigen. Mir ist kein anderer Hersteller von Getriebemotoren bekannt, der eine derartige Funktionalität und Auswahl bereitstellt wie wir jetzt auf unserer Website parvalux.com.

Das klingt so, als hättest Du keine Mühe gescheut, um Parvalux von anderen Herstellern abzuheben?

Parvalux ist ausschliesslich im Kleinmotoren-Sektor tätig, und wir haben seit jeher erstklassige Motoren

Geschichte von Parvalux

Ende der 1940er-Jahre war die Welt eine ganz andere; der Weltkrieg hatte die Fertigungsindustrie in ganz Europa stark geschwächt. Die Menschen hatten wenig, Dinge wurden eher repariert als weggeworfen. So gründete Leslie Clark 1947 ein Unternehmen, das Motorwicklungen erneuerte. Er führte seinen Betrieb zu Beginn in einem kleinen Gebäude in der Nähe von London und nannte ihn «Parvalux», abgeleitet von den lateinischen Wörtern «parva» (neu) und «lux» (Licht). 1957 zog Parvalux nach Bournemouth. Mit viel Platz für Expansion und vollen Auftragsbüchern ging das Unternehmen vom einfachen Neuwickeln und Aufarbeiten von Motoren über zur Entwicklung und Fertigung von Getriebemotoren für industrielle Anwendungen. Seit damals hat sich Parvalux in Grossbritannien zum grössten Hersteller von gleich- und wechsellspannungsbetriebenen Kleinmotoren sowie Getrieben entwickelt. Die Produkte des Unternehmens sind in der Patientenversorgung, Industrieautomation sowie in Freizeit- und E-Mobility-Anwendungen beliebt. Bis heute hat Parvalux über 20 Millionen Einheiten gebaut und in mehr als 80 Länder versandt, wo sie in Zug- und Fahrstuhlüren oder Solarpaneelen stecken und die Scheibenwischer von hochseetauglichen Schiffen betätigen.



Parvalux bietet ein Sortiment mit über 5000 Produktlinien, einschliesslich AC-, PMDC- und BLDC(EC)-Motoren, Winkel-, Inline- und Planetengetrieben, Encodern und Bremsen.



Paul Bascombe ist seit 2011 bei Parvalux tätig. Er hat als Entwicklungsingenieur begonnen und ist heute Verkaufsleiter mit 13 Mitarbeitenden in der Parvalux Firmenzentrale in Bournemouth.

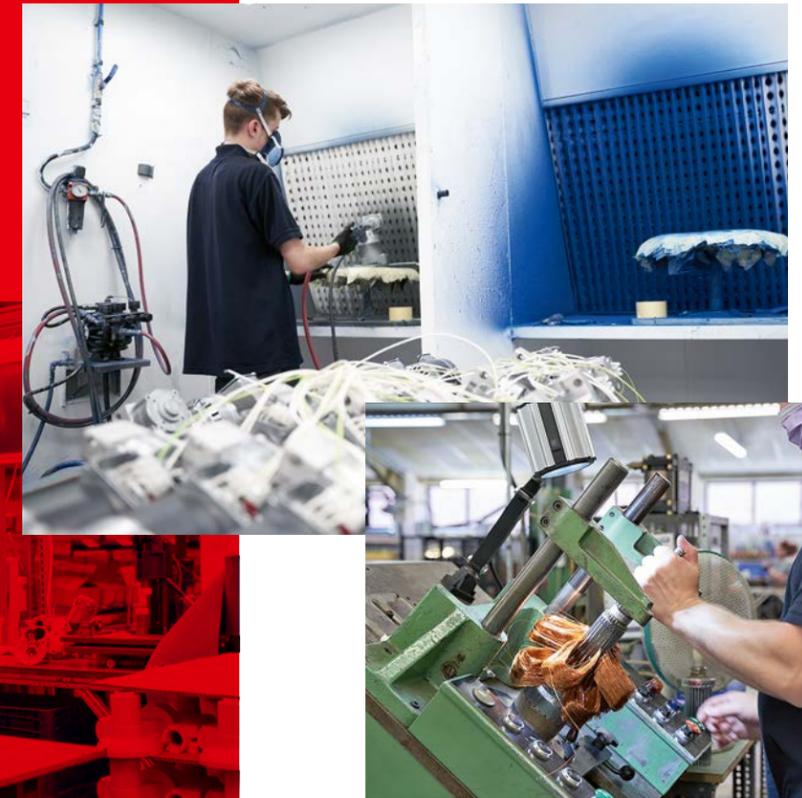


und Getriebe entwickelt und gebaut. Wir waren bisher jedoch nicht so gut darin, unsere Erfolge und die Vorteile unserer Produkte herauszustellen. maxon unterstützt uns daher aktiv, in diesem Bereich mehr zu unternehmen und selbstbewusster aufzutreten.

Besteht hinsichtlich der Märkte und Produkte die Gefahr, dass sich Parvalux und maxon gegenseitig Konkurrenz machen?

Es gibt sehr wenig Überschneidungen in unseren jeweiligen Motorreihen. Das war vielleicht auch einer der wichtigsten Gründe für das Interesse von maxon an Parvalux. Wir entwickeln leistungsstarke, kleine und mittelgrosse Motoren und Winkelgetriebe mit hoher Zuverlässigkeit, die bestens für die Anwendung in Golfcarts, Industrieautomationsanlagen, Treppenliften usw. geeignet sind. Die kleineren und präziseren Antriebssysteme von maxon hingegen sind ideal beispielsweise für medizinische und wissenschaftliche Anwendungen. Dies ist ein grosser Vorteil, da die Vertriebsmitarbeitenden beider Marken Ideen untereinander austauschen und bestehenden Kunden, die uns schon kennen und vertrauen, die Produkte des jeweils anderen Partners vorstellen können.

Fotos: Peter Otto, maxon



Können die Produkte von Parvalux und maxon miteinander kombiniert werden?

Ja, das können sie in der Tat, und wir machen grosse Fortschritte hin zu einem gemeinsamen Entwicklungsprozess. Wir haben erst vor kurzem ein interessantes Projekt zur Integration von Parvalux Getrieben mit maxon Antrieben abgeschlossen, das beiden Kundstämmen Vorteile bietet. Parvalux spezifiziert maxon Steuerungen für unsere Gleichstrommotoren, und wir sprechen über die Entwicklung von Produkten, die von beiden Marken verwendet werden können. Parvalux entwickelt derzeit ein vollkommen neues Sortiment industrieller BLDC-Motoren, die mit einer von maxon neu entwickelten Steuerungsreihe kompatibel sein werden. Die Zusammenarbeit hat sich als äusserst produktiv herausgestellt, da wir die gleichen Ambitionen verfolgen und einen ähnlichen Appetit auf Erfolg haben.

Welche Erfahrungen hast Du im Allgemeinen mit der Arbeit mit dem neuen Team gemacht?

Die tägliche Zusammenarbeit mit unseren Kollegen und Kolleginnen überall bei maxon ist mittlerweile

zu einer Selbstverständlichkeit geworden. Zu keinem einzigen Zeitpunkt kam bisher das Gefühl von «wir» und «die» auf; wir werden eher wie geschätzte Kollegen und Freunde behandelt, und das seit dem ersten Tag. maxon erwartet von allen Mitarbeitenden, etwas zum Gesamterfolg des Geschäfts beizutragen, und hat eine Umgebung geschaffen, die ständige Verbesserung und lebenslanges Lernen fördert. Wir werden dazu angehalten, Dinge auszuprobieren und langfristig zu denken. Somit können wir effektiver planen, was wichtig ist, da wir zunehmend schneller wachsen und in neue Märkte eintreten.

Wie blickt Parvalux auf die kommenden Jahre?

Unser Fokus liegt auf dem Wachstum des Geschäfts und unserer Etablierung auf verschiedenen Wachstumsmärkten, die wir weltweit sowohl direkt als auch über die Ländergesellschaften von maxon identifiziert haben. Dafür setzen wir auf die Entwicklung neuer Produkte. Dabei überlegen wir stets auch, wie wir technische Innovationen einbringen können. Wir haben einige äusserst spannende Produktentwicklungen, die unsere Entwicklungsteams voll beanspruchen. Über einige kann ich noch nicht sprechen; ich kann nur sagen, dass es sich um Neuprodukte handelt, die die AC- und DC-Motorbaureihen von Parvalux auf ein völlig neues Leistungsniveau heben werden. ■



Urs Kafader,
Leiter technische
Ausbildung bei maxon



1_ ECX SPEED

- _ eisenlose maxon Wicklung mit niedriger Induktivität
- _ 2-poliger Magnet auf innenliegendem Rotor
- _ Standard- und Hochleistungsausführungen mit unterschiedlichen Magnetstärken
- _ sterilisierbare Ausführungen mit Hybrid-Kugellagern (Keramikkugeln) für noch höhere Drehzahlen
- _ Kombination mit GPX-Getrieben und ENX-Encodern
- _ konfigurierbare Abgangswelle und elektrische Schnittstelle

Kenndaten

Wie der Name sagt, ist die Haupteigenschaft dieses Motorenprogramms die hohe erreichbare Drehzahl, die trotz der relativ geringen Drehmomentdichte eine extrem hohe Leistungsdichte (Leistung pro Volumen) gewährleistet. Diese scheinbar hohe Leistung ist jedoch bei der Verwendung von Standardgetrieben und mechanischen Geräten aufgrund von deren begrenzten Eingangsdrehzahlen nicht nutzbar. Ein Betrieb mit hohem Drehmoment bei gleichzeitig hoher Motordrehzahl ist nur mit den speziellen GPX SPEED-Planetengetrieben mit Eingangsdrehzahlen von 50 000 U/min und mehr möglich. Die relative Dynamik liegt im mittleren Bereich. In ECX SPEED-Motoren können Inkremental- oder Singleturn-Absolut-Encoder integriert werden, selbst bei sterilisierbaren Ausführungen.

Anwendungen

Typische Einsatzgebiete für die ECX SPEED-Motoren sind Handwerkzeuge mit hohen Drehzahlen, beispielsweise Schleifgeräte. Sterilisierbare Ausführungen der Motoren und selbst der Motor-Getriebe-Encoder-Kombinationen ermöglichen den Einsatz der Produkte in medizinisch-chirurgischen Werkzeugen. Interessant ist in diesem Zusammenhang die Lösung mit steckbaren Anschlüssen.

Besonderes Augenmerk

ECX SPEED-Motoren besitzen eine sehr geringe Induktivität der Wicklung wegen ihrer eisenlosen Bauweise. Die Versorgung eines solchen Motors mit einer PWM-Endstufe, wie mit den meisten modernen Steuerungen, führt zu einem Stromrippel. Unterschiedliche Anwendungen haben gezeigt, dass ein solcher Stromrippel zu einer unerwünschten Erwärmung des Motors um 40 Grad und mehr führen kann. Derartige Verluste können auch im Leerlaufbetrieb zum dominanten Erwärmungsfaktor werden. Eine Erhöhung der PWM-Frequenz hilft, aber am besten kann der Stromrippel durch zusätzliche Induktivitäten eliminiert werden.

SUMMARY

- _ Motor ist nicht gleich Motor. Je nach Designtypus ändert seine Charakteristik.
- _ Die Auswahl des Motortyps richtet sich nach den spezifischen Anforderungen:
 - > hohe Drehzahl oder hohes Drehmoment
 - > Direktantrieb oder mit Getriebe
 - > geregelt oder ungeregelt
 - > sterilisierbar, integrierbar ...

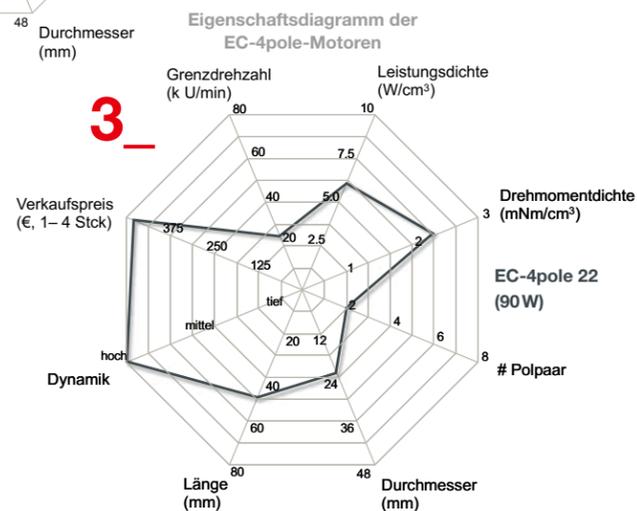
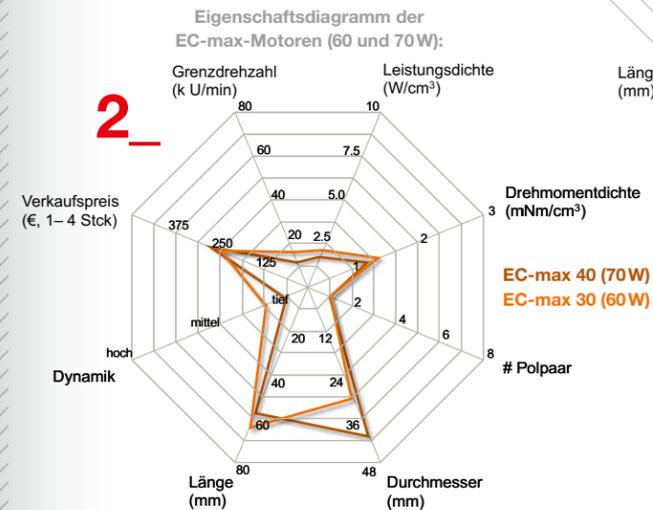
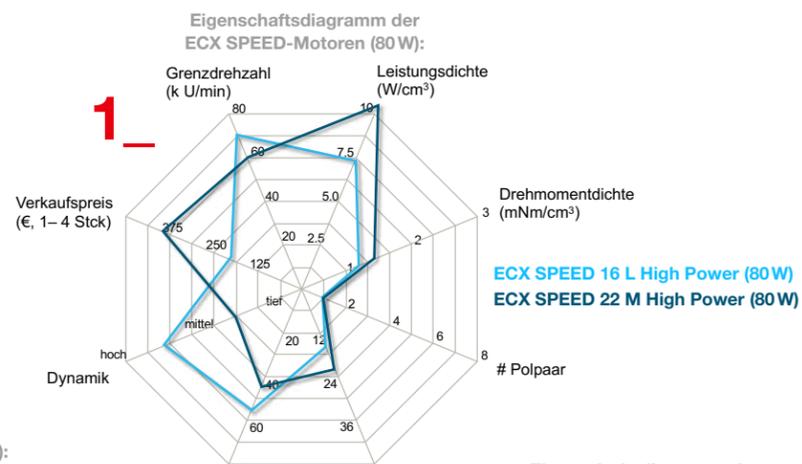


2_ EC-max

- _ eisenlose maxon Wicklung mit niedriger Induktivität
- _ 2-poliger Magnet auf innenliegendem Rotor
- _ Durchmesserbereich: 16mm, 22mm, 30mm und 40mm, jeweils in einer kurzen und einer langen Ausführung
- _ Standardkombinationen mit Getrieben in Keramikausführungen und Encodern. Auch Haltebremsen sind möglich.

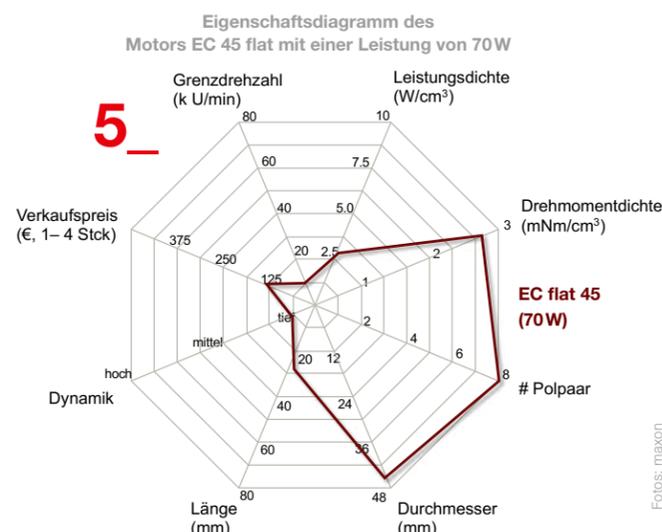
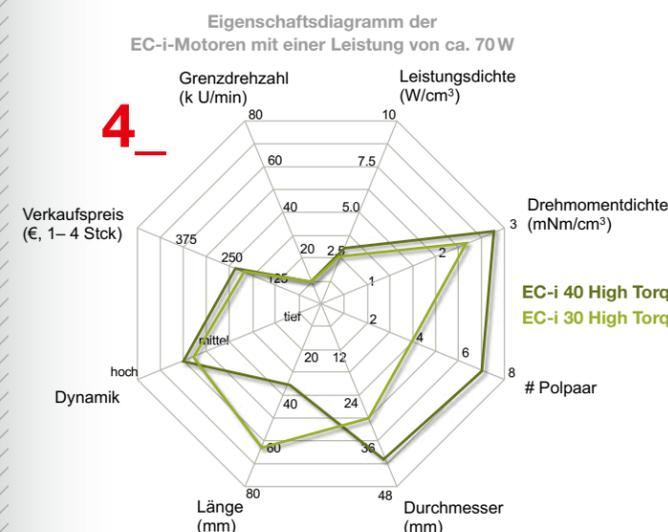
Kenndaten

Das EC-max-Programm umfasst kostenoptimierte Motoren für Standardanwendungen, die einen bürstenlosen Motor mit hoher Lebensdauer erfordern. Da der Schwerpunkt auf den Kosten liegt, sind ihre Drehmoment- und Drehzahleigenschaften moderat, mit geringer Leistungsdichte und wenig dynamischem Verhalten. EC-max-Motoren lassen sich mit den Keramikgetrieben von maxon perfekt zu Getriebemotoren mit hoher Lebensdauer kombinieren. Die eher niedrigen Motordrehzahlen entsprechen den begrenzten Eingangsdrehzahlen von Standardgetrieben, die die moderaten Motordrehmomente jedoch auf ein nutzbares Niveau anheben.



Drehzahl oder Drehmoment – oder beides?

Im maxon Katalog findet sich eine Vielzahl von bürstenlosen Motortypen, die als EC-Motoren bezeichnet werden. Dieser Artikel beschreibt in Kürze deren Eigenschaften und mögliche Einsatzgebiete.



Fotos: maxon





EC-4pole

3_ EC-4pole

- _eisenlose hexagonale maxon Wicklung mit optimierter Wicklungssegmentanordnung für 4 Magnetpole
- _4 Magnetpole (2 Polpaare) auf innenliegendem Rotor
- _Durchmesserbereich: 22mm und 30mm. 30mm auch in sterilisierbarer Ausführung.
- _Kombinationen mit hochpräzisen optischen und robusten ENX-Encodern. Auch Haltebremsen sind möglich.
- _Kombinationen mit Getrieben möglich

Kenndaten

Der EC-4pole verfügt über eine leistungsoptimierte Motorbauweise und liefert gleichzeitig ein hohes Drehmoment sowie eine relativ hohe Drehzahl (25 000 U/min). Das Ergebnis ist ein hochdynamischer Motor mit einer hohen Leistung pro Volumen. Die Auswahl hochleistungsfähiger Magnetwerkstoffe, die aufwändige Wicklungsanordnung und die optimierte Kommutierung führen zu einer aufwändigen Bauweise.

Anwendungen

Der EC-4pole ist ein Motor für hochpräzise und dynamische Direktantriebe. Das relativ hohe Drehmoment kann zusätzliche Mechaniken und Getriebe überflüssig machen. Die hochauflösenden optischen Encoder eignen sich perfekt für die präzise und steife Positionierung oder die Steuerung niedriger Drehzahlen.

Sonderausführungen

Der 30-mm-Motor ist die Basis mehrerer weiterentwickelter Ausführungen, die in der Luft- und Raumfahrt zum Einsatz kommen. Sondermodelle in 4-poliger Bauweise sind die 32-mm-Heavy-Duty-Motoren für härteste Umgebungsbedingungen (Temperatur, Druck), auch beim Betrieb im Ölbad.



EC-i-Motor

IDX-Motor

4_ EC-i, IDX

- _äussere Eisenkernwicklung mit relativ hoher Induktivität
- _mehrpoliger innenliegender Rotor mit bis zu 8 Polpaaren
- _Durchmesserbereich EC-i: 30mm, 40mm und 52mm; verschiedene Längen
- _EC-i 52 verfügbar mit offenem Gehäuse und Belüftung
- _IDX: Quadratquerschnitt mit integriertem Encoder in Industriegehäuse, mit elektrischen Anschlüssen, 2 Längen (M, L)
- _alle Arten von Kombinationen mit Encodern, Bremsen und Getrieben

Eigenschaften und Anwendungen

Die EC-i sind starke Motoren mit besonders hohen Drehmomenten. Dies wird durch eine hohe Polpaarzahl und relativ grosse Durchmesser erreicht. Sie sind sozusagen die grossen Brüder der ECX TORQUE-Modelle. Der kleine Durchmesser des Rotors führt zu einem mittleren bis hohen dynamischen Verhalten. EC-i-Motoren werden typischerweise in Automatisierungs- und Produktionsanlagen sowie grösseren Laborgeräten eingesetzt. Der IDX ist ein Motor für den industriellen Einsatz. Beachten Sie die bei diesen grösseren Modellen recht deutliche Abweichung der Motorparameter vom einfachen linearen Zusammenhang aufgrund der hohen Induktivität des Eisenkerns.



EC flat frameless

EC flat

5_ EC flat

- _innere Wicklung mit Eisenkern
- _ausenliegender mehrpoliger Rotor mit hohem Trägheitsmoment
- _offene Bauweise für eine bessere Wärmeableitung dank Luftdurchströmung des Motors bei höheren Drehzahlen. Kann durch eine offene Rotorbauweise und zusätzlich durch Einsatz eines Lüfters weiter verbessert werden
- _Kombinationen mit allen Arten von Getrieben. Integrierter MILE-Encoder
- _frameless Ausführungen verfügbar: separater Rotor und Stator zur Integration in die Anwendung

Kenndaten

Wie der Name schon sagt, sind diese Motoren kurz, besitzen jedoch grössere Durchmesser. Die Kombination des grossen, aussenliegenden Rotors mit einer hohen Magnetpolzahl verleiht ihnen ein hohes Drehmoment. Das hohe Trägheitsmoment führt jedoch zu einer vergleichsweise geringen Dynamik. Flachmotoren sind kostengünstig, sie sind bei weitem die preiswertesten maxon Motoren. Beachten Sie die Abweichung der Motorparameter vom einfachen linearen Zusammenhang aufgrund der hohen Induktivität des Eisenkerns.

Anwendungen

Flachmotoren sind die perfekte und kostengünstige Lösung für alle Anwendungen, bei denen Einbaumasse, insbesondere die Länge, kritisch sind und keine extrem hohe Dynamik erforderlich ist. Ein gutes Beispiel sind Pumpen. Die Flachmotoren benötigen oft kein zusätzliches Getriebe. Gleichwohl ergeben Kombinationen mit Standard-Planetengetrieben relativ kurze Einheiten mit hohem Drehmoment. Für Robotergerlenke und Exoskelette werden diese Motoren oft mit kurzbauenden Spezialgetrieben (Harmonic Drive® oder ähnlichen) kombiniert, um hohe Drehmomentanforderungen und Längenbeschränkungen einzuhalten.

Fotos: maxon



EC frameless DT

EC frameless DT

- _äussere Eisenkernwicklung mit relativ hoher Induktivität
- _mehrpoliger innenliegender Rotor
- _flache und kurze frameless-Bauweise; separater Rotor und Stator zur Integration in die Anwendung

Kenndaten

Die Bauweise EC frameless DT verbindet ein hohes Drehmoment mit dynamischem Verhalten. Sie ist ein weiterer Schritt in Richtung sogenannter Torquemotoren, die in die Anwendungen integriert werden und eine direkte, steife und spielfreie Steuerung aufweisen. Die erste Standardausführung wird im Laufe des Jahres 2021 vorgestellt.

ECX TORQUE

- _Eisenkernwicklung mit relativ hoher Induktivität
- _mehrpoliger innenliegender Rotor mit 4 Magnetpolpaaren (8-polig)
- _nur 22mm Durchmesser, mit 3 verschiedenen Längen (M, L, XL)
- _gleiche oder ähnliche konfigurierbare Welle und elektrische Schnittstellen wie ECX SPEED
- _Kombinationen mit konfigurierbaren GPX-Planetengetrieben
- _integrierte Inkremental- oder Singleturn-Absolut-Encoder (EASY)

Eigenschaften und Anwendungen

Die Bezeichnung weist bereits auf das charakteristische Merkmal hin: Es handelt sich um einen Motor, der für relativ hohe Drehmomente und moderate Drehzahlen entwickelt wurde. Die lange und schlanke Bauform macht den ECX TORQUE zu einem perfekten Motor für Handwerkzeuge, die höhere Drehmomente, jedoch nicht zu hohe Drehzahlen erfordern, beispielsweise Elektroschrauber.

Vergleich der Design-Optionen

Eisenkern oder eisenlose Wicklung

Traditionell werden die maxon Motoren mit der selbsttragenden rautenförmigen maxon Wicklung ohne Eisenkern hergestellt, was einen rastmomentfreien Motorbetrieb ermöglicht. Eisenlose Wicklungen eignen sich am besten für lange Motoren, die mit hoher Drehzahl laufen. Sie werden in den EC-Motor-Programmen von maxon mit längerer Bauform und 1 oder 2 Polpaaren eingesetzt, wie ECX SPEED, EC-max und EC-4pole.



Kürzere Motoren mit mehrpoliger Bauweise für hohe Drehmomente verwenden Wicklungen mit Eisenkern, wie die Programme ECX TORQUE, EC-i und EC flat. Die zusätzlichen Eisenverluste im Kern begrenzen die maximale Drehzahl dieser Motoren.

Mehrpolig oder 1 Polpaar

Bei der Konstruktion von Motoren ist eine der Hauptfragen, ob der Motor für hohe Drehzahlen oder hohe Drehmomente ausgelegt werden soll. Entsprechend kann eine höhere oder niedrigere Anzahl von Magnetpolen gewählt werden. Allgemein gilt: je mehr Magnetpole, desto höher das Motordrehmoment und desto niedriger die Motordrehzahl. Daher weisen die EC-Motor-Programme von maxon für hohe Drehzahlen – insbesondere ECX SPEED – nur 1 Polpaar oder maximal 2 Polpaare wie beim EC-4pole auf.

Die drehmomentstarken EC-Motoren von maxon, wie die Programme ECX TORQUE, EC-i und EC flat, sind mit 4 und mehr Magnetpolpaaren ausgestattet.

Sogenannte Torquemotoren weisen oft eine noch höhere Anzahl von Magnetpolen auf. Sie werden häufig anwendungsspezifisch als drehmomentstarke Direktaktuatoren ausgelegt, die keine zusätzlichen Getriebe oder Mechaniken erfordern. Dies ermöglicht eine steife und hochpräzise Steuerung ohne störendes mechanisches Spiel. Die frameless-Motoren von maxon sind ein erster Schritt in Richtung solcher Torquemotoren.

Innen- oder aussenliegender Rotor

Die Dynamik eines Motors hängt vom Verhältnis des Drehmoments zum Rotor-Trägheitsmoment ab und wird durch die mechanische Anlaufzeitkonstante ausgedrückt. Das Trägheitsmoment seinerseits ist stark vom Rotordurchmesser abhängig: Je geringer der Durchmesser, desto niedriger das Trägheitsmoment und umso dynamischer der Motor, d.h., die Anlaufzeit ist kürzer. Für eine hohe Dynamik muss der Durchmesser eines EC-Motors daher klein sein. Dazu muss der magnetische Rotor nahe an der Welle im Inneren der stationären Wicklung liegen. Durch die Verwendung mehrerer Magnetpole kann eine solche Bauweise mit innenliegendem Rotor dennoch hohe Drehmomente erzeugen.

Bei Produkten mit aussenliegendem Rotor wie den EC-Flachmotoren umschliesst der magnetische Rotor die Wicklung von aussen. Dies führt zu einem hohen Trägheitsmoment im Vergleich zum erzeugten Drehmoment. Dementsprechend ist die mechanische Anlaufzeitkonstante wesentlich höher. Beachten Sie, dass für die Motordynamik neben dem Rotorträgheitsmoment auch andere Einflussgrössen wichtig sind: die Stärke des Magneten, der verfügbare Strom, die Dynamik des Stromanstiegs (d.h. die elektrische Zeitkonstante), alle Arten von Verlusten usw.

Mobile Wasserlabore

Wasser ist für unser Überleben essenziell. Doch Klimawandel und Bodennutzung haben Auswirkungen auf die aquatische Umwelt, und es ist wichtig, diese Veränderungen zu messen und zu überwachen. Das «Water Institute» der Dublin City University (DCU) entwickelt neue Technologien, um die Zukunft unserer Wasserqualität vorauszusagen.

Vollkommen durchzogen: Die Karte zeigt alle Gewässer Irlands auf einen Blick.

Fotos: Christophe Meyer/Unsplash, © maproom.net; Dublin City University

Text: Karen Whittaker

Das Projekt beschäftigt sich unter anderem mit der Untersuchung von Trinkwasserstandorten mit sehr guter Wasserqualität. Gleichzeitig werden jegliche Veränderungen mit potenziellen Auswirkungen auf das Ökosystem überwacht. Finanziert wird das Projekt durch das irische Marine Institute. Unter der Leitung von Professorin Fiona Regan haben Joyce O'Grady, Doktorandin an der Dublin City University (DCU), und Dr. Nigel Kent, Direktor des Centre of Research and Enterprise in Engineering am Institute of Technology Carlow, ein Messgerät zur Ermittlung niedriger Phosphatwerte durch Echtzeit-Überwachung entwickelt. Phosphate sind ein Mass für Nährstoffbelastung und beeinflussen die Geschwindigkeit, mit der Algen und Wasserpflanzen wachsen. Zum Vermischen und Messen von Wasserprobe und Reagenzflüssigkeit haben Joyce und Nigel eine Microfluid-Zentrifugalscheibe entwickelt – eine Art mobiles Labor. Damit können sechs Tests gleichzeitig durchgeführt werden.

Ein mobiles Labor reduziert die Gefahr von Verunreinigungen, führt zu schnelleren Ergebnissen und liefert Daten in Echtzeit. Die Dublin City University ist einer der Akteure von «Beyond 2020», einem Forschungcluster bestehend aus sechs irischen und britischen Instituten zur Erforschung neuer Technologien zur Überwachung natürlicher Gewässer, um die Rolle aquatischer Ökosysteme in einer sich ändernden globalen Umwelt zu verstehen.

Nigel Kent hatte Kontakt zu maxon in Irland aufgenommen und Unterstützung bei der Spezifizierung eines maxon DC-Motors DCX 22mm erhalten, der in Kombination mit dem robusten 3-Kanal-Encoder ENX 10 EASY eingesetzt wird. Die Motorwelle wurde modifiziert, da zur Montage der Zentrifugalscheibe eine längere Welle mit flacher Kante erforderlich war. Der Motor musste eine Drehzahl von mehr als 5000–6000 U/min erreichen, um die Flüssigkeiten mindestens 60 Sekunden lang zur Aussenkante der Scheibe zu drücken. Zudem muss er die Scheibe während der Messphase über jeweils 60° mit einer Präzision von 1° inkrementieren können.

Young Engineers Program

Mit dem Young Engineers Program (YEP) unterstützt maxon innovative Projekte mit vergünstigten Produkten und technischer Beratung.



Bewirb dich jetzt: www.drive.tech

DC-Motor und Encoder bilden einen Teil eines umfassenderen integrierten Firmwaresystems. Das System musste zur Reduzierung einer Kontamination für einen minimalen Probenkontakt vollständig integriert werden.

maxon hat das Team ausserdem mit dem Young Engineers Program (YEP) in Verbindung gebracht. Das Programm, das für Studenten und Startup-Unternehmen ins Leben gerufen wurde, unterstützt innovative Projekte mit elektrischen Antriebssystemen. Es



Joyce O'Grady, Doktorandin an der DCU, bei der Datenerfassung mit der Zentrifugalscheibe, die sie selbst entwickelt hat.



bietet technische Unterstützung und maxon Produkte zu günstigeren Preisen. Nigel hatte maxon Produkte bisher ausschliesslich für Endanwendungen in Betracht gezogen, jedoch nicht für Prototypen. Er sagt: «Ich bin davon ausgegangen, dass der Preis ein Hindernis darstellen würde, aber durch das YEP-Programm fiel uns die Wahl ganz einfach, da maxon Produkte seit jeher ganz oben auf meinem Wunschzettel stehen. Die vielseitigen Anpassungsmöglichkeiten insbesondere bei solch geringen Stückzahlen waren wirklich beeindruckend, und die Ratschläge von maxon waren für das Projekt von unschätzbarem Wert.» Das Messgerät ist nun vollständig validiert, und die Studien werden in anderen Bereichen mit dem Komplettsystem fortgeführt. Eine Studie ist an einem Fluss abgeschlossen worden, und eine weitere steht in einem niedriger gelegenen Einzugsgebiet kurz vor dem Abschluss. Das System wird für vier weitere Studien repliziert und das Projekt damit nach fünf Jahren abgeschlossen werden.

Nigel ergänzt: «Industrie 4.0, oder IoT, wird den Weg in die verschiedensten Branchen finden. Die Art von System, das Joyce gegenwärtig entwickelt, spielt dann in Bereichen wie Agri 4.0 eine bedeutende Rolle: autonome Messsonden, die vor Ort Informationen zum Zustand von Flüssen oder Seen in Echtzeit übermitteln. Der Vernetzungsgrad der Technologie kann beispielsweise helfen, den Wasserabfluss zu verringern – durch intelligenten Sprühmitteleinsatz mit Drohnen – und so die Verschmutzung des Wassers zu verhindern und unsere Trinkwasserressourcen zu schützen. Dies wird für die nächsten 10 bis 15 Jahre der Fokus der Branche sein.»



Weitere Informationen: dcuwater.ie

Das Zürcher Start-up MyoSwiss hat ein leichtes Exoskelett entwickelt, das wie ein E-Bike für die Beine funktioniert. Es unterstützt die Bewegungen des Trägers durch elektronische Verstärkung.

« Ein grossartiges Gefühl! »



Fotos: Claudia Klein

Text: Anja Wieder

Beim Laufen an jeden einzelnen Schritt denken? Wer macht das schon. Die Fähigkeit zu gehen halten die meisten von uns für selbstverständlich. Doch für Matthias ist es eine hochkonzentrierte und anstrengende Aufgabe, denn er leidet an der Autoimmunerkrankung Multiple Sklerose (MS). Trotzdem hat er immer ein Ziel vor Augen – die 135 Stufen zu seiner Ferienwohnung in der Südschweiz zu meistern, ohne dass er danach «völlig erledigt» ist. Einmal wöchentlich trainiert der 56-Jährige deshalb mit dem Myosuit.

Mobilität trotz schwacher Muskeln

Der Myosuit ist ein Exoskelett für Menschen, die zusätzliche Kraft und Unterstützung im Alltag brauchen. Ein Trainingsgerät für Personen mit Bewegungseinschränkungen in den Beinen, die durch einen Unfall, eine chronische Krankheit wie MS oder durch altersbedingte Muskelschwäche ausgelöst wurden. Ein ge-

wisses Mass an Restmuskelfunktion ist Voraussetzung für die Nutzung des Soft-Exosketts, das vom Zürcher Start-up MyoSwiss entwickelt worden ist. «Es soll jeder das Privileg haben, sich frei und uneingeschränkt bewegen zu können, denn Bewegung ist das Herzstück des Lebens und ausschlaggebend für die Selbstständigkeit und Lebensqualität», ist der Leitspruch von CEO und Mitbegründer Jaime Duarte.

Das «E-Bike» für die Beine

Hinsetzen, Aufstehen, Gehen und Treppensteigen wird mit dem Myosuit viel einfacher. Das Exoskelett liefert individuelle Unterstützung und Kraft im Hüftbereich und in den Beinen. Immer nur so viel, wie die



Ausfallschritt, Rudern, Treppensteigen: Einmal die Woche trainiert Matthias mit dem Exoskelett, um Muskelkraft aufzubauen. Das grosse Ziel: 135 Stufen zur Ferienwohnung zu schaffen, ohne danach völlig erschöpft zu sein.

Trägerin in bestimmten Situationen, wie zum Beispiel beim Aufstehen, benötigt. «Die Patienten haben mehr Ausdauer durch die elektronische Verstärkung der Muskelarbeit. Das funktioniert ein bisschen wie ein E-Bike für die Beine», erklärt Gleb Koginov, Senior-Mechanical-Ingenieur bei MyoSwiss. Der 5,7 Kilogramm leichte Myosuit wird über der normalen Kleidung an der Hüfte und den Beinen angelegt. Die zwei Elektromotoren und die Steuerung sind in einem kleinen Rucksack untergebracht und unterstützen über Seilzüge und passive Elemente die Beugung und Streckung des Hüftgelenks sowie der Kniegelenke. Die Intensität und Abfolge der elektrischen Unterstützung wird mithilfe von Bewegungssensoren am Rumpf und an den Beinen gesteuert.

Myosuit: Der Assistent für mehr Bewegung

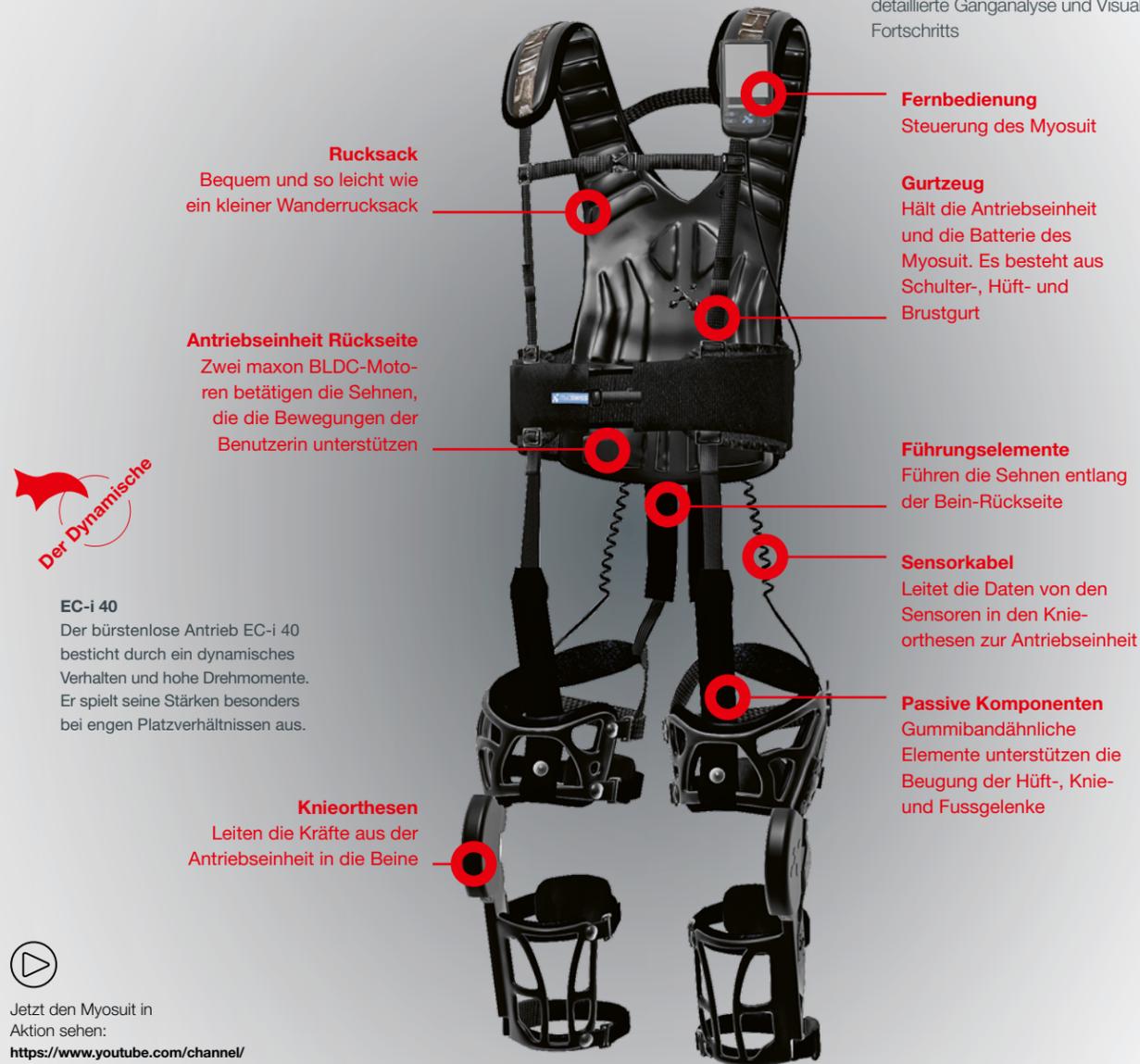
Bei schwachen Muskeln durch

- Alterung
- Verletzungen
- genetisch bedingte Krankheiten

Gewicht: **5,7 kg**
(wie ein leichter Wanderrucksack)

Die Technik – Machine Learning und KI

- **Personalisierter Algorithmus** – der Anzug passt sich an das individuelle Gangbild des Benutzers und dessen Tätigkeit an
- **Unterstützung** – alle 10ms schaut das System, was der Benutzer macht, und errechnet die optimale Unterstützung in diesem Moment
- **Real-Time Tracking** – ermöglicht eine detaillierte Ganganalyse und Visualisierung des Fortschritts



Rucksack

Bequem und so leicht wie ein kleiner Wanderrucksack

Antriebseinheit Rückseite

Zwei maxon BLDC-Motoren betätigen die Sehnen, die die Bewegungen der Benutzerin unterstützen

Fernbedienung

Steuerung des Myosuit

Gurtzeug

Hält die Antriebseinheit und die Batterie des Myosuit. Es besteht aus Schulter-, Hüft- und Brustgurt

Führungselemente

Führen die Sehnen entlang der Bein-Rückseite

Sensorkabel

Leitet die Daten von den Sensoren in den Knieorthesen zur Antriebseinheit

Passive Komponenten

Gummibandähnliche Elemente unterstützen die Beugung der Hüft-, Knie- und Fussgelenke

Knieorthesen

Leiten die Kräfte aus der Antriebseinheit in die Beine

Je nach Nutzung hält die Batterie **4 Stunden**

Zahlen zum Start-up MyoSwiss

- **2017:** Gründung in Zürich von Kai Schmid und Jaime Duarte mit der Unterstützung von Robert Riener, Professor für Sensomotorische Systeme an der ETH Zürich
- **12** Mitarbeitende – ein Team aus Ingenieurinnen, Designern und medizinischen Fachleuten
- Seit Anfang **2020** ist der Myosuit zertifiziert/erste kommerzielle Version



EC-i 40

Der bürstenlose Antrieb EC-i 40 besticht durch ein dynamisches Verhalten und hohe Drehmomente. Er spielt seine Stärken besonders bei engen Platzverhältnissen aus.



Jetzt den Myosuit in Aktion sehen:
<https://www.youtube.com/channel/UCvuxVbn9u7T7r6EP2LH6P3w>



Informationen:
www.myo.swiss

«Dank Myosuit beim Joggathlon»

Matthias erhielt 1997 die Diagnose Multiple Sklerose. Die ersten Jahre waren wenig beschwerlich, doch dann liess seine Gehfähigkeit immer mehr nach. Für ihn kein Grund, seine Liebe zur Bewegung und zur Natur aufzugeben. Seit rund zwei Jahren trainiert er darum mit dem Myosuit.



Interview: Anja Wieder

Wie bist du auf MyoSwiss gekommen?

Etwa vor zwei Jahren hat MyoSwiss den Myosuit in meiner Multiple-Sklerose-Selbsthilfegruppe vorgestellt. Ich habe ihn dort gleich ausprobiert und bin x-mal um den Tisch gelaufen. Meine Beine fühlten sich danach ganz leicht an. Das war etwas Besonderes, denn durch meine Krankheit sind sie meist sehr schwer. Und dieser Effekt der «leichten Beine» hat lange angehalten. Da war für mich gleich klar, dass ich Testperson bei MyoSwiss sein will.

Inwiefern erleichtert dir der Myosuit dein Leben?

Er steigert beziehungsweise erhält meine Lebensqualität auf einem gewissen Level. Er unterstützt bei Bewegungsabläufen, die mir sonst eher schwerfallen. Das, was ich durch MS verliere, kann ich durch das Training mit dem Myosuit erhalten, zumindest für eine gewisse Zeit.

Was war die weiteste Strecke, die du bisher gelaufen bist?

Durch die Kraft-, Ausdauer- oder Balanceübungen mit dem Myosuit war ich in der Lage, 2019 beim Joggathlon in Zürich 1,8 Kilometer mit dem Myosuit zu laufen. In 2,5 Stunden war ich im Ziel – am nächsten Tag hatte ich zwar Muskelkater, war aber nur wenig erschöpft. Ein grossartiges Gefühl!



Leistungsfähige Antriebe für starke Beine

«Wir benötigen für unsere Exoskelette kompakte, leise Antriebe und Motorsteuerungen, die direkt im Gerät integrierbar sind und über eine hohe Energieeffizienz und Leistungsdichte verfügen», sagt Koginov. Diese Anforderungen erfüllt die Antriebskombination aus BLDC-Motor EC-i 40 und Getriebe GP 42 C gepaart mit der digitalen Motorsteuerung EPOS4 Module 50/8 von maxon. Der bürstenlose EC-i 40 ist Weltmeister, wenn es bei engen Platzverhältnissen um Dynamik und hohe Drehmomente geht. Jaime Duarte sagt: «maxon hat für uns einfach die besten und leistungsfähigsten Motoren, die wir am Markt gefunden haben. Zudem ist der Support durch die Ingenieure vor Ort sehr professionell.»

Vision eines Alltags-Exoskeletts

Das MedTech-Unternehmen MyoSwiss ist 2017 aus einem ETH-Spin-off hervorgegangen. Das inzwischen zwölfköpfige Team besteht aus jungen Ingenieurinnen, Designern und medizinischen Fachleuten. Sie arbeiten jeden Tag an der Weiterentwicklung des Myosuit. Dieser wird inzwischen auch in Reha-Centern und Spitälern in der Schweiz und in Deutschland eingesetzt. Das gesteckte Ziel von Jaime Duarte und seinem Team ist hoch: «Ein täglich tragbares Exoskelett, das genau wie ein Shirt oder eine Hose angezogen werden kann.» Bis es so weit ist, trainiert Matthias weiter. Und macht Fortschritte: Mittlerweile kommt er die Treppe zu seinem Ferienhaus auch ohne Pausen hoch. Er ist weniger ausser Atem und hat eine bessere Kondition. «Ich muss nach wie vor oben verschlaufen, aber wer muss das nicht nach 135 Stufen?»

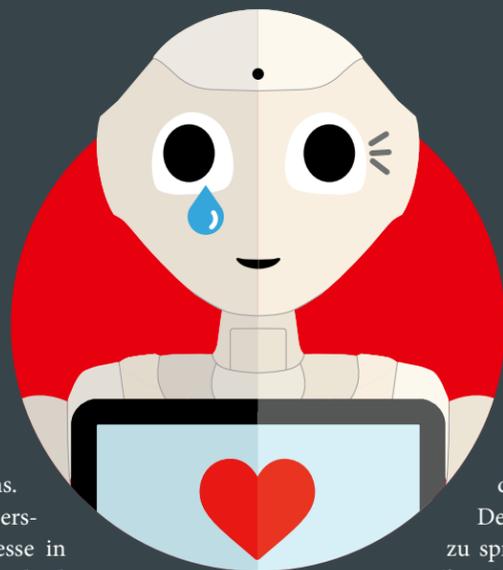


«Bewegung ist das Herzstück des Lebens und ausschlaggebend für die Selbstständigkeit und Lebensqualität.»

Jaime Duarte, CEO und Mitbegründer der MyoSwiss AG

Was nun, Pepper?

Text: Stefan Roschi



2015 blickte der humanoide Roboter Pepper mit seinen grossen Kulleraugen vom Cover unseres Kundenmagazins. Kurz zuvor war ich ihm zum ersten Mal an einer Robotikmesse in Frankreich begegnet und beobachtete gespannt, wie der 120 Zentimeter grosse Roboter aus seiner Transportkiste gefahren wurde. Hängender Kopf, leblos. Dann aber begann er herumzufahren, mit Personen zu sprechen und dabei wild mit seinen Armen zu gestikulieren. Pepper war ohne Zweifel der Star der Show. Ich war fasziniert und gleichzeitig ein wenig enttäuscht, da ich keine wirkliche Konversation mit ihm führen konnte wegen des Lärms in der Halle. Aber die Welt – allen voran die japanische Herstellerfirma Softbank – setzte grosse Erwartungen in den ersten sozialen Roboter, der in Massen produziert wurde. Pepper könne als Rezeptionist, als Animator oder einfach als Freund daheim eingesetzt werden. Schliesslich liest er Gestik und Mimik seines Gegenübers und reagiert darauf. Er singt, tanzt und ruft bei Bedarf den Wetterbericht ab. Die ersten 1000 Stück verkauften sich in nur einer Minute. Inzwischen sind sechs Jahre vergangen, und die Euphorie ist verflogen. Softbank hat bekannt gegeben, dass bereits seit 2020 keine Pepper mehr hergestellt

werden. Wegen mangelnder Nachfrage. Sollte sich dies ändern, werde man die Produktion wieder hochfahren. Deswegen von einem Reinfall zu sprechen, wäre aber zu kurz gegriffen. Schliesslich hat Pepper gezeigt, was in Zukunft alles möglich ist. Natürlich liegt die Zahl der fast 30000 produzierten Roboter aber weit unter den Erwartungen. Und sicher waren viele Leute von den effektiven Fähigkeiten Peppers enttäuscht. Die erste Begegnung mag noch eine gewisse Begeisterung ausgelöst haben, das zweite oder dritte Aufeinandertreffen verlief schon merklich kühler. Gespräche waren kaum besser als mit Chatbots, nämlich oberflächlich und wenig individualistisch. Und: Mit seinen Händen konnte Pepper nur herumfuchteln, aber nichts greifen. Womöglich ist ihm gerade sein menschliches Aussehen zum Verhängnis geworden, da wir dadurch menschliche Fähigkeiten eingefordert haben. Roboter können noch lange nicht unserem Gehirn oder unserem Körper das Wasser reichen. Von einem Staubsaugroboter erwarten wir das auch nicht. Ebenso wenig von einer Sprachassistentin in einer kleinen Box. Somit ist dies vielleicht der grösste Erfolg von Pepper. Er hat uns unsere Menschlichkeit vor Augen geführt. ■■■

Illustration: Peter Kruppa



Wettbewerb

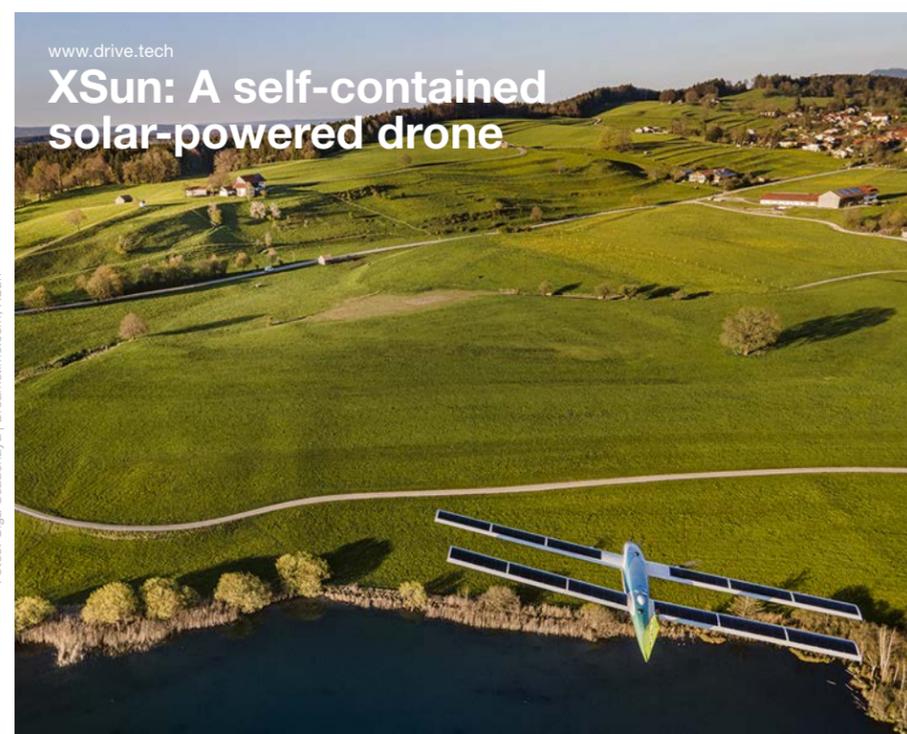
Wie viele maxon Aktuatoren sind im Laufroboter ANYmal verbaut?

Unter allen Teilnehmenden mit der richtigen Antwort verlosen wir **drei Schlingentrainer-Sets von TRX**. Viel Glück!

Senden Sie die Antwort per E-Mail an: **driven@maxongroup.com**

Teilnahmeschluss ist der 31. Januar 2022

Die Gewinner werden informiert. Mitarbeitende von maxon sind von der Teilnahme ausgeschlossen. Über den Wettbewerb wird keine Korrespondenz geführt. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.



www.drive.tech

XSun: A self-contained solar-powered drone

www.drive.tech

Schauen Sie doch mal bei unserem Blog vorbei!

Auf dem maxon Corporate Blog **www.drive.tech** finden sich viele spannende Berichte, Videos und Fachartikel, in denen maxon Expertinnen ihr Wissen weitergeben. Lassen Sie sich begeistern, lernen Sie Neues und diskutieren Sie mit unseren Bloggern.



Zum Beispiel dieser Artikel über eine autonome, solarbetriebene Drohne des Unternehmens XSun.

Fotos: Olga Osadchaya | Dreamstime.com; XSun

Harter Gegenspieler

Keramik hat viele tolle Eigenschaften wie grosse Härte, Verschleissfestigkeit oder Temperaturbeständigkeit. Deshalb werden daraus gerne auch Motorwellen, Getriebeteile oder andere Komponenten gefertigt. Die Spezialisten von maxon sind im Umgang mit diesem Werkstoff erfahren und versiert – genau wie Schachgrossmeister.

