

# KONSTRUKTION & ENTWICKLUNG

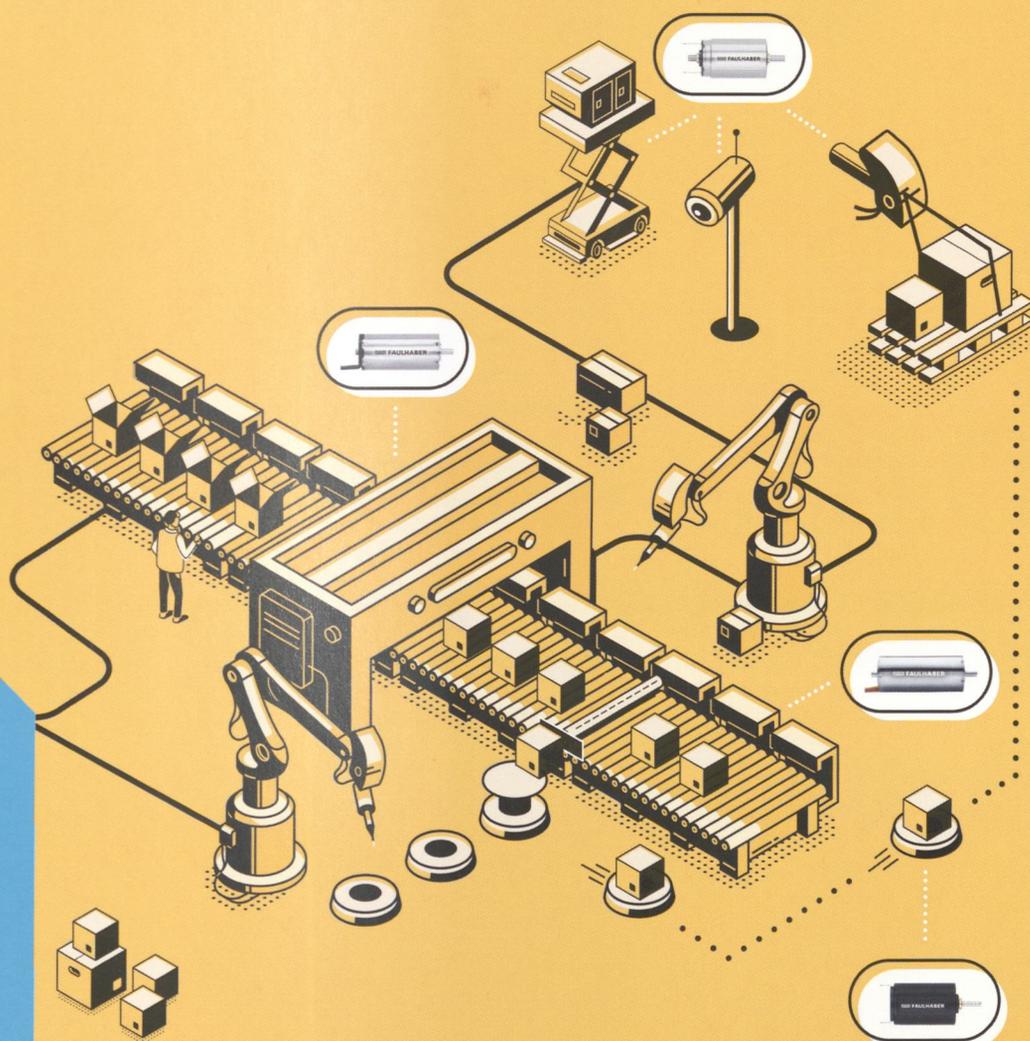
493 // 014. 2020. 11 - 12

11-12 | 2020

November/Dezember  
27. Jahrgang

DAS TRENDMAGAZIN DER KONSTRUKTIONSBRANCHE

**schlütersche**  
www.konstruktion-entwicklung.de



## Macher

Ferdinand Mayr und Klaus Dornacher von Mayr Antriebstechnik im Exklusivinterview. | 06

## Märkte

So funktioniert der „kalte“ Wasser-Laser | 17

## Technik

Spezial: Antriebs- und Steuerungstechnik | 21

Fokus 1: Elektrotechnik/  
Elektronik | 44

Fokus 2: Sensorik/  
Messtechnik | 58

Fokus 3: Fluidtechnik | 68

# Treibende Kraft der globalen Logistik

Kleinstmotoren von Faulhaber treiben die Automatisierung der Logistik an. | 10

FH-HSR (Rapperswil)

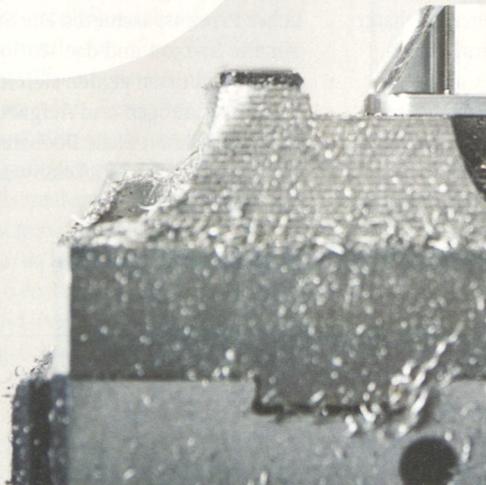
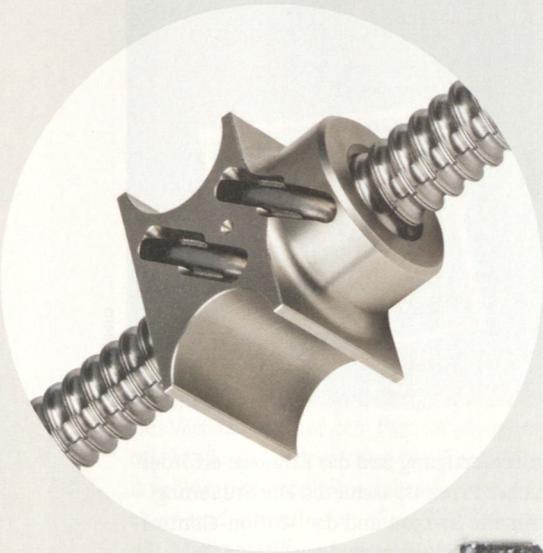


EM000009363133



**Eichenberger** Gewinde

**Präzision** mit  
massgeschneiderten  
Gewindetriebblösungen  
von Eichenberger



100% Swiss made



Eichenberger Gewinde AG  
5736 Burg · Schweiz  
T: +41 62 765 10 10

[www.eichenberger.com](http://www.eichenberger.com)

Ein Unternehmen der Festo Gruppe

*Passion for Perfect Motion*



Foto: Maxon

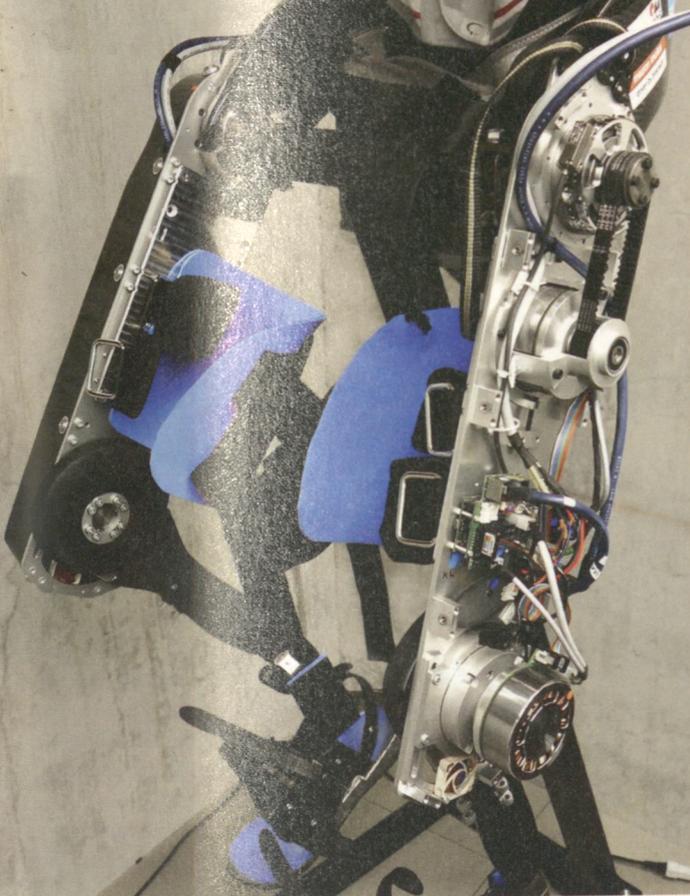
Beim Cybathlon treten Menschen mit körperlichen Behinderungen bei Hindernissen an – unterstützt durch modernste technische Assistenzsysteme.

## Ich und die Maschine

Mit Hilfe von elektromechanischen Exoskeletten können gelähmte Menschen wieder aufrecht gehen. Ein Kinderspiel ist das nicht. Es braucht viel Ingenieurleistung und hartes Training.

**K**ontrolliert der Mensch die Maschine oder die Maschine den Menschen? Diese alte Frage stellt sich unweigerlich, wenn es um Exoskelette geht, elektromechanische Hilfssysteme, die es querschnittsgelähmten Personen ermöglichen, wieder zu gehen.

Für Silvia Rohner, Projektleiterin des Teams Varileg Enhanced, ist die Antwort klar: „Wie gut ein Exoskelett in der Praxis funktioniert, hängt in erster Linie vom Piloten ab.“ Dieser muss sich an die robotische Hilfe gewöhnen und lernen, wie er sie am effizientesten einsetzt. „Es gibt Personen, die setzen vor allem auf Kraft, andere eher auf Technik. So oder so braucht es viel Training.“ Welche Methode die bessere ist, sollte sich im November 2020 zeigen,



Blick ins Innere des Exoskeletts Varileg Enhanced: Pro Seite bewegen zwei Maxon EC 90 flat Power-up-Motoren die Beine.



Der Cybathlon wird von der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich (ETH) ausgerichtet.

wenn Piloten aus der ganzen Welt mit unterschiedlichen Exoskelett-Systemen in einem Parcours gegeneinander antreten – am Cybathlon-Wettkampf in der Schweiz. Auch das Team Varileg Enhanced nimmt am Cybathlon teil und hat sich das Ziel gesetzt, alle Hindernisse des Parcours zu bewältigen. Silvia Rohner sagt: „Unser Pilot soll einen erfolgreichen Wettkampf erleben.“

### Es braucht noch Verbesserungen

Beim ersten Cybathlon 2016 gab es bereits ein Team Varileg der ETH Zürich, das mit dem jetzigen Team allerdings wenig zu tun hat. Das aktuelle Exoskelett wurde von Grund auf neu entwickelt – als Studierendenprojekt, das im Sommer 2018 begann und im Sommer 2019 endete. Seither arbeitet ein gemischtes Team der ETH Zürich und der Technischen Hochschule Rapperswil daran, das Robotiksystem fertigzustellen. Das Ziel: ein fertiges Wettkampf-Exo für den Cybathlon. „Es gibt noch viel Potenzial“, so Silvia Rohner. Die Mechanik sei sehr gut. Der Software muss aber eine zukunftsfähige Architektur unterlegt werden. Und es braucht eine verbesserte Ansteuerung der Aktuatoren. All dies soll bis Ende Winter umgesetzt werden, damit die Trainings mit den Piloten wieder starten können. Einer von ihnen – Thomas Krieg – ist ein ehemaliger Bobfahrer und mit einem starken, sportlichen Ehrgeiz ausgestattet.

Seit den ersten Gehversuchen mit dem Exoskelett hat er große Fortschritte gemacht: „Ich komme mit der Maschine immer besser zurecht und bin überzeugt, dass wir am Cybathlon die Herausforderungen meistern können.“ Die größte Schwierigkeit wird er wohl bei der schiefen Ebene haben.

„Es gibt Personen, die setzen vor allem auf Kraft, andere eher auf Technik. So oder so braucht es viel Training“

# 600

IM Gegensatz zum Vorgängermodell ist das Varileg Enhanced mit doppelt so starken Motoren ausgerüstet, die bis zu 600 Watt liefern.

Denn seinem Exoskelett fehlt der zusätzliche Freiheitsgrad im Hüftgelenk, womit das ganze Gewicht auf den Gehstöcken und seinen Armen lasten wird.

### Zusätzliche Motorenpower

Die Techniker haben sich für zwei Freiheitsgrade beim Varileg Enhanced entschieden – um Gewicht zu sparen und das System möglichst einfach zu halten. Auf beiden Seiten befinden sich zwei bürstenlose Flachmotoren von Maxon, die Hüfte und Knie bewegen. Um das Exoskelett an den Hüften möglichst schmal zu halten, wurden Motor und Getriebe parallel montiert, verbunden über einen Keilriemen. Beim Kniegelenk wiederum ist das Getriebe direkt am Motor angebracht. Im Gegensatz zum Vorgängermodell ist das Varileg Enhanced mit doppelt so starken Motoren ausgerüstet, die bis zu 600 Watt liefern. Die große Power ist auch nötig, wie Silvia Rohner sagt: „Beim Treppengehen wirken riesige Kräfte, viel Reserve haben wir nicht.“

Es gibt viele Möglichkeiten, ein Exoskelett zu bauen. Wie erfolgreich das Team Varileg Enhanced mit seinem Konzept ist, wird sich zeigen. Silvia Rohner freut sich jedenfalls auf den Cybathlon: „Es wird schön zu sehen sein, welche Lösungsansätze die anderen Teams wählen und welche Techniken weltweit existieren.“ ■



Web-Wegweiser:

[www.maxongroup.de](http://www.maxongroup.de)