

# motion

01.2024

DAS MAGAZIN MIT ANTRIEB

Zwischen Champagnerdusche  
und Boxenblues **entscheiden**  
**zehntel Millimeter**





08



04



22



14



18



26



30



34

NEWS

**04** Neue Schlagkraft für den Vertrieb  
Noch stärkere Kundenorientierung

INTERVIEWSERIE

**08** Fortschritt als Antrieb  
Interview mit CEO Lance Horta von FAULHABER MICROMO Clearwater, Florida

EXOSKELETTE & PROTHETIK

**14** Natürlich gehen mit künstlichem Fuß?  
Die D-Ankle Prothese von Design Pro Technology sorgt für biomechanisch korrekte Bewegungen.

INDUSTRIE & AUTOMATION

**18** Zwischen Champagnerdusche und Boxenblues entscheiden zehntel Millimeter  
Team Sauber setzt für perfekte Aerodynamik auf FAULHABER-Motoren.

**22** Präziser „Dreh“ für Bewegung auf engstem Raum  
FAULHABER-Antriebe liefern Präzision und Dynamik für Schwenk-Drehmodule.

**26** Kompakte Automatisierung mit Taktgefühl  
STIWA steht für präzise Klein- und Kleinstteilfertigung in einem ultrakompakten Format.

NEWS

**30** Produktneuheiten  
FAULHABER BX4 IMC, Encoder IEP3, Motion Manager 7

KNOWLEDGE

**34** Virtueller Antriebstest Simulink®  
Bibliothek für die Simulation von Antriebsverhalten



## Liebe Leserinnen, liebe Leser,

seit dem Erscheinen der letzten Ausgabe der FAULHABER motion ist ein Nachlassen der belastenden geopolitischen Spannungen und ein offener Weg zu einer friedlicheren Welt entgegen unserer Hoffnungen und Wünsche nach wie vor nicht in Sicht. Unsere Aufgabe als Unternehmen ist es, so weit wie möglich unseren Kurs in diesen schwierigen Zeiten beizubehalten und unsere Vision einer besseren Zukunft nicht aus den Augen zu verlieren. Wir arbeiten weiter daran, unsere Widerstandsfähigkeit zu verbessern und innovative neue Produkte und aufregende neue Fähigkeiten zu entwickeln. Vor allem aber unterstützen wir unsere Kunden weiterhin dabei, in den innovativen und anspruchsvollen Anwendungsbereichen, die einen wichtigen Beitrag zu dieser besseren Zukunft leisten werden, erfolgreich zu sein.

Unser Unternehmen muss strategisch wachsen und sich an die sich ständig verändernde globale Landschaft unserer Märkte anpassen. Mit unserer wichtigen Entscheidung, die Organisation für Vertrieb und Geschäftsentwicklung umzustrukturieren und zu stärken, stellen wir sicher, dass wir dort, wo unsere Kunden uns brauchen, mit den richtigen Produkten und der richtigen Unterstützung präsent sind.

Darüber hinaus sind wir stolz auf unsere neuen Reinraumkapazitäten in Deutschland. Damit haben wir die Weichen gestellt, um unser Wachstum in den Bereichen Medizintechnik und Halbleiterautomation auf höchstem Präzisions- und Reinheitsniveau zu unterstützen. Sei es die Begrenzung der biologischen Belastung für medizinische Geräte oder die strikte Begrenzung der Partikelkontamination für optische Präzisionssysteme, FAULHABER ist auf die nächste Stufe der Produktion vorbereitet.

Einen interessanten Blickwinkel zum Thema Fortschritt in schwierigen Zeiten liefert Lance Horta, CEO von FAULHABER MICROMO, in einem aufschlussreichen Interview, in dem die speziellen Herausforderungen des nordamerikanischen Marktes und die Rolle von FAULHABER bei einigen der anspruchsvollsten und innovativsten Anwendungen der Welt beleuchtet werden.

Innovative Produkte, hochpräzise Produktionsprozesse und fundierte strategische Entscheidungen sind bedeutende Bausteine für den Erfolg eines Unternehmens. Das Wichtigste für uns bei FAULHABER ist jedoch die enge Zusammenarbeit mit unseren Kunden. Mit viel Enthusiasmus werden wir weiterhin die Möglichkeiten unserer Technologien erweitern, um den Erfolg unserer Kunden zu beschleunigen.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Lesen!

Ihr

Karl Faulhaber  
Geschäftsführer

Ausgabe 01.2024

### Herausgeber / Redaktion:

DR. FRITZ FAULHABER  
GMBH & CO. KG  
Schönaich · Germany  
Tel.: +49 (0)70 31/638-0  
Fax: +49 (0)70 31/638-100  
E-Mail: [info@faulhaber.de](mailto:info@faulhaber.de)  
[www.faulhaber.com](http://www.faulhaber.com)

### Gestaltung:

Werbeagentur Regelmann  
Pforzheim · Germany  
[www.regelmann.de](http://www.regelmann.de)

### Bildnachweise & Copyright:

Alle Rechte vorbehalten. Die Rechte der verwendeten Grafiken, Bilder und genannten Marken liegen bei den jeweiligen Eigentümern. Das Copyright der Beiträge liegt beim Herausgeber. Eine Vervielfältigung oder elektronische Verarbeitung, auch in Auszügen, ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Herausgebers gestattet.

### Erscheinungsweise & Abo:

Die FAULHABER motion erscheint jährlich und wird Kunden, Interessenten und Mitarbeitern von FAULHABER kostenlos zugestellt.

Die FAULHABER motion gibt es auch digital:  
[www.faulhaber.com/de/motion](http://www.faulhaber.com/de/motion)



## STANDORT **JIMBOLIA** WÄCHST

Um die Wettbewerbsfähigkeit langfristig zu sichern und dem steigenden Produktionsvolumen gerecht zu werden, wurde der Standort Jimbolia in Rumänien mit dem Bau eines neuen Gebäudes erweitert. Die Produktionsstätte ist ein wichtiger Bestandteil des Fertigungsverbunds der FAULHABER-Gruppe. Unter anderem werden dort Tätigkeiten wie Getriebemontage oder Wuchtprozesse durchgeführt, aber auch Wicklungen für FAULHABER Glockenankermotoren werden dort hergestellt. Zudem umfasst das Leistungsspektrum die Herstellung von Baugruppen sowie die Montage von kundenspezifischen Komplettantriebssystemen.



[www.faulhaber.com/news](http://www.faulhaber.com/news)



## NEUE SCHLAGKRAFT FÜR DEN **VERTRIEB**

Mit der neuen Vertriebsorganisation wird der Schwerpunkt noch stärker auf Kundenorientierung und schnelle Reaktionsfähigkeit gelegt. Die Zuständigkeiten werden innerhalb des bestehenden Sales-Management-Teams neu aufgeteilt: Marcus Rimmel übernimmt das Gebiet der globalen Marktentwicklung mit den Unterbereichen Business Development und Market Channel Development. Volker Sprenger, bisher Vertriebsleitung Deutschland, betreut nun auch Schlüsselkunden auf globaler Ebene und wird die Präsenz von FAULHABER in Nordamerika weiter ausbauen. Mireille Deckers-Strobel übernimmt zusätzlich zum Bereich Global Sales Operations die Verantwortung für die wichtigen Vertriebsmärkte Europa, China, Asia-Pacific sowie für globale Direktkunden und das Distributionsnetzwerk.



[www.faulhaber.com/news](http://www.faulhaber.com/news)



## FAULHABER SA: DIE **SCHWEIZERISCHE FAULHABER FAMILIE** FEIERT HOCHZEIT

Seit über 60 Jahren produziert und vertreibt FAULHABER in der Schweiz Antriebslösungen an vier verschiedenen Standorten. Im Rahmen einer strategischen Offensive werden die schweizerischen FAULHABER Unternehmen jetzt unter einem gemeinsamen Dach auftreten, um den Marktauftritt und die Wettbewerbsfähigkeit von FAULHABER in der Schweiz und international zu stärken. Zukünftig firmieren FAULHABER MINIMOTOR SA, FAULHABER Precistep SA sowie die Produktionsstätten in Bioggio und Grenchen deshalb als FAULHABER SA.



[www.faulhaber.com/news](http://www.faulhaber.com/news)

## FAULHABER HAT WIEDER **AUSGEZEICHNETE** ARBEIT GELEISTET

—

In diesem Jahr darf sich FAULHABER zum fünften Mal über die Auszeichnung „TOP 100“ freuen. In der Größenklasse C – Unternehmen mit 200 Mitarbeiter und mehr – gehört FAULHABER zu den innovativsten mittelständischen Unternehmen in ganz Deutschland. Im Auftrag von compamedia, dem Ausrichter des Wettbewerbs, überprüften der Forscher Prof. Dr. Nikolaus Franke von der Wirtschaftsuniversität Wien und sein Team die Innovationskraft aller Teilnehmer. Dabei wurden verschiedene Kriterien aus fünf Kategorien in Augenschein genommen: Innovationsförderndes Top-Management, Innovationsklima, Innovative Prozesse und Organisation, Außenorientierung/ Open Innovation sowie Innovationserfolg. FAULHABER hat die Jury überzeugt und erhält somit erneut den TOP-100-Award.



[www.faulhaber.com/news](http://www.faulhaber.com/news)





Mit der Produktion  
im Reinen

## FAULHABER **REINRAUM:** MIT DER PRODUKTION IM REINEN



Um den speziellen Anforderungen an Produkte für den Medizintechnik- und Pharmabereich gerecht zu werden und die Produktionskapazität für diese Branche auszubauen, hat FAULHABER am Standort Schönaich in einen fest installierten, nach ISO-Klasse 7 zertifizierten Reinraum investiert. Auf 90 m<sup>2</sup> Produktionsfläche werden hier künftig Produkte unter strengen Reinraum-Bedingungen gefertigt. Dank des modularen Aufbaus ist auch in Zukunft eine Erweiterung der Produktionskapazitäten möglich.



[www.faulhaber.com/news](http://www.faulhaber.com/news)

# FORTSCHRITT ALS ANTRIEB

Im Jahr 1961 entschied sich FAULHABER, den Schritt auf den nordamerikanischen Markt zu wagen – ein großer Schritt für das Geschäft mit den kleinen Antrieben. Eine Entscheidung, die sich bewährt hat und ein erfolgreiches Unternehmen entstehen ließ. Gegründet als MICROMO in Cleveland (Ohio), kam Anfang der 90er Jahre der Umzug nach Clearwater (Florida). Von Anfang an als wichtiger Teil der internationalen FAULHABER Gruppe, erfolgte 2019 dann die vollständige Integration und die Firmierung als FAULHABER MICROMO. 93 Mitarbeiter widmen sich jeden Tag den Geschicken, Kunden und Partnern des Standortes.

BREITENGRAD N 7° 54' 19.948"  
LÄNGENGRAD W 82° 40' 47.629"





## FAULHABER MICROMO CLEARWATER, FLORIDA

### Ein Kompetenzzentrum für Komplettlösungen

Was mit einer Idee und einer Firmengründung vor über 60 Jahren begann, ist heute eine wichtige Größe auf dem nordamerikanischen Markt für leistungsfähige Antriebssysteme. Ausgestattet mit einer großen Produktion, einer umfangreichen Maschinenwerkstatt sowie einem eigenen Test-Labor ist in Clearwater fast alles möglich: von der Entwicklung kundenspezifischer Lösungen, über die Fertigung und Montage verschiedener Baugruppen, bis hin zum technischen Support. Jedes Projekt folgt einem Ablaufplan, der mit dem Verständnis für die Anforderungen an das Gerät beginnt, die Prozess-Entwicklung mit dem Team enthält und bis zum Schluss in enger Kommunikation mit dem Kunden abgewickelt wird. Ganzheitliches Projektmanagement über alle Abteilungen hinweg sorgt dafür, dass die bestmögliche Lösung und Betreuung dabei im Fokus stehen. Für den Kunden bietet FAULHABER als Komplettanbieter eine Menge Vorteile: Alles aus einer Hand nebst bester Qualität und gleichzeitiger Kostenreduzierung.

Besonderes Augenmerk liegt auf den Produkt- und Produktionskompetenzen im Bereich der Medizintechnik und den Anforderungen, die dafür erfüllt werden müssen. Dazu gehören Anwendungen für die medizinische Bildgebung, – wie sie zum Beispiel beim Röntgen gebraucht wird – chirurgische Geräte sowie OP-Roboter. Das Verständnis für dieses Marktsegment und die Erfüllung der internationalen Norm ISO 13485 für Medizinprodukte gehören dabei ebenso zum Standard wie die Einhaltung der strengen Vorgaben der FDA.





### Der Markt, die Bedürfnisse und die Lösungen von FAULHABER

Für individuelle Kundenanfragen, Konfigurationswünsche oder Anwendungen, die spezieller Funktionen bedürfen, verfügt das Team aus erfahrenen Ingenieuren und Entwicklern über ausgeprägtes Know-how. Rund 70 % der umgesetzten Aufträge machen maßgeschneiderte, kundenspezifische Antriebslösungen aus, die übrigen 30 % entfallen auf Standardprodukte oder geringfügig adaptierte Produkte aus dem FAULHABER Portfolio. Eine Tatsache, die die Anforderungen des Gesamtmarktes verdeutlicht: Innovative und maßgeschneiderte Lösungen stehen bei Kunden und Partnern hoch im Kurs. Das gilt nicht nur für das Marktsegment Medizintechnik, sondern auch für die Luft- und Raumfahrt sowie die industrielle Automatisierung, die mit dem zunehmenden Bedarf an Robotern auf dem Vormarsch ist.

Viele verschiedene Wünsche und Vorstellungen, noch mehr Möglichkeiten. Um den Anspruch des Marktes nach spezifischen Vorgaben, erweiterten Funktionen und gelegentlich unkonventionellen Lösungen gerecht zu werden, setzt das Entwicklungsteam bei FAULHABER MICROMO auf bewährtes Fachwissen und manchmal auch auf einen experimentellen Ansatz, der sich als „Trystorming“ bezeichnen lässt: Verschiedene Ideen werden ausprobiert, um herauszufinden, was in der kurzen Zeit, die zur Verfügung steht, die übergeordneten Entwurfsziele am besten erfüllt. Anschließend wird an der Kostenoptimierung und Validierung des Entwurfs gearbeitet. In der Industrie kann dieser Prozess recht schnell umgesetzt werden, während in der Medizintechnik aufgrund der FDA-Vorschriften eine umfangreiche Validierung erforderlich ist. Um verschiedene Ansätze zu testen und Konstruktionsziele zu realisieren, ist es wichtig, früh im Entwicklungsprozess dabei zu sein. Von der Idee, über den Prototypen bis zum fertigen Produkt können die Experten von FAULHABER den Kunden und das Projekt eng betreuen und im Prozess unterstützen. Dabei schätzen Großkunden genauso wie Start-ups die Kompetenz, Flexibilität und Qualität von FAULHABER – nicht selten entsteht so eine enge Zusammenarbeit, die sich über Jahre hinweg hält.

**Sie begleiten FAULHABER MICROMO schon eine ganze Weile, zuerst als Chief Operating Officer und im Januar 2023 haben Sie dann als CEO das Ruder übernommen. Wie sieht Ihre Bilanz nach etwas mehr als einem Jahr an der Firmenspitze aus?**

Ich habe das große Glück, seit über 18 Jahren bei FAULHABER zu sein. In dieser Zeit wurden viele wunderbare Errungenschaften erreicht: durch Investitionen in das Team, dank Beharrlichkeit und der Überzeugung, dass Erfolg die einzige Option ist. COVID, politische Spannungen und wirtschaftliche Ungewissheit haben in der jüngsten Vergangenheit überall auf der Welt zu enormen Herausforderungen geführt, einschließlich kritischer Umstände, die über Nacht und ohne Vorwarnung eintraten. Auf der Grundlage unserer Kernwerte konnten wir in dieser turbulenten und unsicheren Zeit neue wichtige Meilensteine erreichen. Wir sind sehr stark geblieben und haben uns auf zukünftigen Erfolg und Wachstum vorbereitet.

**Wie haben Sie die Corona-Zeit erlebt und welche Chancen oder auch Hürden hat dies für das Geschäft mit sich gebracht?**

Ohne Frage beeinflussten die Auswirkungen des Coronavirus sämtliche Lebensbereiche. Die vielleicht größte Hürde, die es zu überwinden galt, war die Angst vor dem Unbekannten. Wir mussten in dieser Zeit mit sich rasch ändernden Informationen und Auflagen umgehen und standen mit wenig Wissen vor großen Herausforderungen. Bei allem, was wir gemacht haben, stand die Sicherheit unserer Mitarbeiter und Kunden an erster Stelle. Wir waren jedoch auch froh, dass wir mit unseren Produkten einen Beitrag leisten und in dieser Situation helfen konnten. Zwar standen wir anspruchsvollen Lieferterminen und Stückzahlen gegenüber, aber wir wollten unseren Kunden das Vertrauen geben, dass FAULHABER als strategischer, langfristiger Partner stark und zuverlässig ist. Und so konnten wir auch neue Geschäfte im Medizinsektor gewinnen, die uns gute Auslastung und Wachstum beschert haben.

Lance Horta,  
CEO FAULHABER MICROMO





### **Geben Sie uns einen Einblick: Wie unterscheiden sich der amerikanische und der europäische Markt?**

Aus technischer Sicht konzentrieren sich die amerikanischen Ingenieure auf eine schnelle Entwicklung, wobei Innovation, Flexibilität und Anpassungsfähigkeit bei der Projektdurchführung oft im Vordergrund stehen. Im Gegensatz dazu verlangt der europäische Markt mit seinen strengen gesetzlichen Rahmenbedingungen und seiner Ausrichtung auf Nachhaltigkeit von den Ingenieuren, dass sie die Einhaltung von Vorschriften und Umweltaspekte berücksichtigen, was zu einem methodischeren und nachhaltigeren Produktentwicklungsprozess führt. Beide Märkte verlangen ein hohes Maß an technischem Können und Innovation, aber die Herangehensweise und die Prioritäten bei der Projektdurchführung spiegeln die unterschiedlichen Geschäftskulturen und rechtlichen Rahmenbedingungen in den USA und Europa wider.

### **Wo sehen Sie in Zukunft großes Potenzial – bei der Firmenausrichtung, bei Neuentwicklungen oder auch im Markt?**

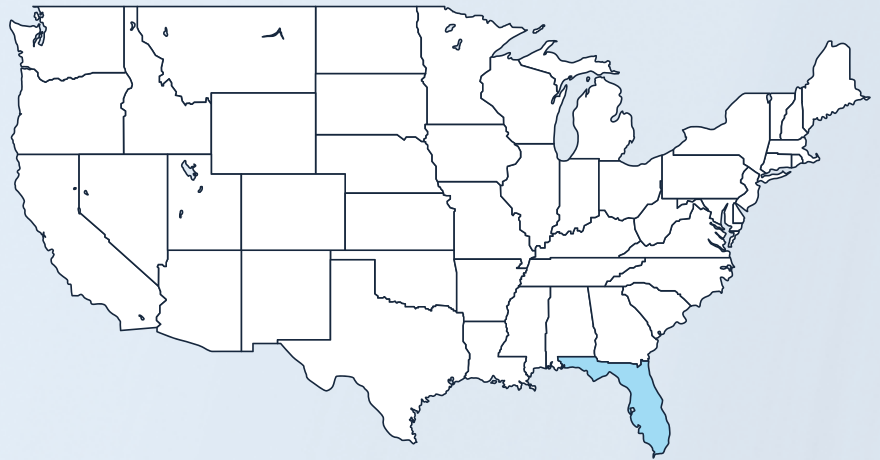
FAULHABER war schon immer ein Technologieführer. Unsere kürzlich veröffentlichte Philosophie und unsere Kernwerte unterstreichen diese Position, weiterhin in Technologien zu investieren, die die neuesten Innovationen der Welt ermöglichen. Wir haben erst vor kurzem neue Produktlinien gelauncht und für dieses sowie nächstes Jahr stehen weitere, neue Generationen von Motoren in den Startlöchern. Ich bin davon überzeugt, dass diese Produkte zusammen mit den jüngsten BXT- und GPT-Produktfamilien uns einen Vorteil auf dem Markt verschaffen.

### **Und wo sehen Sie besondere Herausforderungen oder Trends?**

Ich denke, eine der Herausforderungen besteht darin, unseren Kernwerten treu zu bleiben, ohne sich von äußeren Einflüssen ablenken zu lassen. Ich sehe zum Beispiel viele Artikel und Studien darüber, was am effektivsten ist: Remote Work oder hybrides Arbeiten als Teil der großen „Return-to-office-Debatte“. Weitere Studien befassen sich mit der Frage, was die Mitarbeiter am meisten schätzen: Flexibilität, Bezahlung, Sozialleistungen, Unternehmenskultur oder Zielsetzung. Unsere Kernwerte waren schon immer die Investition in und die Fürsorge für unsere Teammitglieder. Wenn wir an diesen Grundwerten festhalten und gleichzeitig externe Einflüsse verstehen, werden wir weiterhin fähig sein, die besten Entscheidungen zu treffen.



## FAULHABER MICROMO CLEARWATER, FLORIDA



Als Antriebsexperten sind wir in der Lage, unseren Kunden bei Wertanalyse und Value Engineering enormen Mehrwert und Wissen zu bieten. Darüber hinaus ermöglichen unsere Montage- und Fertigungskapazitäten den Kunden eine Reduzierung der Kosten, Risiken und Komplexität der Lieferkette, wenn sie mit FAULHABER zusammenarbeiten. In Zukunft könnte uns außerdem der Einsatz von künstlicher Intelligenz helfen, innovative Lösungen und einen optimalen Mehrwert für unsere Kunden zu bieten, einschließlich der Möglichkeit, unseren Kundenstamm effizienter auszubauen.

### Was wünschen Sie sich für die Zukunft von FAULHABER MICROMO?

Wir wollen das langanhaltende Vermächtnis innovativer, maßgeblicher und weltverändernder Anwendungen, die durch FAULHABER Antriebslösungen ermöglicht wurden, weiterführen. Dabei möchten wir ein Unternehmen sein, in dem Menschen ihre Karriere damit verbringen, zum Erbe von FAULHABER beizutragen und dann in den Ruhestand gehen, während sie ihre eigenen persönlichen Ziele und Träume erfüllen. Idealerweise resümiert sich daraus Jahr für Jahr die Erreichung der Umsatzziele.



### Und eine Frage zum Schluss: Was fasziniert Sie am meisten an den FAULHABER Produkten oder einer bestimmten Anwendung?

Ich finde es beeindruckend, was alles möglich ist und welche Leistung in diesen sehr kleinen Antriebssystemen steckt. Mit den Fähigkeiten, extrem präzise und geregelte Bewegungen ausführen zu können, ist es möglich, das Operationsergebnis und die Lebensqualität eines Patienten zu verbessern oder sogar eine Heilung seiner Krankheit zu erreichen.



[www.faulhaber.com/de/motion/](http://www.faulhaber.com/de/motion/)

# Natürlich gehen mit künstlichem Fuß?

Die neuentwickelte Prothese D-Ankle von Design Pro Technology sorgt für biomechanisch korrekte Bewegungen bei jedem Schritt und auf jedem Terrain. Menschen mit Unterschenkelamputation laufen damit harmonischer, sicherer und ermüdungsfreier. Den Antrieb übernimmt ein bürstenloser Motor von FAULHABER.

Für den Verlust eines Beins oder eines Teils der unteren Extremität gibt es viele Ursachen. Bei jüngeren Menschen ist es meist eine angeborene Fehlbildung oder ein Unfall. Bei älteren Menschen stehen Krebserkrankungen, Infektionen und chronische Durchblutungsstörungen im Vordergrund; letztere werden oft durch Diabetes ausgelöst. Weltweit sind Millionen Menschen betroffen, überwiegend durch den Verlust des Unterschenkels. Aus archäologischen Funden in Ägypten und China wissen wir, dass seit mindestens 3000 Jahren versucht wird, fehlende Körperteile durch Prothesen zu ersetzen. Das klischeehafte Holzbein aus dem Piratenfilm zeigt durchaus realistisch, wie historische Beinprothesen aussahen. Sie bestanden aus Holz und Leder, waren in sich steif und ermöglichten einen hinkenden Gang.

## Vom Piraten-Holzbein zum orthopädischen Hightech-Gerät

Herkömmliche Prothesen sind mit den modernen Varianten kaum zu vergleichen, denn diese verfügen über Gelenke, Steuerungsalgorithmen und federnde Elemente aus Hightech-Materialien. Das Gangbild kommt mit ihrer Hilfe dem natürlichen schon viel näher. Manche sind sogar für Höchstleistungen ausgelegt: Unterschenkelamputierte

Athleten mit Kohlenprothesen erzielen auf der Kurzstrecke hervorragende Laufzeiten. Es wird sogar ernsthaft darüber diskutiert, ob sie durch die enorme Federkraft der Kohlefaser-Konstrukte gegenüber „normalen“ Läufern einen Vorteil haben.

Sportprothesen sind für schnelles Laufen konzipiert, dagegen ist das Stillstehen und die Ausübung normaler Tätigkeiten mit ihnen schwierig oder sogar unmöglich. Knöchelgelenksprothesen für den Alltagsgebrauch sind daher völlig anders konzipiert als die im Leistungssport verwendeten gewölbten „Skids“. Sie entsprechen in der Regel der natürlichen Anatomie und bestehen aus einer Unterschenkel- und einer Fußkomponente, die über ein Gelenk miteinander verbunden sind. Das passive künstliche Knöchelgelenk hält die Prothese immer in einer vorhersehbaren Position, bietet aber nur einen sehr begrenzten Bewegungsspielraum bei der Fortbewegung.

Beim Abrollen des Fußes – in der Vorwärtsbewegung – wird der Fuß in Richtung Unterschenkel gedrückt; beim Abstoßen wird der Fuß durch die elastische Kraft wieder in eine nahezu senkrechte, feste Aus-

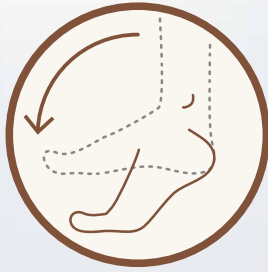
gangsposition gebracht. „Diese feste Position entspricht jedoch nicht der natürlichen Stellung des Fußes während der Transferphase. Es besteht die Gefahr, dass die Prothesenfußspitze am Boden oder an kleineren Hindernissen hängenbleibt“, sagt Marcin Dziemianowicz. Der Ingenieur mit Schwerpunkt Biomechanik hat 2016 im polnischen Białystok Design Pro Technology gegründet, um innovative Lösungen für solche Probleme zu finden. Mit einem interdisziplinären Team aus Ingenieuren, Orthopädietechnikern, Ärzten und Designern entwickelt und fertigt das Medizintechnikunternehmen individuelle orthopädische Hilfsmittel auf dem neuesten Stand der verfügbaren Technologie.



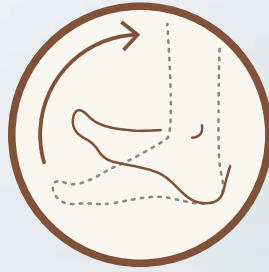
### Aktive Dorsalflexion gegen Stolpergefahr

Mit dem neuen Produkt D-Ankle hat Design Pro Technology die erste Knöchelgelenkprothese geschaffen, die den Fuß beim Gehen mit einem Motor aktiv bewegt und im Verlauf jedes Schrittes in einer anatomisch natürlichen Position hält. Entscheidend ist hier die sogenannte Dorsalflexion – das Anwinkeln des Fußes in Richtung Schienbein – während der Schwungphase. „So ist der Abstand zwischen Zehenspitzen und Boden größer, die Stolpergefahr sinkt“, erklärt Marcin Dziemianowicz. „Bei einer passiven Prothese macht der Träger eine kreisende Bewegung mit der Hüfte oder hebt das Bein höher an, um dieses Ziel zu erreichen. Diese Ausweichbewegungen sind mit D-Ankle überflüssig; das Gehen wird natürlicher und weniger anstrengend.“





**Dorsalflexion**



**Plantarflexion**

Wird der Prothesenfuß aufgesetzt, vollzieht seine Mechanik die natürliche Winkeländerung während der Stützphase. D-Ankle ist die einzige Prothese mit aktiver Rückstellfunktion von der Ferse bis zu den Zehen, einschließlich des Abstoßens vom Boden für den nächsten Schritt. Dabei wird die motorgetriebene Plantarflexion aktiviert, das Strecken im Gelenk. Das trägt ebenfalls zu einem harmonischen Gangbild bei und spart Kraft. Die seitlichen Bewegungen, die ein natürliches Sprunggelenk zulässt, kann das künstliche Scharniergelenk zwar nicht ausführen, diese werden aber als passive Verformung durch das elastische Material des Prothesenfußes ermöglicht – Kohlefaser. So hat er auch bei unebenem Boden vollen Sohlenkontakt.

### Die Steuerung erkennt den Gangrhythmus

Die integrierte Steuerung der Prothese bekommt Signale von mehreren Sensoren, um die verschiedenen Phasen eines Schrittzklus zu unterscheiden. Ein Potenziometer misst den Winkel zwischen Fuß und Unterschenkel; ein bilateraler Drucksensor erfasst die Belastung beim Auftreten des Fußes sowie die Entlastung in der Transferphase. Der Beschleunigungsmesser erkennt die Gesamtbewegung einschließlich Geschwindigkeit, Fußneigung und Steigung des Weges.





„Der Algorithmus führt die Signale der letzten paar Schritte zusammen und wertet sie aus“, erläutert Marcin Dziemianowicz die Funktionsweise. „Aus diesen Daten leitet er den Gangrhythmus und für jede Schrittphase die optimale Stellung des Fußes ab. Zum Beispiel wird das Sprunggelenk beim Bergaufgehen stärker angewinkelt als auf ebenem Boden, und auch die Abstoßkraft wird größer, damit man den Anstieg leichter bewältigt. Beim Bergabgehen ist es andersherum, um einen möglichst guten Kontakt zwischen Sohle und Boden zu erreichen. Außerdem kann man mit einer Smartphone-App Parameter wie die Abstoßkraft, die Empfindlichkeit des Drucksensors oder die Länge einer Schrittzklusphase einstellen.“

### Sportlicher Antrieb mit großer Ausdauer

Der integrierte Antrieb sorgt für die Umsetzung der Steuerungssignale in die entsprechende Bewegung. Sein Kernstück ist ein bürstenloser Motor der Serie BP4 von FAULHABER, dessen Kraft auf eine Spindel übertragen wird. Motor und Spindel drehen in beide Richtungen und erzielen so die aktive Dorsal- und Plantarflexion des Fußes. Die hohe Energieeffizienz des Antriebs erlaubt eine Betriebszeit von 12 Stunden mit einer Batterieladung. Der Motor toleriert auch die erhebliche Wärmeentwicklung, die im Alltagsbetrieb auftreten kann.

„Unsere Vorgaben waren insgesamt ziemlich sportlich“, erinnert sich Marcin Dziemianowicz. „Der Motor sollte in der Lage sein, eine Jogging-Bewegung mitzumachen – bei drei Schritten pro Sekunde also dreimal den kompletten Ablauf mit Dorsal- und Plantarflexion. Außerdem sollten schnelle Tempo- und Richtungswechsel möglich sein. Für diese Anwendung braucht man eine sehr hohe Geschwindigkeit und hohes Drehmoment bei möglichst geringem Volumen und Gewicht. Wir haben verschiedene Antriebslösungen von führenden Motorherstellern ausprobiert. Bei FAULHABER haben wir nicht nur das am besten passende Produkt, sondern auch hervorragende technische Unterstützung bekommen.“

Nach ausgiebigen und erfolgreichen Versuchsreihen mit amputierten Probanden wurde die Fußprothese Ende 2023 auf den Markt gebracht. Sie kann mit ihrem Standardadapter an jedem modularen Prothesenschaft befestigt werden. Die individuelle Prothesenanpassung erfolgt beim Orthopädietechniker. Die Höhe der Ferse lässt sich variieren, sodass D-Ankle auch in einem Damenschuh mit Absatz getragen werden kann. Sollte die Batterieladung nach einem sehr langen Tag einmal nicht reichen, kann der Träger trotzdem wie auf einer passiven Prothese weiter gehen.

„Mit der aktiven Bewegung des Fußes machen wir buchstäblich einen großen Schritt sowohl in Richtung natürliche Bewegungsanatomie als auch zur verbesserten Unterstützung der amputierten Patienten“, freut sich Marcin Dziemianowicz. „Nach den Erfahrungen mit diesem Produkt und der guten Zusammenarbeit mit FAULHABER haben wir einige Ideen, die kompakte Motorkraft auch für anderen Prothesen zu nutzen.“



**FAULHABER BP4**  
BÜRSTENLOSE DC-SERVOMOTOREN



[www.faulhaber.com/de/motion/](http://www.faulhaber.com/de/motion/)  
[www.designprotechnology.com](http://www.designprotechnology.com)

# Zwischen Champagnerdusche entscheiden zehntel Millime

Die perfekte Balance zwischen minimalem Luftwiderstand und idealem Anpressdruck kann darüber entscheiden, ob nach dem Rennen in der Boxengasse Party- oder Krisenstimmung herrscht. Mit Hilfe extrem präziser FAULHABER-Motoren sind die Aerodynamiker vom Team Sauber auf der Jagd nach der perfekten Einstellung.

## Fünf Tonnen Schub

Wer in der Formel 1 mitmischen will, arbeitet praktisch ununterbrochen an der Verbesserung des Autos und an der optimalen Einstellung für das jeweils nächste Rennen. Ab 2026 wird Sauber als Audi-Werksteam auftreten und die F1-Weltmeisterschaft bestreiten. Derzeit sind die Schweizer Motorsportexperten Teil des Alfa Romeo F1 Teams Stake. Für das

Feilen an der bestmöglichen Aerodynamik verfügen sie über einen eigenen Windkanal in Hinwil, unweit von Zürich.

Die stählerne Anlage ist ein geschlossener Kreislauf von 140 Meter Länge. Darin erzeugt eine 3000 Kilowatt starke Turbine einen Schub von bis zu fünf Tonnen.

# und Boxenblues ter



Dieser künstliche Wind wird von Gleichrichtern in Form von Netzen und Waben in eine gleichmäßige Strömung verwandelt und in die Testkammer geleitet. Dort drückt sie wie der Luftwiderstand im Rennen auf die Außenhaut des Automodells. „Wir dürfen laut Reglement nicht am Rennwagen selbst testen“, erklärt Peter Herrsche, der bei der Sauber Group den hauseigenen Windkanal leitet. „Die Verwendung eines Modells hat aber auch große Vorteile, da wir damit viel flexibler und effizienter arbeiten können. Im Gegensatz zum Auto ist darin auch genug Platz für die Messtechnik, die wir benötigen, um detaillierte Informationen aus den Tests zu gewinnen.“

Das Fahrzeugmodell hat 60 Prozent der Größe seines Vorbilds und ist etwa drei Meter lang. Es steht, beziehungsweise „fährt“ in der Windkammer auf einer „Rolling Road“. Das ist ein Förderband mit nachgeahmter Rennbahnoberfläche – sündhaft teuer, wie die Experten versichern –, das mit bis zu 300 km/h betrieben werden kann. Eine ausgeklügelte Aufhängung an einem Bewegungssystem sorgt dafür, dass das Modell alle aktiven Manöver simulieren kann, die ein Wagen auf der Strecke vollführt, vom Beschleunigen und Bremsen über die Kurvenfahrt bis zum Driften. Die Turbine liefert den Gegenwind passend zur Bandgeschwindigkeit, auf die Reifen wirkt ein aerodynamisch erzeugter Anpressdruck.

Der Luftwiderstand beeinflusst den Wagen wie im richtigen Rennen, in der Kurve zum Beispiel ganz anders als auf der langen Geraden.

„Das DRS darf nur in wenigen Streckenabschnitten eingesetzt werden“, erzählt Peter Herrsche. „Diese Flügelstellung kann dort beim Überholen aber einen Unterschied von bis zu 25 Stundenkilometern ausmachen.“ DRS steht für Drag Reduction System: Mit einem veränderten Winkel der obersten Schaufel am Heckflügel wird der Luftwiderstand gesenkt. Die komplizierten Regeln der Formel 1 erlauben das nur an genau definierten Stellen und wenn der Abstand zum Vordermann nicht mehr als eine Sekunde beträgt.

Ob das Überholen gelingt oder nicht – gleich nach dem rasend schnellen Manöver klappt der Flügel zurück, Luftwiderstand und Anpressdruck steigen wieder an. Die perfekte Balance zwischen diesen beiden Größen ist bei jeder Rennstrecke anders, berichtet der Aerodynamikspezialist weiter: „Auf dem sehr schnellen Parcours von Monza zum Beispiel wollen wir möglichst wenig Luftwiderstand, auf den engen Straßen von Monte Carlo brauchen wir dagegen viel Anpressdruck.“



### Messtechnik plus Popometer

Bis zu 350 Messstellen in Form von Staudruckröhrchen erfassen die Druckverteilung an der Oberfläche des Modells. Die Kräfte, die an Reifen, Front- und Heckflügel auftreten, werden mit speziellen Waagen gemessen. In einer Testsequenz von 15 bis 20 Minuten Länge werden bis zu 70 Positionen wie die Flügelstellung oder das Verhalten des Unterbodens getestet. Dabei werden auch Variablen wie voller und leerer Tank oder neue und abgenutzte Reifen nachgestellt. Außerdem tauschen sich die Aerodynamiker während der Trainingsfahrten auf den Rennstrecken ständig mit dem Rennteam aus. Der „Popometer“ des Fahrers liefert zwar keine exakten Daten, aber dennoch unverzichtbare Informationen für das Finden der optimalen Einstellungen. „Der Fahrer ist gesetzt, das Auto muss letztlich so funktionieren, wie es für ihn am besten ist“, betont der Windkanal-Chef. „Seine Rückmeldung ist für uns daher auch eine sehr wichtige Größe.“

Das Ziel ist immer ein möglichst geringer Luftwiderstand bei möglichst gleichmäßig verteiltem Anpressdruck, und das bei allen Fahrmanövern, in allen vorstellbaren Situationen. „Sie müssen sich das Auto selbst wie eine Waage vorstellen“, beschreibt Peter Herrsche eine der besonderen Herausforderungen der Testarbeit. „Beim Bremsen geht die Nase runter, die Wirkung des Luftwiderstands verändert sich entsprechend. Dabei darf die Fahrzeugunterseite – die ist bei einem Rennwagen immer sehr knapp über dem Boden, und beim Modell ist der Abstand nochmal um 40 Prozent kleiner – nicht auf der Rolling Road aufsetzen. Das würde bei der definierten Testgeschwindigkeit am Modell und am Förderband einen Riesenschaden verursachen. Wir müssen diese Nickbewegung des Modells dynamisch auf einen halben Millimeter genau kontrollieren können.“

## Keine Zeit für technische Probleme

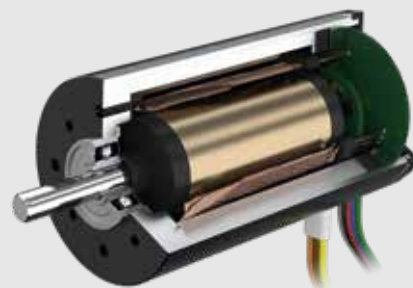
Das bedeutet, dass zum Beispiel die Verstellung der Flügel auf Zehntelmillimeter genau erfolgen muss. Hier kommen die Motoren von FAULHABER ins Spiel. Insgesamt acht Antriebe sind bei einem Testdurchlauf im Einsatz. Sechs davon bewegen Aufhängungs- und Steuerungselemente, zwei sind für die Flügelwinkel zuständig. Wo es im Modell besonders eng zugeht, sind die bürstenlosen DC-Motoren der Serie 1226...B im Einsatz. Wo es etwas geräumiger ist, wird das größere Modell 2264...BP4 mit dem Motion Controller MCBL3002 verwendet.

Diese Antriebe liefern das benötigte Drehmoment aus geringstem Volumen und finden auch bei kleinem verfügbarem Bauraum genügend Platz. Um die Aufhängung des Modells an der Decke des Windkanals zu verstellen, verwendet Sauber den stärksten bürstenlosen Motor aus dem FAULHABER-Portfolio: das Modell 4490...B, ebenfalls mit einem Motion Controller, hier aus der Serie MCBL3006.

Die Präzision der Antriebe steht im Forderungskatalog von Sauber an erster Stelle. Haltbarkeit und Zuverlässigkeit folgen aber dichtauf, wie Peter Herrsche betont: „Einerseits beschränkt das Reglement die Dauer der Testläufe im Windkanal. Zugleich steht während der Formel-1-Saison immer schon das nächste Rennen an, auf das wir den Wagen vorbereiten müssen. Da dürfen wir keine Minute verlieren, die eingesetzte Technik muss einfach hundertprozentig verlässlich sein. Die Motoren von FAULHABER tragen seit vielen Jahren dazu bei, und wir sind mit ihnen sehr zufrieden.“



**FAULHABER BP4**  
BÜRSTENLOSE DC-SERVOMOTOREN



**FAULHABER B**  
BÜRSTENLOSE DC-SERVOMOTOREN



[www.faulhaber.com/de/motion/](http://www.faulhaber.com/de/motion/)  
[www.sauber-technologies.com](http://www.sauber-technologies.com)

# Präziser „Dreh“ für Bewegung auf engstem Raum

Mit ihren kompakten drehmomentstarken Schwenk-Drehmodulen sorgen die Kinematikspezialisten der Jung Antriebstechnik und Automation für hochdynamisches Handling bei Dreh-, Schwenk-, Schraub- und Wickelanwendungen. FAULHABER-Motoren liefern dazu die Präzision und das nötige Drehmoment.

Wer in der Handhabungs- und Montagetechnik eine effiziente und platzsparende Lösung für typische Bewegungsabläufe wie Drehen, Schwenken, Schrauben, Rollen oder Wickeln sucht, für den dürften die Schwenk-Drehmodule der ForTorque-Baureihe des Wetztenberger Kinematikspezialisten JA<sup>2</sup> (Jung Antriebstechnik u. Automation) interessant sein. Denn die schlanken Endlosdreher eignen sich für das hochdynamische Verdrehen ausladender Werkstücke mit großem Trägheitsmoment und außermittig angeordneter Greifer sowie für den Einsatz in der Schraub- und Wickeltechnik.

## **Drehen, Schwenken, Schrauben, Wickeln**

Ein typischer Anwendungsfall für die kleinsten Schwenk-Drehmodule ist beispielweise das Zuschrauben kleiner Kosmetik- oder Pharmabehälter auf engem Raum in vollautomatisierten Verpackungslinien. Genauso eignen sich die Module aber auch, wenn Greifer oder Werkstücke geschwenkt werden müssen, zum Beispiel zur Montage oder Vereinzelnung





Die schnellen Dreher lassen sich mit Linearachsen kombinieren. Das Resultat sind kompakte Hub-Dreh- oder Hub-Schwenksysteme bis hin zum fünffachen Handlingsystem.

von Produkten. Aufgebaut als Baukastensystem stehen sechs Baugrößen mit Durchmessern von 16, 20, 25, 35, 40 und 45 mm zur Verfügung. Das deckt Spitzen- und Dauerdrehmomente von 0,3 bzw. 0,14 Nm bis 4,0 bzw. 2,6 Nm ab. Die Trägheitsmomente der Lasten dürfen zwischen 2,0 und 200 kg m<sup>2</sup> liegen. Damit gibt es für unterschiedlichste Handling- und Montageaufgaben passende Lösungen für winkelgenaues Bewegen und Positionieren.

Um bei hohen Fremdträgheitsmomenten die Abtriebswelle der Getriebe zu entlasten, haben die vier größeren Modulmodelle an der Abtriebsplatte eine sehr steife Lagerung, bestehend aus zwei Dünnringlagern. Außerdem kann das Schwenk-Drehmodul mit 40 mm Durchmesser zusätzlich mit einer Fluid-Drehdurchführung für Pneumatik oder

Vakuum ausgestattet werden, zum Beispiel um einen pneumatischen Greifer mit Druckluft zu versorgen. Die Kinematikspezialisten treiben den Baukasten-Gedanken aber noch weiter: Interessant ist die Möglichkeit, die schnellen Dreher mit Linearachsen, beispielsweise der QuickLab-Serie zu kombinieren. Passende Adapterplatten finden sich im Zubehör. Das Resultat sind dann kompakte Hub-Dreh- oder Hub-Schwenksysteme bis hin zum fünffachen Handlingsystem.

### Hohe Dynamik und Präzision

„Das Herz unseres Automatisierungsbaukastens sind die Antriebe und die Anforderungen an sie sind sehr hoch“, erklärt Wilhelm Jung, Geschäftsführer bei JA<sup>2</sup>. „Die Motoren müssen hochdynamisch arbeiten, sich präzise ansteuern lassen und auch von den Abmessungen her passen.“ Bei den ForTorque-Modulen beispielsweise konnten die bürstenlosen DC-Motoren der Baureihen B und BX4 von FAULHABER überzeugen. Die in Zweipol- bzw. Vierpoltechnologie aufgebauten Motoren sind sehr kompakt.



## Einkabeltechnik für störungsfreie Ansteuerung

Angeschlossen und gesteuert werden alle Schwenk-Drehmodule über einen einheitlichen Bajonetstecker, über Einkabeltechnik und einen Motion Controller. Bei Automationssystemen ist der Schaltschrank aber meist vom eigentlichen Antrieb entfernt. „Zwischen Motor und Controller im abgesetzten Schaltschrank liegen dann schon mal 10, 20 oder noch mehr Meter“, weiß Wilhelm Jung. Deshalb gibt es ein spezielles, mehrfach geschirmtes Kabel, das die Motorleistung und das Wegsensordesignal zwischen Motor und Controller bis zu 30 Meter störungsfrei überträgt. Das Kabel wird zugentlastet befestigt, ist steckbar und obendrein auch noch schlepptauglich, also für den bewegten Einsatz ausgelegt. Die Einkabeltechnologie vereinfacht außerdem durch die lieferbaren vorkonfektionierten Kabelsätze die Installation.

Bei den Motion Controllern hat der Anwender die Wahl, weil die eingesetzten Motoren mit unterschiedlichen Controllern arbeiten können. „Motion Controller von FAULHABER bieten wir ebenfalls an“,

Die eingesetzten Ausführungen der Baureihe B sind bei Durchmessern von 16, 20 und 35 mm nur 28, 36 beziehungsweise 68 mm lang, liefern dabei aber Dauerdrehmomente bis 168 mN in der größten Ausführung. Ähnliches gilt für die BX4-Baureihe. „Hier verwenden wir Motoren mit 22 mm oder 32 mm Durchmesser und Dauerdrehmomenten von 18 bzw. 53 mNm“, berichtet Wilhelm Jung.

Die Motoren werden in den ForTorques bis zu Drehzahlen von 8.000 U/min eingesetzt. Für die Untersetzung sorgen unterschiedliche Getriebe, darunter auch spielarme Planetengetriebe von FAULHABER. Letztlich ist die Getriebetechnologie mit der jeweiligen max. Eintriebsdrehzahl das Limit für die max. Motordrehzahl. „Das Untersetzungsverhältnis wählen wir dann entsprechend der Applikation“, fährt Wilhelm Jung fort. „So können wir beeinflussen, wie weit das Fremdträgheitsmoment mit dem Quadrat der Untersetzung reduziert wird. Der Motor lässt sich dann unbeeindruckt vom Hebel präzise regeln. Bei unserer Wahl der Getriebe wurde besonderes Augenmerk auf den Wirkungsgrad der Getriebe gelegt. Denn je besser der Wirkungsgrad ist, um so präziser lässt sich das am Getriebeabgang applizierte Drehmoment über den Motorstrom rück-schließen. Ein entscheidendes Feature besonders bei Schraubapplikationen, bei denen empfindliche (Kunststoff)-Teile mit definiertem Drehmoment verschraubt werden müssen.“





ergänzt Wilhelm Jung. Die beiden Unternehmen arbeiten schließlich schon seit vielen Jahren erfolgreich zusammen. In den oben erwähnten QuickLab-Linearachsen beispielsweise sind die DC-Linearantriebe LM2070 und LM1247 im Einsatz. Sie sind nicht als klassische „Oberflächenläufer“ mit Schlitten und Führung aufgebaut. Stattdessen wird der Läuferstab innerhalb einer selbsttragenden Dreiphasenspule geführt. „Durch diese Konstruktion ergeben sich ein ausgesprochen gutes lineares Kraft-/Stromverhältnis und eine hohe Dynamik. Zudem gibt es keine Rastmomente, wodurch sich die Linearmotoren für den Einsatz in unserem QuickLab-Baukasten besonders gut eignen“, so Wilhelm Jung abschließend.

### Über Jung Antriebstechnik u. Automation (JA<sup>2</sup>)

JA<sup>2</sup> GmbH mit Sitz im nördlich von Gießen gelegenen Wettenberg, gilt als kompetenter Technologiepartner für Anwender aus dem Maschinenbau und der produzierenden Industrie. Die Umsetzung von Kundenwünschen und Kundenansprüchen mit modernster Antriebstechnologie steht dabei im Vordergrund.



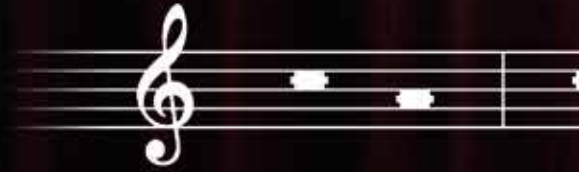
Für den Maschinen- und Anlagenbau und für die verarbeitende Industrie werden anwendungsspezifische Komplettlösungen angeboten. Der Schwerpunkt liegt bei hochdynamischen Anwendungen, die auch hinsichtlich ihrer Positioniergenauigkeit keine Wünsche offenlassen. Der ForTorque-Baukasten für Schwenk-Dreh-Anwendungen ist Teil eines mechanischen Gesamtprogramms, zu dem aktuell eine große Auswahl linearmotorischer und rotativer Servoaktuatoren zur branchenübergreifenden Realisierung effizienter Einachs-, Pick-and-Place- und Portallösungen für die Handhabungs- und Montagetechnik gehören.



**FAULHABER LM 2070**  
LINEARE DC-SERVOMOTOREN



[www.faulhaber.com/de/motion/](http://www.faulhaber.com/de/motion/)  
[www.ja2-gmbh.de](http://www.ja2-gmbh.de)



# Kompakte Automatisierung mit Taktgefühl

Das modulare System LTM-CI des österreichischen Maschinenbauers STIWA steht für präzise choreografierte Klein- und Kleinstteilerfertigung in einem ultrakompakten Format. Für den zuverlässigen Antrieb und die Einhaltung des Taktes sorgen Motoren von FAULHABER.

Das Ventil besteht aus wenigen Komponenten und ist gerade mal acht Millimeter lang. Es ist Teil des Antiblockiersystems eines großen Automobilzulieferers und wird jährlich in siebenstelliger Stückzahl benötigt. Die Fertigung muss im Halbsekundentakt arbeiten, um diese Menge zu bewältigen. Das geschieht natürlich vollautomatisch und in einem solchen Tempo, dass das menschliche Auge den einzelnen Montageschritten kaum folgen kann.

## Kleinteile im engen Alpental

Zunächst werden die Einzelteile aus Vorratsbehältern zugeführt, mithilfe eines Rüttlers vereinzelt und auf einem Fördersystem für den ersten Fertigungsschritt zurechtgelegt. Die Komponenten fahren nun zur entsprechenden Station, wo filigrane Greifer sie aufnehmen und passend zusammenfügen oder anderweitig bearbeiten. Wenn man der Maschine bei



der Arbeit zuschaut, sieht man eine faszinierende Choreographie, welche den fließenden Transport der Förderbänder und die rasanten eckigen Bewegungen der Greifer zu einem verschachtelten, rhythmischen Tanz vereint.

Die Maschine, die diese komplexen Bewegungen in präziser Synchronisation ausführt, ist eine Kompaktautomation der Serie LTM-CI von STIWA. Sie ist für Produkte mit einer Raumdiagonalen bis 30 Millimeter ausgelegt – und selbst das Ergebnis einer drastischen Verkleinerung, wie Roland Schiermayr, Bereichsleiter Forschung und Entwicklung Automation, erzählt: „Ein Kunde im Westen Österreichs stellt Dämpfer für ein bekanntes Möbelhaus her, das jedes Jahr viele Millionen davon braucht. Das Unternehmen wollte eine neue Maschine für die Fertigung anschaffen. Die bestehende war 10 Meter lang – für die Produktion von kleinen Komponenten mit wenigen

Zentimeter Länge war das an dem Standort in einem engen Alpental einfach zu viel. Das war der Anstoß für uns, alle Möglichkeiten der Miniaturisierung auszuschöpfen.“

Am Ende der Entwicklungsarbeit war die genannte Kompaktmaschine entstanden, genauer gesagt eine Automationsplattform, die je nach Auslegung und Bestückung mit einer Länge von 3 bis 4 Meter auskommt. Ein starr verkettetes Transportsystem bildet die Basis, die weitere Ausstattung folgt den Bedürfnissen und Vorgaben des Kunden. „Wir können bis zu 22 Funktionsmodule mit 90 Millimeter Breite für unterschiedliche Arbeitsschritte integrieren“, erläutert Christian Mersnik, der bei der Entwicklung von Anfang an beteiligt war. „Dazu gehören zum Beispiel Pick&Place, Laserschweißen mit bis zu fünf Freiheitsgraden, Schrauben, Einpressen, Beschriften sowie Prüf- und Messprozesse.“



### Weltweit einmalige Leistungsdichte

Die Kompaktautomation kommt bei den Kunden sehr gut an. Sie schätzen unter anderem die gleichmäßigen, runden Bewegungen ohne Schläge und Erschütterungen, was einen stabilen Prozess gewährleistet; die Anlage laufe „wie eine Nähmaschine“, wird das Feedback eines Stammkunden zitiert. Die Taktzeiten sind mit der LTM-CI fast auf nur noch eine halbe Sekunde gesunken, was wiederum einen beträchtlichen Sprung in der Produktivität ermöglicht.

Einen entscheidenden Anteil an der flüssigen Bewegung, wie an der hohen Geschwindigkeit, haben die Antriebe der Aktuatoren in der Maschine. In der früheren Generation waren dort Elektromotoren einer ganz anderen Größenklasse im Einsatz; für die Kompaktautomation entdeckten die Entwickler die Produkte von FAULHABER.

In der LTM-CI spielt nun der Linearmotor LM 1247 eine wichtige Rolle. Er verrichtet seine Arbeit an bis zu zwanzig Stellen in der Anlage, darunter in Stopp-einheiten – Schieber, die den Materialfluss unterbrechen – und in Greifern. Eine besondere Stärke der FAULHABER-Linearmotoren ist ihre extrem hohe Geschwindigkeit. Dazu liefert dieser Antrieb auch enormen Schub: Bei nur 12,5 mm Breite und 19,1 mm Höhe entwickelt er eine Dauerkraft von 3,6 Newton. „In der Spitze schafft er sogar 10,7 Newton“, hebt Roland Schiermayr hervor. „Es gibt auf dem Markt weltweit keinen anderen kleinen Linearmotor mit dieser Leistungsdichte.“

### Langlebigkeit ist allesentscheidend

Mit ähnlichem Lob äußern sich die Ingenieure von STIWA über den bürstenlosen Motor der Serie 2250...BX4. Er treibt im Portalhandling der Kompaktautomation die Schwenkeinheiten an, mit denen Werkzeuge oder Komponenten in eine bestimmte Position gebracht werden. Hier kam es bei der Auswahl neben den typischen Stärken der FAULHABER-Motoren auf ein Zubehörteil an, wie Christian Mersnik erläutert: „Wir brauchen an dieser Stelle eine sehr hohe Präzision und Wiederholgenauigkeit. Deshalb war es für uns ein wichtiges Argument, dass FAULHABER diesen Motor mit einem passenden Multiturn-Absolutencoder liefern kann. Dessen Signale werden für die hohe Qualität der Fertigung und die Qualitätssicherung benötigt.“

Der allesentscheidende Parameter ist für STIWA jedoch die Langlebigkeit und dauerhafte Zuverlässigkeit aller Komponenten. Denn das Unternehmen garantiert den Abnehmern der Kompaktautomation einen störungsfreien Betrieb über nicht weniger als 60 Millionen Hübe. Diese enorme Zahl müssen also auch alle beweglichen Teile schaffen, darunter natürlich auch die Motoren. „Wir knechten unsere eigenen Teile genauso wie die zugekauften Komponenten in Dauerprüfungen“, erklärt Roland Schiermayr. „Wir versuchen sie dabei durch Verschleiß und ungünstige Bedingungen zu zerstören. Nur was diesen Härtest besteht, wird in die Maschinen eingebaut. Die Motoren von FAULHABER haben gezeigt, dass sie solchen extremen Anforderungen gewachsen sind. Sie helfen uns, unsere eigenen Spitzenwerte bei minimalem Platzbedarf und kürzesten Taktzeiten zu erreichen.“



## Über die STIWA Group

Die STIWA Group mit Hauptsitz in Attnang-Puchheim hat sich mit High-Tech-Automationslösungen in 50 Jahren von einem oberösterreichischen Einmannbetrieb zum weltweiten Automationspezialisten mit mehr als 2.200 Mitarbeitern an zwölf Standorten auf drei Kontinenten entwickelt. Zu ihren Tätigkeitsfeldern gehören unter anderem die Branchen Automotive, Elektronik, Leichtindustrie, Medizintechnik, Beschläge und Gebäudeautomation. Im Geschäftsbereich Automation bietet STIWA modularskalierbare Montageanlagen für die echtzeitfähige Produktion an. Die Miniaturautomationslösungen erreichen Taktzeiten im Sub-Sekundenbereich. Zu den Kunden von STIWA zählen international tätige Unternehmen wie Volkswagen, Bosch, Magna und Greiner.



**FAULHABER BX4**  
BÜRSTENLOSE DC-SERVOMOTOREN  
4-POL-TECHNOLOGIE



[www.faulhaber.com/de/motion/](http://www.faulhaber.com/de/motion/)  
[www.stiwa.com](http://www.stiwa.com)

## MAXIMALE KONTROLLE AUF MINIMALEM BAURAUM



### FAULHABER IMC: Der kleinste integrierte Motion Controller der Welt

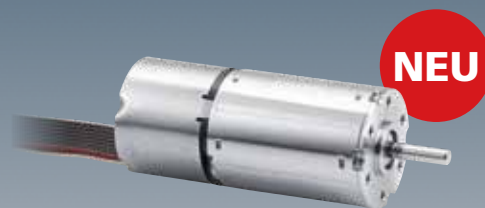
Integriert in die leistungsstarken bürstenlosen Motoren der Familie FAULHABER 22...BX4 beeindruckt der neue Motion Controller IMC auf kompakten 18 mm Länge mit umfangreichen Funktionen und hervorragender Leistungsfähigkeit. Die Ausführung mit RS232 Schnittstelle ist ideal, um sowohl vom PC als auch über embedded Master eingebunden zu werden. In der CANopen-Ausführung gelingt die Integration in industrielle Automatisierungsnetzwerke problemlos. Alternativ können beide Ausführungen auch ohne Master als „Stand-alone“ betrieben werden. Kombiniert werden können die Kompaktantriebe mit vielen Komponenten aus dem FAULHABER Programm, wie die besonders kompakten GPT-Getriebe und die neuen FAULHABER Linearaktuatoren 22L.

#### Kompakte Komplettlösung „ready to use“

Dank der durchmesserkonformen Bauweise wird dem Nutzer eine Komplettlösung ermöglicht, die sowohl Platz und Ressourcen als auch Verdrahtungsaufwand einspart. Einfach an die Applikation anschließen und loslegen.

Am einfachsten klappt die Inbetriebnahme mit dem kostenlosen Motion Manager 7.1 von FAULHABER. Um sofort starten zu können, stehen Programmieradapter für RS232, CANopen und USB als Zubehör zur Verfügung.

Die bürstenlosen Motoren mit dem neuen integrierten Motion Controller IMC sind in unterschiedlichen Längen mit erstklassigem Volumen- und Performance-Verhältnis sowie hochdynamischen Regelungseigenschaften erhältlich. Sie sind für eine Vielzahl von Anwendungsfeldern, wie z. B. Medizin- und Labortechnik, Automatisierungstechnik, Robotik oder Sondermaschinenbau, geeignet.



**FAULHABER BX4 IMC**  
BÜRSTENLOSE DC-SERVOMOTOREN MIT  
INTEGRIERTEM MOTION CONTROLLER



[www.faulhaber.com/imc/de](http://www.faulhaber.com/imc/de)

## FEINFÜHLIGE POSITIONIERUNG IST DER SCHLÜSSEL

---



Mit dem IEP3 ist ein neuer Inkrementalencoder in das FAULHABER Portfolio eingezogen – dank neuester Chip-technologie wird eine sehr hohe Auflösung und Genauigkeit erreicht.

Mit gerade einmal 8 mm Durchmesser ist der IEP3 sehr leicht und kompakt und bietet eine Auflösung von bis zu 10.000 Impulsen pro Umdrehung. In der Standardausführung ist die Auflösung von 1 – 4.096 I/U frei programmierbar. Darüber hinaus sorgt die eingesetzte Chip-technologie dank Genauigkeitskompensation für eine hohe Positionsgenauigkeit von typ. 0,3 °m sowie für hohe Wiederholgenauigkeit von typ. 0,05 °m. Der IEP3 kann sowohl mit 5 V als auch mit 3,3 V Betriebsspannung versorgt werden. Somit eignet er sich auch für den Einsatz in batterie- bzw. akkubetriebenen Anwendungen, die üblicherweise mit 3,3 V betrieben werden. Ein breiter Temperaturbereich von -40 bis +125 °C ermöglicht ebenfalls vielfältige Einsatzmöglichkeiten.

### Kompatibel und kompakt konstruiert

Der On-Axis Encoder mit 2-Pol-Gebermagnet ist einfach im Aufbau und robust. Durch seine Baukasten-Charakteristik, die FAULHABER bereits bei der Encoderserie IE3 etabliert hat, stellt der IEP3-Encoder eine Plattform für verschiedene Motoren des Antriebsspezialisten dar. Das Neuprodukt ist mit den DC-Motoren der Serien 0816SR, 1016SR, 1024SR sowie mit den Schrittmotoren der Serien AM0820, AM1020, AM1524 kombinierbar.

Für den elektrischen Anschluss des Encoders sind verschiedene Optionen wie PVC oder FEP Kabel, Steckeroptionen sowie verschiedene Kabellängen verfügbar.

Vielseitig, kompakt, genau – der IEP3 eignet sich für unterschiedlichste Anwendungsgebiete, unter anderem für die Prothetik im Bereich der Medizintechnik, optische Anwendungen wie beispielsweise Teleskope, Mikroskope, Laser oder Kameras, die Halbleiterherstellung oder auch für die Robotik.



**FAULHABER IEP3**  
INKREMENTALENCODER



[www.faulhaber.com/IEP3/de](http://www.faulhaber.com/IEP3/de)

## SIMPLEXITY – USABILITY HAT EINEN NEUEN NAMEN UND FAULHABER DIE PASSENDE SOFTWARE

---

Die Analyse und Bewertung von Trends und Megatrends gibt Aufschluss darüber, welche Themen in Zukunft relevant sein werden – in der Wirtschaft, in der Politik und im Alltag.



Wer sich aktuell damit beschäftigt, was als wichtiges Thema „trendet“, kommt um den Begriff „Simplicity“ nicht herum. Zusammengesetzt aus „simplicity“ (Einfachheit) und „complexity“ (Komplexität) – wurden auf den ersten Blick zwei Gegensätze kombiniert. Der Begriff umfasst im Kern den Wunsch nach einfacher und intuitiver Bedienbarkeit von komplexen Systemen oder Programmen und die damit verbundene Anwenderfreundlichkeit. Sprich: Auch wenn Anwendungen an sich komplexer werden – weil sie damit zum Beispiel auch mehr Leistung und Mehrwert bieten – sollen sie für den Nutzer einfach bedienbar bleiben. Dahinter steckt ein weiterer, alltagsnaher Gedanke: Einfache Nutzung bedeutet mehr Zufriedenheit und Effizienz. Simplicity hat sich zum Megatrend entwickelt und wird Prozesse und Anwendungen in Zukunft entscheidend beeinflussen.

### **Analoge Produkte, vernetzte Technik, digitale Lösungen**

Mit einem breiten Produktportfolio und dank innovativer Technik bieten auch Antriebslösungen von FAULHABER immer mehr Möglichkeiten. Dazu gehört, dass beispielsweise in der modernen Automatisierungstechnik vernetzte Lösungen „state of the Art“ sind. Anlagenbauer stehen dabei vor der Herausforderung, Antriebe in heterogene Systeme zu integrieren, in denen 50-Watt-Servomotoren gleichberechtigt neben Antrieben mit mehreren Kilowatt Leistung betrieben werden. Über welche Schnittstelle die Antriebskonfiguration eingebunden wird und welche Anforderungen erfüllt werden sollen, ist dabei individuell auf die Anwendung angepasst. Unabhängig davon, wie komplex das System ist, sollen Inbetriebnahme und Bedienung dennoch einfach realisierbar bleiben.





### Wie lässt sich die Nutzung von Antriebslösungen im Sinne von Simplicity einfach umsetzen?

Im Kern begegnet FAULHABER den Anforderungen aus den heterogenen Anlagen mit einem deutlich erweiterten Produktsupport. Anwender aus Robotik und Maschinenbau sind Experten für ihre Prozesse, die Details der Antriebskonfiguration gehören meist weniger zur Kernkompetenz. Großer Wert wird daher auf eine möglichst einfache Inbetriebnahme gelegt – und hier kommt der kostenlos verfügbare FAULHABER Motion Manager ins Spiel. Mit dieser Software steht Anwendern eine umfangreiche Unterstützung bei der Inbetriebnahme und Konfiguration von FAULHABER Antriebssystemen zur Verfügung. Die grafische Benutzeroberfläche ermöglicht eine einheitliche und intuitive Vorgehensweise unabhängig von der Produktfamilie und der verwendeten Schnittstelle.

### Einfach alles managen – mit dem Motion Manager 7

Der neue Motion Manager 7 hat neben einem neu gestalteten Bereich zur einfachen Inbetriebnahme und Konfiguration der Antriebssysteme auch verschiedene Tools zum Bedienen und Beobachten des Antriebsverhaltens, eine Entwicklungsumgebung für Ablaufprogramme und einen Wartungsbereich für Diagnosen und Firmware-Updates erhalten. Mit dem neuen attraktiven Interface sowie den neuen Funktionen wird die Bedienung und Konfiguration zum Kinderspiel. Wer außerdem weitere Unterstützung wünscht oder spezifische Fragen hat, kann die Möglichkeit der Fernwartung nutzen. Bei individuellen Programmierungen und Anwendungsfällen steht außerdem der FAULHABER MC Support zur Verfügung.

### Folgende Steuerungen werden vom Motion Manager 7 unterstützt:

- Die Familie MC V3.0
- MC 5010/5005 S
- MC 5004 P
- MC 3603 S
- MC 3001 B/P
- MCS 3242/3268 BX 4
- MCS 3274 BP4
- sowie der neue 22xx...BX4 IMC



Es werden außerdem die Schnittstellen mit USB, CAN (Unterstützte Interfaces: HMS-IXXAT, Peak) und RS232 (COMx) unterstützt.

**Upgrade now!**



Motion Manager 7

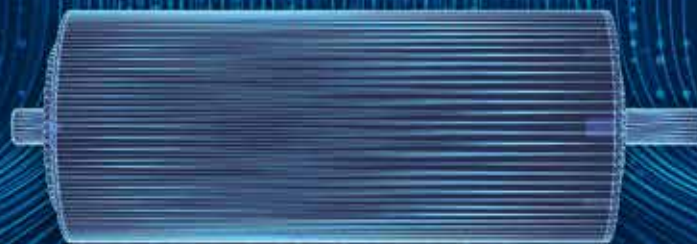


[www.faulhaber.com/moman7/de](http://www.faulhaber.com/moman7/de)



# SIMULINK

## VIRTUELLER ANTRIEBSTEST



Wie verhält sich der Antrieb eigentlich in der realen Anwendung? Ganz ohne Hardware lässt sich diese Frage für bürstenlose DC-Motoren von FAULHABER beantworten. Sie sind seit kurzem als virtuelle Bausteine in einer Bibliothek hinterlegt und können mit der Simulationssoftware Simulink® in modellierte Anwendungen eingebunden werden. Das simulierte Verhalten dient als Gradmesser für die reale Situation. Es braucht nur wenige Klicks, um unterschiedliche Antriebe „auszuprobieren“.

Der Entwicklungsprozess wird damit deutlich vereinfacht.

Nehmen wir als Beispiel eine Transportdrohne für die Logistik. Ihre Antriebe müssen hohe dynamische Anforderungen erfüllen, um eine exakte und feinfühligste Steuerung des Flugobjekts zu ermöglichen. Sie sollen jederzeit ohne spürbare Verzögerung, ruckfrei und mit genau definierter Kraft reagieren. Der Motor, der solche hochpräzisen Applikationen antreibt, muss also ziemlich hochgesteckte Erwartungen erfüllen.

### Zeit sparen, Risiken reduzieren

Die Transportdrohne ist nur ein Anwendungsbeispiel von vielen, für das die Simulation des Antriebssystems in der Entwicklung ein wertvolles Werkzeug darstellt. Dabei kommt es nicht nur auf das Verhalten des Motors an, welches anhand der Datenblatt-Parameter mit überschaubarem Aufwand modelliert werden kann. Zu einem kompletten Antriebssystem gehört noch die Abbildung des Sensorsystems und der Regelung. Eine realistische Abbildung dieser Komponenten hilft dabei, umfangreiche Versuche mit physischen Antrieben zu reduzieren. Als erster Anbieter hochwertiger Kleinmotoren hat FAULHABER die Möglichkeit geschaffen, bereits in einer frühen Entwicklungsphase die Anwendungssituation realitätsnah nachzustellen. Dabei hilft eine Simulationssoftware, die weltweit von vielen Entwicklern benutzt wird: Simulink® bietet eine sogenannte Blockdiagrammumgebung mit grafischer Oberfläche, in der Simulationen mit virtuellen Modellen ohne Programmieraufwand möglich sind. „Man kann verschiedene Lösungsansätze schnell und einfach in einer integrierten Umgebung testen. Das Entwicklungskonzept lässt sich damit bereits sehr früh an die tatsächliche Anwendung anpassen“, erklärt Applikationsingenieur Marc Lux.

### Sensorsystem und Regelung einbinden

Die Grundlage für das Testen von FAULHABER-Antrieben mit Simulink®

hat er selbst geschaffen. Er hat eine Komponenten-Bibliothek zusammengestellt, in der alle bürstenlosen DC-Motoren des Portfolios mit den passenden Encodern und Motion Controllern hinterlegt sind. „Ein Motor besteht aus einem elektrischen und einem mechanischen Teilsystem. Die Zusammenhänge lassen sich mit mathematischen Gleichungen beschreiben. Im Modell werden die Gleichungen für die Teilsysteme miteinander verbunden, genau wie die



Einzelteile bei der Montage eines physischen Motors.“

Dank der Modellierung von typischen Einflüssen verschiedener Sensorsysteme ist es möglich, einen realistischen Drehzahlverlauf zu simulieren. Die Antriebsmodelle können von den Kunden auch dazu verwendet werden, eigene Regler zur Ansteuerung von bürstenlosen FAULHABER-Motoren zu entwickeln. Den Test an physischen Motoren kann man damit zwar nicht ersetzen, doch Zeitaufwand und Risiken bei der Entwicklung lassen sich durch dieses modellbasierte Verfahren deutlich reduzieren.

Für die Simulation eines geregelten Antriebssystems mit FAULHABER-Komponenten bietet die Bibliothek Bausteine zur Drehmoment-, Drehzahl- und Positionsregelung. Die Grundlage liefern Motion Controller der Generation 3.0, zu der unter anderem die Modelle MC 3001, MC 3603 und MC 5005 gehören. In Verbindung mit einem Motor aus der Bibliothek und einer konfigurierbaren Lastträgheit lassen sich dieselben Reglerparameter ermitteln, die in einem physischen Motion Controller zum Tragen

kommen. Mit der Simulation des kompletten Antriebssystems kann man beispielsweise realitätsnahe Positionierzeiten bestimmen, die Reglerparameter anpassen oder das Verhalten des Antriebs bei der Anwendung unterschiedlicher Konzepte vergleichen.

### Praktische Toolbox

Um eine leichte Handhabung der Simulation zu ermöglichen, entwickelte Marc Lux eine Matlab-Toolbox. Bei Matlab handelt es sich um eine Plattform für Programmierung und numerische Berechnung. Skripte, die hier entstehen, können für die Simulation mit Simulink® verwendet werden. Der virtuelle Werkzeugkasten enthält unter anderem die verschiedenen Antriebsmodelle, Skripte und Tabellen zur Berechnung von Parametern für die Regler und die Motoren sowie grafische Oberflächen zum intuitiven Zusammenführen der Elemente, die für die Simulation benötigt werden.

Die Simulink®-Bibliothek steht den Kunden von FAULHABER seit Anfang des Jahres online zur Verfügung. Sie ist als Ergänzung zu bereits existierenden Tools wie dem FAULHABER Drive Calculator gedacht. Man kann sie sowohl bei der Auswahl eines Antriebssystems als auch bei der modellbasierten Einbindung in die eigentliche Anwendung verwenden. Nicht zuletzt kann die Simulation auch dazu dienen, einen digitalen Zwilling des Antriebs zu schaffen und diesen für erweiterte Funktionen im Rahmen von IoT und Industrie 4.0 zu nutzen.



[www.faulhaber.com/de/motion/](http://www.faulhaber.com/de/motion/)

# ONLINE WARTET NOCH MEHR KNOW-HOW AUF SIE!



## DriveTime – Expertenrat vom Antriebsspezialisten

In der How-to-Video-Reihe geben Antriebsexperten aus verschiedenen Bereichen hilfreiche Anwendungstipps. So erfahren Anwender zum Beispiel in wenigen Minuten, wie sie ihr Antriebssystem besonders effizient auslegen können, wie Motoren und Controller richtig verbunden werden, wie sich die Ein- und Ausgänge nutzen lassen oder welche Datenblattangaben für die Auswahl der richtigen Motor-Getriebe-Kombination relevant sind.



[www.faulhaber.com/de/know-how/how-to-videos/](http://www.faulhaber.com/de/know-how/how-to-videos/)



## YouTube Kanal

Die Videobeiträge aus der How-to-Video-Reihe sowie viele weitere wertvolle Clips sind auf dem FAULHABER-YouTube-Kanal zu finden.



[www.youtube.com/user/ FaulhaberEN](http://www.youtube.com/user/ FaulhaberEN)



## Kostenlose Webinare rund um die Antriebstechnik

Antriebslösungen werden meist nicht von der Stange gekauft, sondern applikationsgerecht zusammengestellt. Mit seinen Webinaren bietet FAULHABER Anwendern die Möglichkeit, sich ohne großen Aufwand mit allen Fragen in Sachen Antriebstechnik vertraut zu machen.



[www.faulhaber.com/de/know-how/webinarbibliothek/](http://www.faulhaber.com/de/know-how/webinarbibliothek/)



Ident-Nr. 000.9121.24

### Mehr Informationen:



[faulhaber.com](http://faulhaber.com)



[faulhaber.com/facebook](http://faulhaber.com/facebook)



[faulhaber.com/youtube](http://faulhaber.com/youtube)



[faulhaber.com/linkedin](http://faulhaber.com/linkedin)



[faulhaber.com/instagram](http://faulhaber.com/instagram)

Die FAULHABER motion gibt es auch digital:

