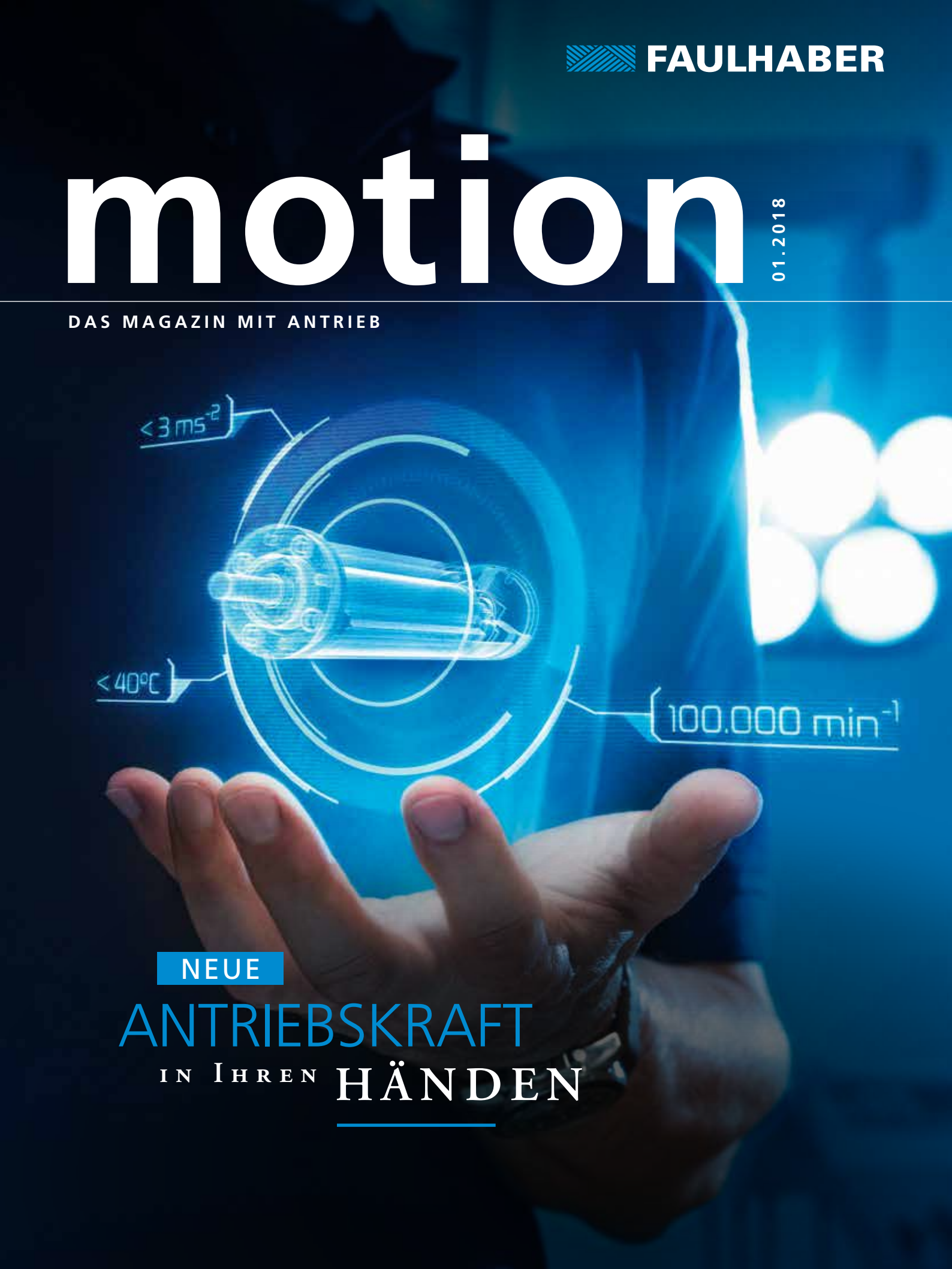
FAULHABER

motion

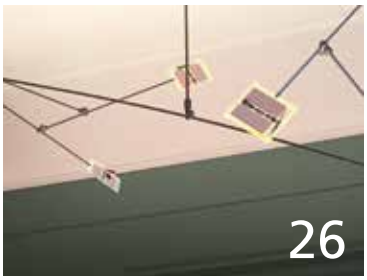
01.2018

DAS MAGAZIN MIT ANTRIEB



NEUE

ANTRIEBSKRAFT IN IHREN HÄNDEN



JUBILÄUM

04 30 Jahre einen Schritt vorraus

FAULHABER PRECIstep feiert sein 30-jähriges Bestehen

CONSUMER

06 Presto fortissimo

Linearmotoren von FAULHABER verleihen Pianos mehr Klangvolumen

CONSUMER

10 Leuchtfeuer der Moderne

Antriebstechnik sichert zuverlässiges Blinken unzähliger Leuchttürme

MEDIZIN

14 Wärme, Ruhe und Geborgenheit

Der Medizintechnik-Spezialist setzt bei der Klimatisierung der Brutkästen auf Lüfter-Motoren von FAULHABER

ROBOTIK

18 Smarte Logistik

Pick-Roboter TORU von Magazino steigert die Effizenz in Sachen Logistik und Materialfluss

NEUHEITEN

22 Neue Antriebskraft in Ihren Händen

Die neue Serie 1660…BHx von FAULHABER setzt neue Maßstäbe

CONSUMER

26 Entspannendes Chaos

Antriebsenergie für die kinetischen Skulpturen von Bert Schoeren

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

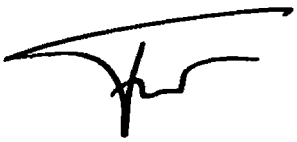
die moderne Medizin schafft Eindrucksvolles und hilft täglich, Leben zu erhalten und zu schützen. Besonders bei Frühgeborenen kommt es darauf an, die fehlenden Bedingungen im Mutterleib mittels eines Inkubators bestmöglich zu simulieren. Konstante Wärme und gleichbleibende Luftfeuchtigkeit sind dabei ebenso wichtig wie eine möglichst geräuscharme Umgebung, um die empfindlichen Körper und Organe vor Schaden zu bewahren und so eine normale Entwicklung zu ermöglichen. Der Hersteller Tende Elektronik setzt daher bei seinen Inkubatoren auf zuverlässige und flüsterleise bürstenlose Antriebe von FAULHABER. Unsere DC-Motoren arbeiten auch als 2er-Teams an vielen Küsten, wo sie zuverlässig und hochpräzise anstelle früherer Turmuhrantriebe das jeweils einzigartige Blinken unzähliger Leuchttürme sichern.

FAULHABER Antriebssysteme für Bewegung – überall in unserem Leben: Ob es gilt, einem Piano mehr Klangvolumen zu verleihen, Menschen mit dem richtigen Paar online bestellter Schuhe zu erfreuen oder mit natürlich inspirierter, ökologisch angetriebener Kunst zu begeistern – Präzision und Kraft auf kleinstem Raum bewirken stets Großes.

Erfahren Sie mehr darüber in den spannenden Berichten, Porträts und Interviews dieser Ausgabe der FAULHABER motion – dem Magazin mit Antrieb.

Ich wünsche Ihnen bewegendes Blättern und Lesen!

Mit den besten Grüßen



Gert Frech-Walter
Geschäftsführer

IMPRESSUM

Ausgabe 01.2018

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
www.faulhaber.com

Gestaltung:
Werbeagentur Regelmann
Pforzheim · Germany
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 zweimal jährlich und wird Kunden, Interessenten und Mitarbeitern von FAULHABER kostenlos zugestellt.

Die FAULHABER motion gibt's auch als App.

www.faulhaber.com/motion

30 JAHRE EINEN SCHRITT VORAUS

FAULHABER PRECIstep feiert sein 30-jähriges Bestehen: 1988 gründeten die Herren Arnoux und Richard in La Chaux-de-Fonds, einer der Metropolen der Schweizer Uhrenindustrie im Kanton Neuenburg in der Westschweiz, ihr Unternehmen Arnoux Richard SA Porte Echappement, kurz „ARSAPE".

30 YEARS OF STEPPER MOTORS

Als Management-Buy-out gegründet, um den Bau von Uhrantrieben zu übernehmen, entstanden die ersten 1- und dann 2-Phasen-Schrittmotoren – mit einem Leistungs-Volumen-Verhältnis und einer Präzision, welche herkömmlichen Antriebstechnologien einen Schritt voraus waren. Motoren, mit denen größere Systeme elektronisch und vor allem sehr viel exakter als bisher angetrieben werden konnten und die nicht nur in der Uhrenindustrie sehr gefragt waren. Das Produktprogramm wurde stetig ausgebaut und die Belegschaft – 12 Kollegen waren den Gründern gefolgt – wuchs parallel zum Bedarf an High-End-Schrittmotoren rasant an.

So war der Schritt für FAULHABER nur folgerichtig, 2001 zur Erweiterung seines technologischen Portfolios bei ARSAPE einzusteigen und den Schrittmotorenspezialist in die Unternehmensgruppe der FAULHABER Drive Systems zu integrieren. 2012 folgte die Umbenennung von ARSAPE in FAULHABER PRECIstep SA. Nach langen Jahren in einem Uhrenhersteller-typischen, traditionsreichen Gebäude trug man der Weiterentwicklung auch räumlich Rechnung: 2015 erfolgte der Umzug in ein größeres, modernes Industriegebäude, um mit den erforderlichen Produktionsstandards weiterhin als führendes Unternehmen auf dem Markt für hochwertige Miniatur-Schrittmotoren bestehen zu können.

Heute produziert FAULHABER PRECIstep 2-Phasen-Permanentmagnet-Schrittmotoren von 6 bis 22 mm Durchmesser. Die winzigen Aktuatoren mit beeindruckendem Leistung-Volumen-Verhältnis unterstützen die zunehmende Miniaturisierung in vielen Branchen. Zusammen mit den spielarmen Getrieben der FAULHABER Drive Systems können sie an Orten arbeiten, die bisher kaum oder nicht erreichbar waren. Höchste Qualitätsstandards garantieren dabei maximale, langzeitstabile Leistung. Ein entscheidender Mehrwert ist zudem, dass FAULHABER PRECIstep seine Antriebe auch exakt an Kundenwünsche anpasst. Entsprechend breit ist die Anwendungsvielfalt: Von Optik und Photonik, speziell im medizinischen Bereich, bis hin zur Luft- und Raumfahrt, die neben Leistungsstärke eine absolute Zuverlässigkeit weit über 10 Jahre hinaus fordert. So werden Schrittmotoren von FAULHABER PRECIstep beispielsweise 2020 bei der nächsten Rover-Expedition auf den Mars mit dabei sein. Vorher aber, am 22. Juni 2018, feiert FAULHABER PRECIstep in La Chaux-de-Fonds seine 30-jährige Erfolgsgeschichte.

WEITERE INFORMATIONEN

FAULHABER
www.faulhaber.com

Presto FORTISSIMO

Konzertpianisten müssen heute geradezu sportliche Höchstleistungen vollbringen. Vor allem bei den großen Klavierkonzerten gehen sie oft an die Grenzen dessen, was Fingerkraft und Flügelmechanik hergeben. Der Physiker und Amateurpianist Dr. Antoine Letessier-Selvon will diese Grenzen verschieben – mit Hilfe eines Linearmotors von FAULHABER.

Sie sind ein namhafter Teilchen- und Astrophysiker und hauptberuflich in der Spitzenforschung tätig. Woher kommt Ihr Interesse fürs Klavier?

Bevor ich mich für die Physik entschied, wollte ich Konzertpianist werden. Meine Kinder spielen Klavier, ein Flügel bildet das Zentrum unserer Wohnung. An diesem Instrument sollte etwas gerichtet werden, und so lernte ich Laurent Bessières kennen, den Klavierstimmer der Pariser Philharmonie. Wir sprachen über die Klaviermechanik, und er fragte mich als Physiker, ob es eine Möglichkeit gäbe, dem Anschlag mehr Kraft zu verleihen.

Warum braucht der Anschlag mehr Kraft?

Als Mozart und Beethoven ihre Klavierkonzerte schufen, wurden diese vor höchstens einigen hundert Zuhörern aufgeführt. Heute gibt es Säle, die bis zu 2.500 Besucher fassen. Auch die Orchester sind seitdem immer größer und lauter geworden. Die Klaviermechanik ist dagegen seit über hundert Jahren praktisch unverändert geblieben. Gerade bei schnellen Passagen, die sehr laut oder sehr leise gespielt werden sollen, sind die Grenzen der Physik ausgereizt. Der Pianist hat keine Möglichkeit, den Ton über diese Grenzen hinaus zu variieren.

Wodurch sind die Grenzen definiert?

Zum einen gibt es selbst bei extremem Training eine natürliche Höchstgrenze der Fingerkraft, die man erreichen kann. Zum anderen ist die Klaviermechanik den Gesetzen der Physik unterworfen. Ihre wichtigsten Elemente sind in dieser Hinsicht erstens der Anschlagweg der Taste, zweitens das Hebelverhältnis, mit dem dieser Weg in die Bewegung des Hammers übersetzt wird, und drittens das Gewicht des Hammers. Der Anschlag wurde mit der Zeit schon verlängert, von etwa sieben Millimeter zu einem Zentimeter – mehr geht nicht, wenn man auch schnelle Passagen spielen will. Das Hebelverhältnis von fünf Millimeter lässt sich aus konstruktiven Gründen kaum variieren. Der Hammer hat mit einer Masse von zehn bis zwölf Gramm ebenfalls die Höchstgrenze erreicht. Mit noch mehr Gewicht würde seine Trägheit das Spiel behindern.

Wie kann man die Grenzen erweitern?

Die Idee ist, die Erzeugung des Klangs ganz vom Anschlag zu trennen und eine maschinelle Kraftquelle einzufügen. Das war mein Vorschlag an Laurent Bessières, und wir begannen, uns in dieser Richtung umzusehen. Schließlich stieß ich im Internet auf den Linearmotor LM 1247 von FAULHABER, nachdem ich eine große Zahl ungeeigneter Modelle aussortiert hatte. Dieser Antrieb erreicht eine extrem hohe Leistung und hat genau die richtige Größe. Er ist exakt so breit wie eine Klaviertaste! Es würde zwar auch mit einem Millimeter mehr oder weniger funktionieren, aber dieses Detail verstärkte das Gefühl, dass hier alles perfekt zusammenpasst.

Wie ging es weiter?

Im vergangenen Jahr konnten wir beim Centre National de la Recherche Scientifique ein Forschungsprojekt starten. Als Forschungsleiter am CNRS habe ich dort Zugriff auf hervorragende Spezialisten für Elektronik und Mechanik, die entscheidende Beiträge zur Verwirklichung unserer Idee leisten. Sie hätten sicher gleich gewusst, wo ich den passenden Motor finden kann, wenn ich sie gefragt hätte.

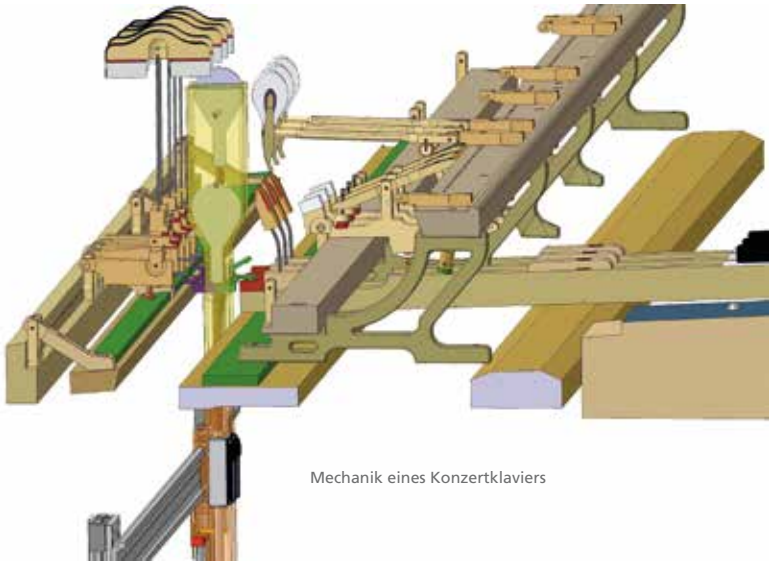
Außerdem konnten wir die Unterstützung des Klavierbauers Stephen Paulello gewinnen, der in seinem Fach für außergewöhnliche Entwicklungen bekannt ist und uns in vielen Punkten hilft.

Wie funktioniert es technisch?

Wir befestigen einen Beschleunigungssensor am Hammerstiel, der mit dem Druck auf die Klaviertaste bewegt wird. Er erfasst die Bewegung des Anschlags sehr präzise in Stärke und Tempo. Sein Signal wird von einer elektronischen Steuerung, dem Controller, an einen Linearmotor übermittelt. Dieser übersetzt es extrem präzise in eine Bewegung des Hammers. Der Hammer sitzt auf der Achse des Motors, an derselben Stelle unter der Saite wie bei der herkömmlichen Mechanik. Ich möchte betonen, dass wir kein selbstspielendes mechanisches Klavier bauen wollen – das gibt es schon, und es produziert Klang, aber nicht wirklich Musik. Wir wollen stattdessen den Pianisten unterstützen und ihm neue Möglichkeiten eröffnen. Der Künstler behält die vollständige Kontrolle über den Ton. Wir sprechen vom assistierten Klavier.

Welche Vorteile bringt diese Assistenz?

Dank der externen Energiequelle können wir jetzt einige Dinge verändern. Das Gewicht des Hammers lässt sich problemlos auf fünfzig Gramm oder mehr erhöhen. Ein schwererer Hammer schafft ein größeres Klangvolumen, er kann durch die größere einwirkende Kraft ein breiteres Spektrum von Obertönen anregen. Wir können das Hebelverhältnis zwischen Anschlag und Hammerweg dynamisch verändern, zum Beispiel indem wir ein viertes Pedal einführen und damit die Kraft des „Hebelarms" – also des Motors – vergrößern oder verkleinern. Damit



Mechanik eines Konzertklaviers

bekommt der Pianist ganz neue Möglichkeiten, wenn er etwa sehr schnelle Passagen besonders leise oder laut spielen will. Wir können den Tastenweg nach den Vorlieben des Künstlers einstellen. Der Klavierstimmer kann alle Hämmer innerhalb von etwa zehn Minuten austauschen und so genau an die Bedürfnisse eines Pianisten anpassen. Bei einer herkömmlichen Mechanik erfordert eine solche Anpassung viele Stunden Arbeit.

Ergibt sich aus dem Zwischenschalten von Sensor, Steuerung und Motor nicht eine Verzögerung zwischen Anschlag und Ton?

Eher das Gegenteil. Die herkömmliche Mechanik besitzt eine beträchtliche Trägheit. Bei leisem Spiel bewegt sich der Hammer zum Beispiel mit etwa

0,5 Meter pro Sekunde, beim Fortissimo zehnmal so schnell. Dieser Faktor 10 stört den Pianisten also nicht. Auch der Tastenanschlag selbst braucht etwa 10 Millisekunden, wenn man sehr schnell spielt und entsprechend länger bei langsamem Spiel. Die Reaktionszeit des Motors wird wohl deutlich unter 10 Millisekunden, eher sogar unter einer Millisekunde, liegen. Unsere Elektronik reagiert ebenfalls im Mikrosekundenbereich. FAULHABER hat das längste Intervall in unserem System gemessen, den Zeitverzug zwischen der Stromabgabe des Controllers und der Stromaufnahme des Motors. Er liegt im Bereich weniger hundert Mikrosekunden, also deutlich unter einer Millisekunde. Ich bin sicher, dass der Pianist keine Verzögerung spüren wird.

Wie weit sind Sie mit dem Forschungsprojekt gekommen?

Wir haben letztes Jahr mit einem Monochord, also einer einzelnen Saite begonnen, um die Technik grundsätzlich auf ihre Machbarkeit zu prüfen. Wir wissen seitdem, dass wir den richtigen Beschleunigungssensor und den richtigen Motor gefunden haben. FAULHABER hat für uns eine beschleunigungsorientierte Steuerung entwickelt, die besser zum Instrument passt als die übliche Geschwindigkeitssteuerung mit dem Speed Controller. Wir sind jetzt dabei, die assistierte Mechanik im Detail zu entwickeln. Bis Juni möchten wir eine Oktave, also zwölf Töne, beherrschen. Wenn das erreicht ist, werden wir den ganzen Flügel mit der assistierten Mechanik ausstatten. Im nächsten Jahr würden wir gern das erste Konzert veranstalten.

Wie wichtig ist der Motor für das Projekt?

Ohne ihn hätten wir es gar nicht beginnen können. Noch vor einigen Jahren gab es keinen Motor mit den Leistungsmerkmalen, die wir benötigen. Er muss bei geringen Abmessungen sehr stark sein, extrem schnell beschleunigen und sich absolut präzise steuern lassen. Bei alledem muss er völlig geräuschlos arbeiten. Erst die Fortschritte der letzten Jahre, etwa bei den Neodym-Permanentmagneten, haben einen solchen Motor möglich gemacht, und natürlich die Entwicklungsarbeit von FAULHABER.

LINEARE DC-SERVOMOTOREN

Serie LM 1247...11
∅ 12,5 mm, Länge 49,4 mm
Dauerkraft 3,6 N

WEITERE INFORMATIONEN

INSTITUT LAGRANGE DE PARIS
WWW.ILP.UPMC.FR

FAULHABER
www.faulhaber.com

LEUCHTFEUER DER MODERNE

Leuchttürme: So alt und ehrwürdig die Bauwerke wirken, so modern und robust präsentiert sich die Technik im Inneren. Verfügbarkeit sowie niedrige Unterhaltungskosten mit langen Wartungsintervallen sind entscheidende Kriterien bei der Auswahl von Leuchtmitteln und der elektromechanischen Mimik. Wer an Frankreichs Küsten einen Blick ins Lampenhaus wirft, hat gute Chancen, Antriebstechnik von FAULHABER zu erleben.

Frankreich ist das Land der Riesen. Nirgends auf der Welt gibt es an der Küste so viele Leuchttürme mit einer Höhe von mehr als 80 Metern. Die beeindruckenden Bauwerke sind dabei nicht unbedingt der Tatsache geschuldet, dass die Küstenabschnitte Frankreichs besonders gefährlich sind. Vielmehr resultieren Größe und auch die reichen Verzierungen der Gebäude aus dem selbstbewussten Nationalstolz heraus – und aus Werbung in eigener Sache. Denk ich an Leuchttürme, denk ich an Henry Lepaute. Der Name fällt, sobald es sich um die Technik dieser maritimen Seezeichen dreht. Lepaute baut die Optiken, die dafür sorgen, dass das Licht auch noch in 40 Kilometern Entfernung zu sehen ist. 23 nautische Seemeilen – so weit muss der Strahl aus dem Lampenhaus mindestens reichen.

Die markanten Leuchttürme gehören mit Tonnen, Satellitennavigation und Radar zu einem Vierklang, der Schiffsführern die nötige Orientierung gibt. Gerade in küstennahen Bereichen sind visuelle Schifffahrtszeichen durch nichts zu ersetzen. Die Dichte ist in Frankreich vor allem an der Kanalküste aufgrund der enormen Gezeitenunterschiede des Wasserstands besonders hoch. Rund 120 Leuchttürme mit rotierendem Licht sind es, die in der Grand Nation von der staatlichen Behörde Cerema betrieben, kontrolliert und instandgehalten werden – und darin drehen sich besonders häufig die Optiken von Henry Lepaute, die wiederum auf der Grundlagenforschung des Franzosen Jean Augustine Fresnel über die Wellenbewegung des Lichts beruhen. Das Ergebnis ist eine aus bis zu 20 ringförmigen Sektoren aufgebaute Linse mit einer Brennweite bis 700 Millimeter. Die Linsen brechen das in alle Richtungen ausstrahlende Licht in eine horizontale Ebene und machen es damit weit sichtbar.

Das typische Blinken der Leuchttürme lässt sich mit drei technischen Verfahren erreichen: Durch eine kontinuierliche Lichtführung mit blinkendem Leuchtmittel, einer kontinuierlichen Leuchtquelle mit starr angeordneten Linsen und umlaufender Blende sowie – und das ist die am häufigsten anzutreffende Variante – der Kombination aus Dauerlicht und umlaufendem Linsensystem.

Im Zuge kontinuierlicher Modernisierung setzt Cerema auf LED-Technik – und erschließt sich damit die Vorteile einer langlebigen und robusten Beleuchtung. Die Verfügbarkeit liegt nach Angaben von Cerema bei rund 99 Prozent. „Diese Betriebssicherheit wollen wir auch beim Antrieb für die Rotationsoptik erreichen“, betont Laurent Bernicot aus dem Bereich Navigations- und Positionssysteme bei Cerema. „Die Zuverlässigkeit war ein sehr wichtiges Kriterium bei der Antriebsauswahl – und brachte uns zu FAULHABER.“

Das Ergebnis bei der Auslegung mit Herstellerevaluation: DC-Kleinstmotoren der FAULHABER Serien 2342 und 3257 sowie bürstenlose DC-Servomotoren der Serie 3268 – jeweils kombiniert mit abgestimmten FAULHABER Planetengetrieben. Neben der generellen Funktionalität der Antriebe beinhalteten intensive Testdurchläufe das Verhalten gegenüber salzhaltiger Luft. „Wir haben Türme an Land und im Meer. Die Antriebe müssen auch dort sicher laufen – und dieses nicht nur in Frankreich selbst, sondern auch in Französisch-Guayana oder den Überseeinseln Saint-Piere und Miquelon vor der Küste Neufundlands.“

Doppelantrieb für maximale Betriebssicherheit

Der hohe Anspruch an die Betriebssicherheit schlägt sich konstruktiv nieder in einer Antriebseinheit mit zwei Motoren – ein Aufbau, der sich auch in deutschen Leuchttürmen wiederfindet. „Zwei Motoren sind mit einem Getriebe verbunden und laufen abwechselnd“, erklärt Dirk Berger, Pressesprecher des Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Stralsund. Der wechselseitige Betrieb harmonisiert die Betriebsstunden und sichert die Verfügbarkeit, da längerer Stillstand regelmäßig Anlaufschwierigkeiten zur Folge hat. Sollte ein Motor ausfallen, schaltet die Anlage im Leuchtturm automatisch auf den zweiten Motor um und meldet diese Störung an die Leitstelle. „Gerade die großen Leuchttürme werden bei uns fernüberwacht“, berichtet Berger. Hierbei ist eine zweistufige Eskalationsstufe in die Steuerung integriert: Vorwarnung bei sich androhenden Störungen und der Ausfall.

Überwacht wird der verlässliche Betrieb mit einem Sensor, der die Zeit pro Umdrehung misst. „Die Leuchttürme müssen sich mit exakt der Geschwindigkeit drehen, die ihrer Kennung entspricht“, sagt Dirk Berger. Hinter der Kennung steckt eine besondere Art der Blinkfolge, die in den Seekarten verzeichnet ist und vor allem nachts im Zuge der Navigation die eindeutige Zuordnung eines Leuchtturms ermöglicht. „Unser Ziel ist deshalb, eine konstante Rotationsgeschwindigkeit auf optischer Ebene zu erreichen“, erklärt Bergers französischer Kollege Laurent Bernicot aus Plouzane in der Bretagne. „Deshalb müssen wir motorisch exakt sein.“

Die Steuerung in den französischen Leuchttürmen ist eine Eigenentwicklung des Cerema-Fachbereichs EMF. Die Abkürzung steht für eau, mer, fleuves – also Wasser, Meer, Flüsse. Die Intelligenz im Lampenhaus gibt vor, wie häufig und in welchem Takt das Licht in einer Zeiteinheit zu sehen ist. Wie in Deutschland auch, misst ein Sensor die Rotationsgeschwindigkeit der Optik und überträgt die Informationen an die Steuerung. Nach der Berechnung stellt der Regler die Motordrehzahl über den analogen Sollwert direkt auf die Motorversorgungsspannung ein. Die Kontrolle und die Einstellung der Geschwindigkeit wird dauerhaft gemacht, im Falle eines erkannten Problems speichert die Automatisierungslösung des EMF-Fachbereichs den Fehler und setzt den zweiten Motor in Betrieb.

DC-KLEINSTMOTOR
Serie 3257 ... CR
∅ 32 mm, Länge 57 mm
Drehmoment 73 mNm

Sollte ein Motor ausfallen, schaltet die Anlage im Leuchtturm automatisch auf den zweiten Motor um und meldet diese Störung an die Leitstelle.

Im Rahmen der Auslegung haben die EMF-Mitarbeiter drei unterschiedliche Motorentypen als Standardantriebslösung ausgewählt. Der Gleichstromkleinstmotor der Serie 2342 ist für kleine Optiken zugeschnitten, die nur eine geringe Motorleistung erfordern. Mittelgroße Optiken werden von der graphitkommutierten FAULHABER Serie 3257 in Bewegung gebracht. Für den Einsatz in leistungsstarken Anlagen mit hoher Leuchtintensität und entsprechend schwerer Konstruktion sind schließlich die bürstenlosen vierpoligen Servomotoren der Serie 3268 eingesetzt. Wenn Laurent Bernicot von „schweren Anlagen" spricht, dann steckt dahinter eine Scheinwerferoptik, deren Masse zwischen 200 Kilogramm und einer Tonne liegt.

Wichtig ist deshalb bei der Auslegung abseits des Normalbetriebs, dass die Motoren kräftige Spitzenmomente liefern, um die hohen Anfahrdrehmomente zwischen 5 und 8 Nm sicher zu beherrschen. „Auch das war ein wesentlicher Grund für die Auswahl der FAULHABER Motoren", erklärt Bernicot. Kommt es hingegen zum Stillstand, weil die Leuchttürme nur in der Nacht in Betrieb sind, dann wird beim Anhalten des Scheinwerfers die Optik über einen in der Rotationsmaschine integrierten Freilauf vom Motor entkoppelt.

Vom Turmuhrantrieb zum hochpräzisen Elektromotor

Vor noch gut einhundert Jahren wurden die Optiken auf Leuchttürmen noch von einem Turmuhrantrieb gedreht. Hierbei handelt es sich vom Konstruktionsprinzip her tatsächlich um ein angepasstes mechanisches Uhrwerk für Kirchen, das vom Leuchtturmwärter regelmäßig durch Gewichte wieder aufgezogen werden musste. „In den 1930er Jahren kamen die ersten Elektroantriebe", berichtet Dirk Berger, Pressesprecher des Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Stralsund. Eine weitere Modernisierungswelle startete in den 1980er Jahren. Die Technik ist noch heute in Betrieb. Die lange Lebensdauer ist das Resultat regelmäßiger Wartungen und dem Betrieb weit unterhalb der maximal verfügbaren Drehmomente.

Fazit

Die Rahmenbedingungen in einem Leuchtturm sind angesichts der Ansprüche an die Verfügbarkeit mit langen Wartungsintervallen anspruchsvoll. Deshalb ist es so wichtig, eine enge Projektpartnerschaft zu pflegen. Cerema und die französische FAULHABER Niederlassung arbeiten seit 2011 eng zusammen.

WEITERE INFORMATIONEN

FAULHABER
www.faulhaber.com

WÄRME Ruhe GEBORGENHEIT

Wenn ein Kind zu früh auf die Welt kommt, ist seine Entwicklung im Mutterleib noch nicht abgeschlossen. Den nötigen Schutzraum zum Aufholen verschafft ihm ein Inkubator, zum Beispiel von Tende Elektronik. Der Medizintechnik-Spezialist aus Ankara setzt bei der Klimatisierung der Brutkästen auf Lüfter-Motoren von FAULHABER.

Vierzig Wochen dauert eine normale Schwangerschaft. In dieser Zeit bekommt das Baby im Mutterleib alles was es braucht. Sauerstoff und Nahrung erhält es durch die Nabelschnur, für die ideale Temperatur sorgt das Fruchtwasser und die Körperwärme der Mutter. Ihre Bewegung und Berührung, die Körper- und Außengeräusche liefern die Sinneseindrücke, die für die Entwicklung des Gehirns sehr wichtig sind. Eine zu frühe Geburt beraubt den Fötus vorzeitig dieser wichtigen Ressourcen.

Dank der modernen Neonatalmedizin – so heißt die ärztliche Versorgung von Frühgeborenen – haben Babys dennoch schon ab der 25. Schwangerschaftswoche eine gute Chance, auch außerhalb des Mutterleibes zu überleben. Etwa 80 Prozent der Frühchen können ihr Wachstumsdefizit sogar innerhalb der ersten zwei Jahre aufholen und sich völlig normal entwickeln.

Konstante Wärme ist lebenswichtig

In den ersten Wochen und Monaten brauchen sie allerdings umfassende Fürsorge und den Schutzraum eines Inkubators. Der Brutkasten simuliert die physiologischen Bedingungen, die normalerweise im Mutterbauch herrschen. Er bietet – neben verschiedenen Möglichkeiten der Hilfestellung bei der Ernährung – vor allem eine angenehme und konstante Wärme sowie gleichbleibende Luftfeuchtigkeit.

Das sind entscheidende Größen, denn die Organe des Kindes sind – je nach zeitlichem Abstand zum normalen Geburtstermin – mehr oder weniger deutlich unterentwickelt. Der kleine Körper ist noch nicht in der Lage, seine Temperatur selbst zu regulieren. Die Lungen brauchen zudem oft angereicherte Luft, um genügend Sauerstoff aufnehmen zu können.

„Der Brutkasten wird mit genau temperierter und befeuchteter Luft versorgt", erklärt Ferhat Yıldız, CEO bei Tende Elektronik. „Sie wird wie durch einen Impeller, also einen von einem Gehäuse umschlossenen Propeller, in das Innere des Kastens befördert. Dieser Lüfter ist damit eine entscheidend wichtige Komponente für die Funktion des Inkubators und das Wohlbefinden des Babys."

Der Impeller muss aber mehr tun, als nur die Luft in gleichbleibendem Strom zuzuführen, denn der Brutkasten kann nicht durchgehend geschlossen bleiben. Zur Pflege und Behandlung des Babys, und natürlich für den unerlässlichen Körperkontakt zu den Eltern, wird er regelmäßig ganz oder teilweise geöffnet. Der Lüfter sorgt dann für einen „Luftvorhang", der das Eindringen kälterer Luft weitgehend verhindert. Zugleich führt er mehr warme Luft zu, um den dennoch unvermeidlichen Temperaturabfall auszugleichen. Mit der Drehzahl des Impellers wird deshalb auch die Temperatur im Brutkasten geregelt.

Leise Technik verhindert Hörschäden

Zugleich sind der Lüfter und sein elektrischer Antrieb jedoch auch eine Geräuschquelle, die sich sehr nah am kleinen Körper befindet. Wie die anderen Organe sind auch die Ohren des Frühchens noch nicht voll entwickelt und deshalb besonders empfindlich. Steigt der Lärmpegel über einen bestimmten, vergleichsweise sehr niedrigen Wert, besteht die Gefahr dauerhafter Hörschäden. Da der Impeller ununterbrochen läuft, muss sein Betriebsgeräusch deutlich unter diesem Wert liegen.

Daraus ergibt sich eine klare Anforderung an den Antrieb: Er muss so leise wie möglich laufen. Der FAULHABER Motor erreicht das unter anderem durch sein eisenloses Design, mit dem das Rastmoment eliminiert ist: Das „Ruckeln" bei jeder Umdrehung, das bei Elektromotoren mit Eisenanker unvermeidlich ist, kann hier nicht entstehen. Das Geräusch der elektromagnetischen Interferenz wird außerdem durch einen integrierten Speed Controller minimiert. Denn eine weitere Geräuschquelle ist die sogenannte Pulsweitenmodulation (PWM): Durch sie wird die Stromversorgung des Motors in sehr kurzen Abständen an- und ausgeschaltet. Die Pulsweite – der Abstand zwischen den Schaltvorgängen und ihre jeweilige Dauer – beeinflusst die Drehzahl und erlaubt eine präzise Steuerung. Die PWM kann aber ein brummendes Geräusch verursachen. Das sogenannte Elektrorauschen wird bei den hier verwendeten Bürstenlosen DC-Servomotoren – 2232...BX4 SC für stationäre und 3153...BRC für mobile Brutkästen (beide Modelle verfügen über integrierte Speed Controller) – durch die sehr hohe Frequenz der PWM sowie den Verzicht auf einen gesonderten Zuleitungsdraht zwischen Motor und Elektronik vermieden.

Elektrischer Antrieb für den Inkubator

„Entscheidend für ein minimiertes Geräusch ist auch die perfekte Balance und die minimalen Toleranzen der Einzelteile“ erklärt Tiziano Bordonzotti. Er hat bei FAULHABER die Zusammenarbeit mit Tende Elektronik koordiniert und die Entwicklung der kundenspezifischen Lösung organisiert. „Daraus resultieren die hervorragenden Laufeigenschaften der Motoren.“ Diese haben großen Anteil daran, dass die Inkubatoren von Tende Elektronik mit 42-45 dB – das entspricht einem Flüstern oder leiser Musik – einen besonders niedrigen Geräuschpegel aufweisen. Für die präzise und zuverlässige Steuerung der Antriebe sorgt ein integrierter Speed Controller. Dieser wiederum trägt dazu bei, dass die Einheiten sehr kompakt und leicht bleiben, was vor allem bei den mobilen Inkubatoren eine wichtige Rolle spielt.

Zertifizierung für Medizintechnik

Ferhat Yıldız lobt die Kooperation: „FAULHABER hat uns umfassend unterstützt und den für uns idealen Antrieb entwickelt. Die hohe Qualität des Motors passt zur hohen Qualität unserer Inkubatoren. Ein weiterer Vorteil für uns entspringt der Tatsache, dass die Produktionsstätte des Motors über die nötigen ISO-Zertifikate für Medizinprodukte verfügt und wir diese Komponente ohne zusätzlichen Zertifizierungsaufwand einbauen können.“

Tende Elektronik, so erzählt der CEO, hat als OEM-Lieferant für andere Firmen bereits seit den 1990er-Jahren Brutkästen für Frühgeborene produziert. Seit drei Jahren tritt das Unternehmen, das in der Ankara Technopolis der Universität der türkischen Hauptstadt Ankara angesiedelt ist, unter eigenem Namen auf. Inzwischen exportiert es seine Produkte in Dutzende von Ländern. Dieser Erfolg, ist Yıldız sicher, hat mit der klaren Ausrichtung auf Qualität und Innovation zu tun: „Wir sind zum Beispiel das erste Unternehmen weltweit, das die Masimo Rainbow SET-Technologie direkt in Inkubatoren integriert. Mit ihr ist eine besonders sensible, nichtinvasive Überwachung der Körperfunktionen des Neugeborenen möglich.“

Neben dem Wohlbefinden des kleinen Patienten spielt noch ein weiterer Aspekt eine entscheidende Rolle. Der Inkubator ist rund um die Uhr in Betrieb, und die Neonatalkliniken wollen die Geräte über lange Zeit nutzen. „Wir zielen auf eine Einsatzzeit von mindestens zehn Jahren“, sagt der CEO. „Die Komponenten – also auch der Motor – müssen also sehr lange mit höchster Zuverlässigkeit ihre Arbeit verrichten. Bei den Motoren von FAULHABER wissen wir, dass sie dazu in der Lage sind.“

BÜRSTENLOSE DC-SERVOMOTOREN MIT INTEGRIERTEM SPEED CONTROLLER

Serie 2232 ... BX4 SC
∅ 22 mm, Länge 32 mm
Drehmoment 17,5 mNm

WEITERE INFORMATIONEN

TENDE ELEKTRONIK
www.tende.com.tr

FAULHABER
www.faulhaber.com

SMARTE LOGISTIK

Kleinstantriebe und Motion Controller von FAULHABER machen den Pick-Roboter TORU von Magazino so vielseitig einsetzbar. Mit Blick auf den stetig wachsenden Online-Handel sind Logistik und Materialfluss begehrte Spielfelder für technischen Fortschritt – mit dem Ziel, durch Automation und Digitalisierung die Effizienz zu steigern. Das noch junge Unternehmen Magazino aus München hat sich dazu aufgemacht, autonomes Fahren und Robotik intelligent miteinander zu kombinieren. TORU heißt die Lösung und sie hat das Zeug dazu, die Logistik zu revolutionieren. Für die Handlingsabläufe im selbstfahrenden Logistikroboter setzt Magazino Antriebslösungen von FAULHABER mit integriertem Motion Controller ein.

Die eigene Vision ist klar formuliert: Magazino will das erste selbstdenkende und selbsthandelnde Warenlager der Welt schaffen – und ist auf bestem Weg dahin. TORU heißt der neue Logistikroboter, der sich aktuell im Praxistest bei großen Versanddienstleistern bewährt. Diese nutzen das intelligente, selbstfahrende System vor allem für die Auslagerung von Schuhkartons im Rahmen der Kommissionierung. Bei TORU handelt es sich konzeptionell um einen so genannten perzeptionsgesteuerten Roboter. Dieser ist in der Lage, durch Kameras, Bildverarbeitung, Sensoren und künstliche Intelligenz seine Umwelt wahrzunehmen, richtig zu interpretieren und darauf basierend Entscheidungen zu treffen.

Roboter verschafft sich sein eigenes Bild

Entscheidungen treffen? Bekommt TORU den Auftrag, ein bestimmtes Paar Schuhe zu picken, steckt dahinter zunächst die Lageradresse plus ein Barcode. Der Roboter weiß also, wo das Zielfach sein muss und navigiert dicht an dieses heran. Anschließend dreht sich die Hubsäule vorne am Fahrzeug um 90 Grad zum Regal, ein Greifer fährt zum angegebenen Fach und ab jetzt trifft TORU eigenständig Entscheidungen. Über dreidimensionale Kameraaufnahmen verschafft sich der Roboter zunächst ein Bild von der Ist-Situation. „Liegt im Regal überhaupt ein Schuhkarton? Gibt es den passenden Barcode? Bin ich überhaupt in der Lage, den Schuhkarton zu greifen, weil dieser vielleicht ein paar Zentimeter verschoben ist und sich beim Herausziehen verklemmen würde?“ Mit diesen Fragen beschreibt Magazino-Pressesprecher Florin Wahl zentrale Aufgabenstellungen der visuellen Analyse. Die Antworten darauf sind es, die das System aus München so einzigartig machen. Steht hinter einem Pickauftrag etwa ein Karton, der von einem Mitarbeiter etwas schief im Regal abgelegt wurde, versucht der Roboter seinen Greifprozess an die Gegebenheiten anzupassen. Stellt TORU fest, dass ein Greifen trotzdem nicht möglich sein wird, geht der Job an das System zurück – und ein Lagerarbeiter müsste das Kommissionieren per Hand übernehmen.

TORU Pick-Roboter im Einsatz

Stehen die Rahmenbedingungen auf grün, dann sind es vor allem Antriebe von FAULHABER, die für das Handling der Schuhkartons verantwortlich sind. Hierbei bilden Motion Controller, bürstenlose DC-Servomotoren der Serie BX4 und Planetengetriebe ein Antriebssystem, das eine Metallzunge aus- und wieder einfährt. Die Aufgabe besteht in diesem Fall darin, die Lücke zwischen dem Fahrzeug und dem Regalboden zu schließen. So ist der Weg geebnet, um die Kartons auf der glatten Fläche mit Unterdruck herauszuziehen.

BÜRSTENLOSE DC-SERVOMOTOREN

Serie 3268 ... BX4
∅ 32 mm, Länge 68 mm
Drehmoment 96 mNm

Hohes Überlastverhalten

Für die Positionierung des Sauggreifers entlang einer Zahnstange setzt Magazino FAULHABER Antriebe vom Typ BX4 ein. Mit einer Leistung von 62 Watt liefern die bürstenlosen DC-Servomotoren im Dauerbetrieb Nennmomente bis 72 mNm. Interessant für Magazino sind die Spitzenmomente bis 96 mNm. Die Überlastfähigkeit ist entscheidend, um die Losbrechmomente beim Handling der Schuhkartons sicher zu bewältigen. „Wir brauchen Motoren mit hoher Leistungsdichte“, erklärt Raphael Vering aus der Maschinenbauentwicklung bei Magazino. Da die Spitzenmomente der Motoren nur in einem eng bemessenen Zeitfenster gefragt sind, besteht keine Gefahr vor Überhitzung.

WEITERE INFORMATIONEN

MAGAZINO GMBH
www.magazino.eu

FAULHABER
www.faulhaber.com

Kleinere Antriebe

Das kräftige Überlastverhalten der Motoren mit ihrem Durchmesser von gerade einmal 32 Millimetern bringt für die Münchner Logistikpioniere eine Reihe von Vorteilen mit sich. In der Auslegung ist die Grundlage geschaffen, durch die sichere Beherrschung der Losbrechmomente kleinere Motoren einsetzen zu können. Dies hat zur Folge, dass kleinere Antriebe naturgemäß leichter sind. „Die Masse des Greifers muss so gering wie möglich sein, da er im TORU auf der Vertikalachse mit bewegt werden muss“, verdeutlicht Raphael Vering. Je schwerer die Greifeinheit, desto größer die gefragte Motorleistung der Vertikalachse. Dann bliebe da noch die Frage des Schwerpunktes, wenn TORU Schuhkartons im obersten Boden eines Zwei-Meter-Regals greifen soll.

Ohne Frage: Der Schwerpunkt ließe sich recht unkompliziert durch eine stärkere Grundplatte wieder nach unten verlagern. Das jedoch macht die Fahreinheit schwerer. Folglich ist ein stärkerer Antriebsmotor notwendig. Der fordert vom Akku wiederum mehr Leistung ab und verkürzt so die Reichweite. Die Leichtigkeit in der Konstruktion ist auch deshalb geboten, weil TORU nicht nur auf festem Beton im Erdgeschoss einsetzbar sein soll, sondern auch auf filigranen Deckenkonstruktionen von Zwischengeschossen. „Gerade hier sind die erlaubten Flächenlasten stark limitiert. Wir wollen TORU aber möglichst variabel einsetzen können“, merkt Florin Wahl an. Größere Motoren würden zudem das Handling behindern – gerade dann, wenn Kartons wenige Zentimeter über dem Fußboden lagern und die Antriebe dafür einfach nicht im Weg sein dürfen. Mit der FAULHABER Lösung kommt Magazino ganz weit runter und eben auch rauf. „Das ist enorm wichtig, wenn wir die Kapazität eines Lagers zur Grundfläche betrachten. Jeder Regalboden mehr ist Gold wert“, bringt es Florin Wahl auf den Punkt.

Hinter der Idee von TORU steckt in der Umsetzung ein ausgefeiltes System aus Automation, Robotik, Vision und autonomem Fahren. Magazino war bei der Evaluierung der Antriebe deshalb auf der Suche nach Lösungen mit optimaler Leistungsdichte. Die Motoren müssen sich elegant in den vorhandenen Automationsverbund integrieren lassen. „Die Unterstützung der CANopen-Kommunikation war für uns entscheidend“, blickt Raphael Vering zurück. Dass die Münchner bei FAULHABER zudem eine passgenaue Motion Control Gesamtlösung nutzen können, verschaffte der Entwicklung mehr Freiraum für die weitere Optimierung der neuen Logistiklösung. „Wir müssen keine Zeit in die Konzeption eigener Regler oder die Integration von Encodern stecken“, unterstreicht Vering. Die Motion Controller der FAULHABER Generation V2.5 bilden mit den DC-Servomotoren hochdynamische Positioniersysteme. Als Rückführung nutzt Magazino die analogen Hallsensoren und spart sich damit den Einsatz eines gesonderten Encoders für die Rückführung. Die integrierte Stromregelung der Motion Controller begrenzt das Drehmoment und schützt damit Elektronik und Motor vor Überlast. Diese Funktion nutzt Magazino wiederum dafür, Störungen im Materialfluss zu erkennen – dann etwa, wenn sich ein Schuhkarton in einem Regalfach verklemmt hat und so die Entnahmeeinheit zum Stoppen bringt.

EINFACH, SICHER UND EFFIZIENT

Fazit

Mit dem TORU ist es Magazino gelungen, eine Materialflusslösung zu entwickeln, die einfach und sicher die Effizienz in der Logistik steigern kann. Welches Potenzial diese Erfindung hat, wird ganz aktuell an der Beschäftigungssituation in Deutschland deutlich. Kräfte sind knapp – vor allem nachts und am Wochenende. Doch gerade dann wird in den Online-Shops am meisten eingekauft. Der Einsatz autonomer und intelligent handelnder Logistikroboter wäre ein Weg, die Kommissionierung bis zum Wochenbeginn zumindest vorzubereiten. TORU verfügt dafür über ein mitfahrendes Regal, in das die entnommenen Kartons geschoben werden. Zentriereinheiten mit FAULHABER Antrieben helfen dabei, die Kartons platzsparend zu positionieren.

NEUE

ANTRIEBSKRAFT IN IHREN HÄNDEN

Wenn der Zahnarzt das Fundament für die Krone vorbereitet oder der Uhrmacher dem Federhaus einen Zierschliff verpasst, dann arbeiten beide Fachleute freihändig mit einer motorgetriebenen Maschine. Solche Tätigkeiten verrichten sie täglich und oft über Stunden. Für ein komfortables Arbeiten zählt jedes Gramm im Handstück des Werkzeugs, das sie währenddessen halten. Natürlich soll es trotzdem einen möglichst starken und robusten Motor besitzen, der seine hohe Leistung außerdem leise und ohne störende Vibration erbringt. Die neue Serie 1660…BHx von FAULHABER setzt hier neue Maßstäbe und holt im Marktvergleich das größte Drehmoment aus diesem Motorformat heraus.

Es ist noch gar nicht so lange her, dass Handstücke für filigrane einhändige Arbeiten ihre Kraft von einer externen Antriebsquelle zugeführt bekamen. Die Handstücke mit integrierter Antriebseinheit waren schlicht zu schwer, um sie mit einer Hand zu halten und gleichzeitig präzise Bewegungen mit dem Werkzeug auszuführen. Also platzierte man den Motor in einem Kasten und übertrug die Antriebsenergie über flexible Wellen in das rotierende Werkzeug. Man musste in Kauf nehmen, dass die Welle nicht leicht war, durch ihre geringe Flexibilität die Bewegung drastisch einschränkte und auch die Energieeffizienz herabsetzte. Gleiches gilt zudem auch für die pneumatische Variante, bei der das Werkzeug mit Druckluft angetrieben wird. Dies verursacht jedoch mehr Betriebsgeräusche und verringert die Präzision der Steuerung. Für medizinische Anwendungen kommt letztere Antriebsart allerdings nicht in Frage.

Patienten profitieren von Motorleistung

Vor allem die rasante Entwicklung der Motortechnik hat es möglich gemacht, dass solche wellengetriebenen Handstücke meist nur noch im Technikmuseum zu bewundern sind. Ihre heutigen Nachfolger beziehen

ihre Antriebskraft aus kleinen Elektromotoren, die bequem in die üblichen Gehäuse passen. Mit den neuesten Hochleistungsakkus kombiniert, kommen sie sogar ohne elektrische Zuleitung aus. In Einsatzbereichen wie der Medizin, der Robotik, bei Laborgeräten oder in der Uhrenindustrie hat sich dafür der Motor mit 16 Millimeter Durchmesser als Standard etabliert. Mit diesen Antrieben wird seit Jahren gearbeitet, und sie haben sich in den Handstücken unterschiedlicher Maschinen bewährt.

Doch sobald ein Standard erreicht ist, erwachsen neue Anforderungen. Die Fortschritte der Medizin, etwa in der Zahnbehandlung oder bei Operationen am Bewegungsapparat, machen immer umfassendere Behandlungsansätze möglich. Dabei können sehr langwierige Eingriffe nötig werden, bei welchen den Ärzten alles abverlangt wird. Auch die eingesetzten Maschinen müssen bei häufigem Gebrauch oft Schwerstarbeit leisten.

Neue Erkenntnisse, Verfahren und Systeme gewährleisten inzwischen, dass auch komplizierte Behandlungsverfahren heute erfolgreich und mit minimaler Belastung für den Patienten durchgeführt werden können. Neue leistungsstarke und leichte Handwerkzeuge, in denen moderne Antriebstechnologie zum Einsatz kommt, haben wesentlich dazu beigetragen.

Elektromagnetische Prinzipien neu gedacht

Deshalb hat FAULHABER einen ganz neuen zweipoligen, bürstenlosen 16-Millimeter-Motor entwickelt. Die neue Serie BHx zeigt, dass ein Motor dieser Dimension noch deutlich mehr leisten kann, als es bisher verfügbare Modelle schaffen. „Wir sind ganz grundsätzlich an die Frage herangegangen und haben uns mit den physikalischen Prinzipien der elektromagnetischen Krafterzeugung nochmal beschäftigt", erklärt Produktmanager Silvio Taraborrelli. „Deren Grundlage ist die sogenannte Lorenzkraft, die aus

BÜRSTENLOSE DC-SERVOMOTOREN

Serie 1660…BHx
∅ 16 mm, Länge 60 mm
Drehmoment 16,8 mNm

dem Zusammenspiel von Magnetfeld und Ladungsfluss entsteht. Diese Kraft wird vollständig genutzt, wenn der Draht der Spule senkrecht zum Magnetfeld steht. Bei der herkömmlichen schrägen Wicklung der Spulen geht also ein Teil der Lorenzkraft verloren, weshalb wir eine neue Wicklungstechnologie entwickelt haben. Mit dieser sogenannten Segmentwicklung können wir nun einen großen Teil des Drahtes optimal ausrichten. Das Ergebnis ist, dass wir bei gleichem Durchmesser, gleicher Kupfermenge und gleichem Stromverbrauch wesentlich mehr Leistung bekommen."

Für unterschiedliche Anforderungen gibt es den neuen Motor in zwei Versionen. Das Modell 1660…BHT – „HT" steht für „high torque" – wurde im Hinblick auf das maximale Dauerdrehmoment von 18,7 mNm optimiert. Diese Version kann in Anwendungen, die Impulszyklen erfordern ein Kurzzeitdrehmoment von über 30 mNm liefern. Der 1660…BHS erreicht Drehzahlen von bis zu 100.000 Umdrehungen pro Minute und ist für Anwendungen bestimmt, in denen der Motor fast ununterbrochen läuft, oder für den Einsatz in Handwerkzeugen, in denen die Einheit über längere Zeiträume betrieben wird.

Lastwechsel und Dauerbetrieb

Von diesen abweichenden Schwerpunkten abgesehen, zeichnen sich beide Motorversionen durch die gleichen weiteren Vorzüge aus. Zu diesen gehört unter anderem ein besonders leiser und praktisch vibrationsfreier Gleichlauf, der die Handhabung der Maschine über längere Zeit zusätzlich erleichtert. Da ein besonders großer Anteil der eingesetzten Energie in Bewegung umgesetzt wird, ist auch die Wärmeabfuhr kein Problem – das Handstück bleibt bei den gängigsten Anwendungsanforderungen relativ kühl. Dies gilt insbesondere für den intensiven Betrieb mit kurzzeitigen Überlastbedingungen. Die robusten Kleinmotoren bewältigen sowohl kontinuierliche als auch intermittierende Einsatzszenarien problemlos, und sie können zugleich hochgradig dynamische Bewegungsmuster abarbeiten.

Die extrem flache Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie bis herab zu 95 min^{-1}/mNm ermöglicht nicht nur eine sehr hohe Motorleistung und eine einfache Steuerung, sondern trägt auch zur Vermeidung großer Drehzahlabfälle unter variablen Lastbedingungen bei.

Zu den Stärken der neuen Motorserie gehört auch die präzise auf sie abgestimmte Elektronik. Sie sind serienmäßig mit digitalen Hallsensoren ausgerüstet und können daher auch ohne Encoder betrieben werden. Wo dies nicht ausreicht, kann der Motor mit hochauflösenden magnetischen Inkremental-Drehgebern kombiniert werden.

Vorgespannte Kugellager stellen sicher, dass die Motoren den im Handstück auftretenden radialen und axialen Kräften problemlos standhalten. Sie sind auf eine extrem lange Lebensdauer ausgelegt. Der Motor kann mit und ohne Getriebe arbeiten. Im ersten Fall sind zahlreiche passende Präzisionsgetriebe lieferbar. Produktmanager Silvio Taraborrelli ist überzeugt: „Dieser Motor entlastet die Hand, in der die Maschine gehalten wird. Damit gibt sie ihr mehr Freiheit für besonders präzises Arbeiten."

ENTSPANNENDES CHAOS

Blätter rascheln im Wind, Wolken ziehen über den Himmel, Wellen wogen auf und ab. Für den Blick auf diese ständige Veränderung in der Natur hat die Evolution das menschliche Auge konzipiert. Offenbar ist diese ständige, in ihren Details unvorhersehbare (und im schönsten Sinne) „chaotische Bewegung" sehr gut für die Seele - warum sonst würde ein Kaminfeuer oder ein Aquarium eine so beruhigende Wirkung entfalten? Dem Prinzip der chaotischen Bewegung folgen auch die kinetischen Skulpturen von Bert Schoeren.

Wenn der niederländische Künstler seine Werke in Museen präsentiert, stehen früher oder später Stühle um sie herum: „Ich weise nie darauf hin, denn die Aussteller kommen schnell von selbst darauf, dass die Möbel gebraucht werden", erzählt der gelernte Ingenieur für Industriedesign. „Die Besucher wollen verweilen und dem Tanz der Objekte zuschauen." Die Natur dient Schoeren nicht nur als Quelle der Inspiration, sondern auch der Antriebsenergie für seine Skulpturen. Stehen sie draußen, sind es meist Wasser und Wind, in Innenräumen nutzt er mit Vorliebe die Sonnenstrahlung, wie etwa im Solar-Mobile „Netzwerk".

Es hängt im Trainingszentrum des niederländischen Energiekonzerns Alliander in Duiven. Im gläsernen Foyer finden sich die idealen Voraussetzungen für seine Sonnen-Skulpturen: viel Platz und Tageslicht. Das

Bert Schoeren

Gebäude ist passenderweise auch noch ein Aktiv-Haus, das mehr Energie erzeugt, als es verbraucht. „Ich habe festgestellt, dass technisch orientierte Menschen solche Kunstwerke sehr mögen“, erzählt der technisch beschlagene Künstler. „Außerdem betonen die Solar-Mobiles per Definition den Aspekt der Nachhaltigkeit, der bei vielen Unternehmen eine immer größere Rolle spielt.“

Das Mobile besteht aus 135 farbigen Platten mit Solarelementen und kleinen Propellern, also Produzenten und Verbrauchern von Energie, wie der Künstler erklärt. Immer wenn die Sonne in das Foyer scheint, beginnen die kleinen Paneele Strom zu erzeugen, jeweils unterschiedlich viel, da sie in verschiedenen Winkeln zum einfallenden Sonnenlicht stehen. Die aufgefangene Sonnenenergie wird in kleinen Akkus gespeichert. Sobald ein Akku geladen ist, beginnt sich der Propeller für eine kurze Zeit zu drehen und damit einen Arm des Mobiles in ein gemächliches chaotisches Kreisen zu versetzen. Mit jeder Bewegung formiert sich das Kunstwerk zu einer neuen, unvorhersehbaren Struktur, belebt den Raum und seine Atmosphäre.

Die Kraft der Sonne ist in einem Gebäude allerdings selbst bei großzügigster Glasfassade drastisch reduziert. Von 100.000 Lux im Freien kommen drinnen höchstens 2.000 Lux an. Die Stromversorgung der kleinen Paneele ist also alles andere als üppig. Um die knappe Energie optimal zu nutzen, hat sich Bert Schoeren deshalb auf die Suche nach dem effizientesten Kleinmotor gemacht. Er hat eine Reihe verschiedener Modelle ausprobiert und nach Abschluss der Tests einen klaren Sieger ermittelt: den DC-Kleinstmotor 1224…SR mit 12 Millimeter Durchmesser. Dieser verwandelt die gedämpfte Kraft der Sonnenstrahlen in ausreichend mechanische Leistung, um die meditativ-stressreduzierende Bewegung des Mobiles zu bewerkstelligen.

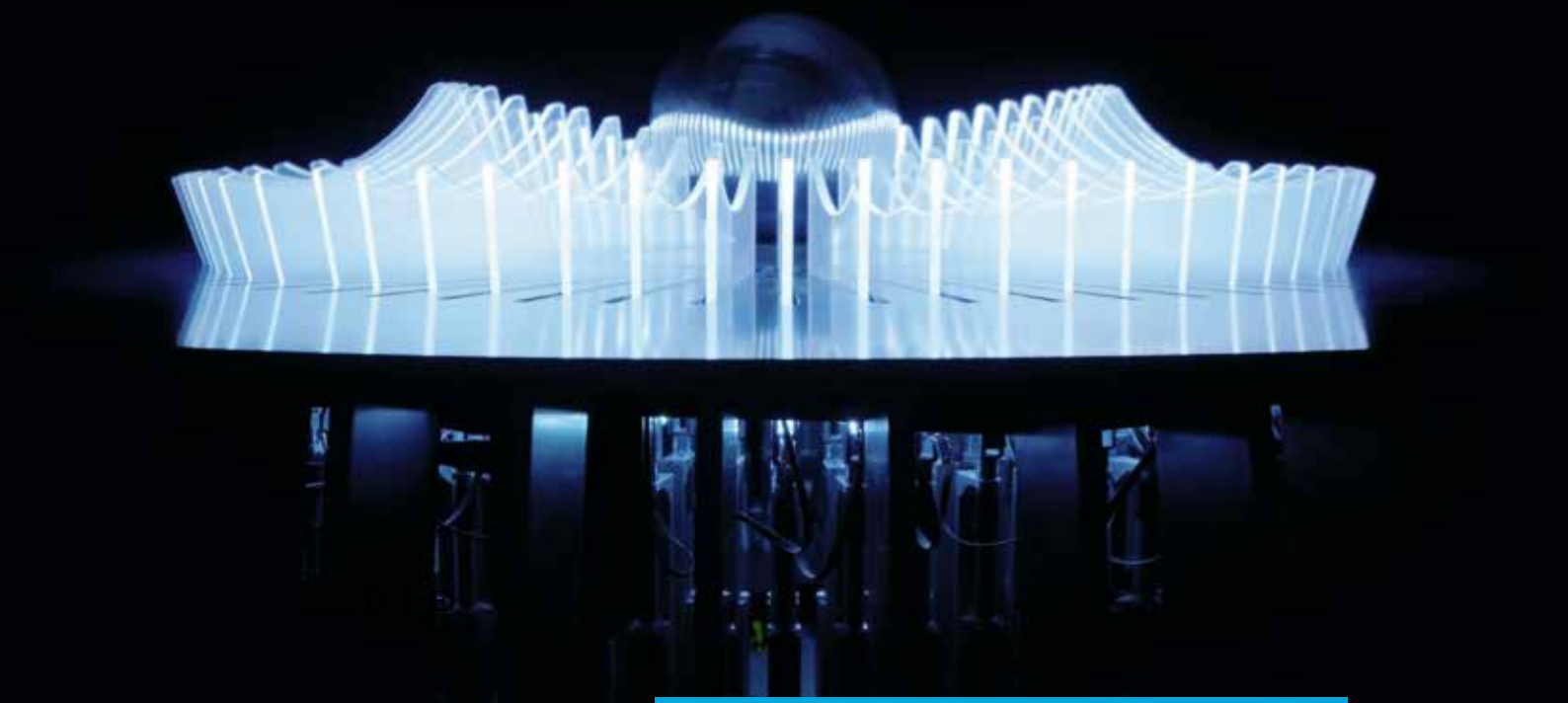
DC-KLEINSTMOTOR

Serie 1224 ... SR
Ø 12 mm, Länge 24 mm
Drehmoment 1,7 mNm

WEITERE INFORMATIONEN

BERT SCHOEREN · KINETIC SCULPTURES
www.schoeren.nl

FAULHABER
www.faulhaber.com



PERFEKTE CHOREOGRAFIE

IST IMMER EINE FRAGE

DER PRÄZISION

Fließende, lebendige Bewegung ohne Rastmomente, ein streng lineares Kraft-Strom-Verhältnis, hohe Dynamik, exakte Positionskontrolle: Dank dieser Eigenschaften eignen sich die linearen DC-Servomotoren von FAULHABER ideal für Mikro-Positionieraufgaben – oder um ein faszinierendes Kunstwerk zum Leben zu erwecken. Die kinetische Skulptur „Project Anthozoa" - eine Kooperation der MKT AG, flying saucer und FAULHABER . Mehr dazu in der nächsten FAULHABER motion.

MKTAG Fine Exhibition Engineering

flyingsaucer ATTRACTION DESIGN & ENGINEERING

Ident-Nr. 000.9121.18

Mehr Informationen:

faulhaber.com

faulhaber.com/facebook

faulhaber.com/youtubeDE

faulhaber.com/linkedin

faulhaber.com/instagram

Die FAULHABER motion gibt es auch als App.

Mit diesem QR-Code gelangen Sie zum kostenlosen Download.

JETZT BEI Google play

Laden im App Store

WE CREATE MOTION