

'mo

TITELTHEMA:

ZUKUNFT JETZT!

SMART, VERNETZT UND EFFIZIENT

MAGAZIN DER **ANTRIEBSTECHNIK**

INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS

INHALT

MESSEBETEILIGUNG

2021	4
------------	---

EDITORIAL

Uwe Lorenz – Geschäftsführer Dunkermotoren GmbH	6
---	---

NEWS

Dunkermotoren tritt der Open Industry 4.0 Alliance und MindSphere World e. V. bei.....	7
Mit dem KG 150 bietet Dunkermotoren das passende Winkelgetriebe zum BG 95.....	8
Neuer Gesamtkatalog.....	8
Der neue IIoT-Demonstrator.....	9
Dunkermotoren und MAE wachsen zusammen	10
Traumstart für Projekte im Maschinenbau.....	12
Erste externe Regelelektronik auf neuer Plattform.....	12
Quadratisch, Dynamisch und Lecker	13
Jetzt noch effizienter: Online-Konfigurator mit neuer 3D-Funktionalität	14
Neue Expressfertigung ermöglicht noch kürzere Lieferzeiten für Kleinbedarfe	14
Die Website von Dunkermotoren erstrahlt in neuem Glanz	15
Dunkermotoren präsentiert virtuellen Messestand	15

FACTS & FIGURES.....	16
----------------------	----

INTERVIEW

Interview mit unserem Geschäftsführer Uwe Lorenz – das Jahr 2020	17
--	----

ZUKUNFT JETZT! SMART, VERNETZT UND EFFIZIENT

„We torque PROFINET“	18
EtherCAT mit Distributed Clocks	19

INHALT

Datenaustausch im Zeitalter des „Industrial Internet of Things“	20
Smarte Motoren auf dem Weg in das "Industrial Internet of Things"	26
Dunkermotoren im Umfeld des IIoT – das IIoT-Team stellt sich vor	28
Smarte, vernetzte Motoren ermöglichen dezentrale Lösungen ohne SPS	30
INSIGHTS	
„Dunker-Akademiker“ wissen mehr	32
Insights: Supplier Quality (SQ) – Wie wir die Qualität unserer Zulieferteile sichern	33
Dunkermotoren feiert 70-jähriges Jubiläum.....	34
STANDORTE	
Der Feldberg – Paradies für Wanderer, Mountainbiker und Schwarzwaldliebhaber	36
ENGINEERING	
Teilentladung von elektrischen Antriebssystemen	38
Devicedaten – die DNA des elektrischen Antriebes	40
SEGMENTE – HEALTHCARE & LABORATORY	
Medizinanwendungen im Überblick.....	42
Preisgekröntes Design trifft auf höchste Funktionalität.....	44
Linearmotoren – die perfekte Antriebslösung für den Diagnostikmarkt	46
PRODUCTS	
Anpassung der Produktpalette auf die neuen Anforderungen der Intralogistik.....	49
Weiterentwicklung der Produktlinie der bürstenbehafteten Gleichstrommotoren	50
IMPRESSUM	51

MESSEN

MESSEN

MESSEBETEILIGUNG 2021

INTEC

Leipzig, Deutschland.....02.03. – 05.03.2021

SMART INDUSTRIES

Lyon, Frankreich..... 16.03. – 19.03.2021

HMI

Hannover, Deutschland..... 12.04. – 16.04.2021

SMART AUTOMATION

Linz, Österreich 18.05. – 20.05.2021

SPS SMART PRODUCTION SOLUTIONS

Parma, Italien 25.05. – 27.05.2021

LOGIMAT

Stuttgart, Deutschland 22.06. – 24.06.2021

MOTEK

Stuttgart, Deutschland 05.10. – 08.10.2021

COMPAMED

Düsseldorf, Deutschland..... 15.11. – 18.11.2021

AGRITECHNICA

Hannover, Deutschland 14.11. – 20.11.2021

SPS SMART PRODUCTION SOLUTIONS

Nürnberg, Deutschland 23.11. – 25.11.2021

VIRTUELLE MESSE

<https://www.dunkermotoren.de/unternehmen/messebeteiligung> jederzeit



dunkermotoren

MPE®

dunkermotoren

MPE®

AMETEK
ADVANCED MOTION SOLUTIONS

dunkermotoren

MPE

dunkermotoren

» FUTURE NOW!

» FUTURE NOW!

No. 1
Best in Class
for
Performance

12-30V
DC Voltage

MINI
BI
BEST IN
CLASS
FOR
PERFORMANCE

ETHERCAT
Distributed Clocks

MiniSphere | World

CANopen

12-30V DC Voltage

MINI BI BEST IN CLASS FOR PERFORMANCE

ETHERCAT Distributed Clocks

CANopen



PRODUCT OVERVIEW

----------	----------	----------	----------

PRODUCT OVERVIEW

White illuminated table with blue underlighting, displaying several motor units.

Blue and white circular display stand with a motor unit on top.

EDITORIAL

LIEBE LESERINNEN UND LESER,

Nach intensiven Jahren des dynamischen Wachstums, vor allem in 2017 und 2018, einem anspruchsvollen Jahr 2019, verlangt das Jahr 2020 von uns viel Geduld und Ausdauer. Durch die weltweite Krise, verursacht durch das COVID-19, ist 2020 für uns kein einfaches Jahr. Ungewissheit wie es weiter geht, wann die Krise vorbei sein wird oder auch die Angst selbst zu erkranken, bestimmten dieses Jahr. In kleinen Schritten kehren wir wieder zur Normalität zurück. Doch jede Krise bringt auch ihre positiven Seiten mit sich. So haben wir während des Lockdowns viel Zeit mit unserer Familie verbracht. Werte wie Solidarität, Zusammenhalt, Regionalität und Gemeinschaft haben wieder einen höheren Stellenwert errungen.

Eine Krise entschleunigt. So haben wir uns in den Krisenzeiten verstärkt mit zukunftsweisenden Technologien beschäftigt, um für die Zeit nach COVID-19 bestens gerüstet zu sein.

In unserer vierten Ausgabe des „mo dürfen Sie gespannt sein auf viele verschiedene Themen rund um „Zukunft jetzt! Smart, vernetzt und effizient“. Unser Team nimmt Sie mit auf unsere Reise in Richtung IIoT und zeigt Ihnen, welche Rolle unsere Antriebe im digitalen Zeitalter spielen. Von intelligenten Features über dezentrale Lösungen bis hin zur Kommunikation zwischen Motor, Edge und Cloud – wir sind Ihr Partner, wenn es um smarte Antriebe geht.

Nachdem wir in Ausgabe drei bereits unser Marktsegment Agriculture vorgestellt haben, folgt nun der Bereich Healthcare & Laboratory. Im Comic zeigen wir Ihnen, in welchen Anwendungen unsere Antriebslösungen zum Einsatz kommen. Unsere Linearserie ist durch ihre Dynamik und Präzision die perfekte Antriebslösung für den Diagnostikmarkt.

Zu den Produkthighlights in dieser Ausgabe zählen die neuen Naben- und Winkelgetriebe. Zusammen mit neuen Elektroniken und Gebern mit Safety-Funktionen können wir Ihnen ein noch größeres Angebot an Komplettantrieben für AGVs und AGCs anbieten.

2020 - für uns auch ein Jubiläumsjahr und damit ein Grund zu feiern. 70 Jahre Dunkermotoren geben Anlass zurückzublicken. Auszüge aus unserer Jubiläumsbroschüre geben einen Einblick, was in 70 Jahren seit der Gründung von Dunkermotoren so alles passiert ist.

Freuen Sie sich auf diese und viele weitere interessante Themen rund um die Antriebstechnik.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß und Freude beim Lesen.

Ihr Uwe Lorenz
Geschäftsführer Dunkermotoren GmbH



NEWS

DUNKERMOTOREN TRITT DER OPEN INDUSTRY 4.0 ALLIANCE UND MINDSPHERE WORLD E. V. BEI

Die Digitalisierung von Fabriken und Anlagen sowie das Internet der Dinge versprechen immer neue Möglichkeiten für die Automatisierungsindustrie. Bei dieser Entwicklung müssen verschiedenste Technologien von der Feldebene bis hin zur Cloud, über verschiedene Stufen der Wertschöpfungskette herstellerübergreifend kombiniert werden, damit greifbarer Mehrwert für unsere Kunden entsteht. Die Königsdisziplin dabei ist es, dass innerhalb eines solchen Ökosystems alle Teilnehmer eine Sprache sprechen und eine aufwändige Integration entfällt.

Dunkermotoren als Weltmarktführer für integrierte Servomotoren hat diese Herausforderung angenommen. Gleichzeitig hat der Antriebstechnikhersteller erkannt, dass diese nicht von einem Unternehmen allein gelöst werden kann, sondern nur im Verbund mit einem Partner-Ökosystem, das sich neben Komponentenherstellern auch aus Softwareunternehmen, Maschinenbauern und Integratoren zusammensetzt. Mit der „Open Industry 4.0 Alliance“ und „MindSphere World e. V.“ ist Dunker-

motoren bereits 2019 zwei Partner-Ökosystemen beigetreten. Die „Open Industry 4.0 Alliance“ setzt sich zum Ziel, ein interoperables und herstellerübergreifendes Ökosystem aufzubauen, das basierend auf bestehenden Standards funktionierende Industrie 4.0 Lösungen liefert.

Durch starke Partner aus den Bereichen Automatisierungstechnik, Systemintegration, Maschinenbau und Software können interoperable IoT-Lösungen auf Basis des IoT-Betriebssystems MindSphere angeboten werden, die so durch jedes Unternehmen für sich nicht realisierbar gewesen wären.



ÜBER DIE OPEN INDUSTRY 4.0 ALLIANCE:

Die Open Industry 4.0 Alliance agiert als ein partnerschaftlicher Zusammenschluss führender Industrieunternehmen, die sich pragmatisch an der Umsetzung herstellerübergreifender Industrie-4.0-Lösungen und Services für Fertigungsanlagen und automatisierte Warenlager beteiligen. Die Allianz wurde im April 2019 ins Leben gerufen. Seitdem ist die Allianz auf über 40 Mitglieder mit

unterschiedlichen industriellen Kernkompetenzen angewachsen und konnte im Laufe der letzten Monate weitere technische Fortschritte erzielen. Zu den Gründungsmitgliedern zählen Beckhoff, Endress+Hauser, Hilscher, ifm, KUKA, MULTIVAC, SAP und Voith. Zum laufend erweiterten Mitgliederkreis zählen unter anderen Balluff, SICK, Pepperl+Fuchs, Gebhardt und die Software AG.

MindSphere | World

ÜBER DIE MINDSPHERE WORLD:

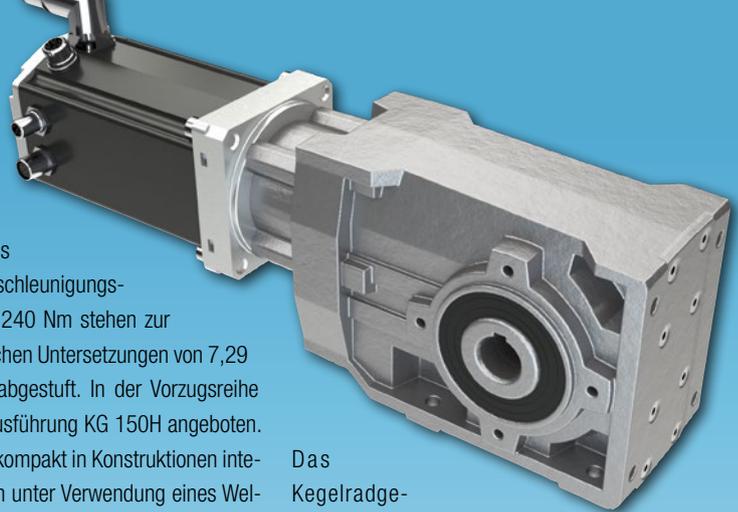
Gemeinsam mit 18 Partnerunternehmen hat die Siemens AG im Januar 2018 den Verein „MindSphere World e. V.“ als Anwenderorganisation für das cloud-basierte, offene IoT-Betriebssystem MindSphere gegründet. Inzwischen ist der Verein auf insgesamt 74 Mitglieder angewachsen. Ziel ist es, das Ökosystem rund um MindSphere weltweit auszubauen. Zudem soll der Verein die einzelnen Mitglieder bei der Entwicklung und Optimierung von IoT-Lösungen auf MindSphere sowie der Erschließung neuer Märkte in der digitalen Wirtschaft unterstützen. Dazu gehören Vorschläge zu Anforderungen an das IoT-Betriebssystem MindSphere und Empfehlungen zur Schaffung einheitlicher Spielregeln für die Datennutzung. Der Verein fördert darüber hinaus Wissenschaft, Forschung und Lehre rund um MindSphere.

NEWS

MIT DEM KG 150 BIETET DUNKERMOTOREN DAS PASSENDE WINKELGETRIEBE ZUM BG 95

Mit dem 2-stufigen Kegelradgetriebe KG 150 werden die Drehmomente der bürstenlosen Gleichstrommotoren BG 95x40 und BG 95x80 zuverlässig über-

tragen. Dauer-drehmomente von bis zu 120 Nm und Beschleunigungs-momente von bis zu 240 Nm stehen zur Verfügung. Die möglichen Untersetzungen von 7,29 bis 77,36 sind fein abgestuft. In der Vorzugsreihe wird die Hohlwellenausführung KG 150H angeboten. Diese lässt sich sehr kompakt in Konstruktionen integrieren. Optional kann unter Verwendung eines Wellen-Kit auf die Vollwellenvariante KG 150 umgebaut werden. Damit sind die Wellenlagen Abgang links (WL1) und Abgang rechts (WL2) realisierbar.



Das Kegelradge-triebe zeichnet sich durch eine schlanke Bauweise und einen geringen Achsversatz aus.

GESAMTKATALOG

BESTELLEN SIE JETZT
EINFACH UND BEQUEM
UNSEREN GESAMTKATALOG!

Senden Sie entweder eine kurze E-Mail mit Ihren Kontaktdaten und der gewünschten Anzahl an: Sales.Dunkermotoren@ametek.com oder füllen Sie das Bestellformular unter <https://www.dunkermotoren.de/kontakt/bestellung-gesamtkatalog.html> aus und wir liefern Ihnen unseren Katalog kostenlos an Ihren Wunschort.



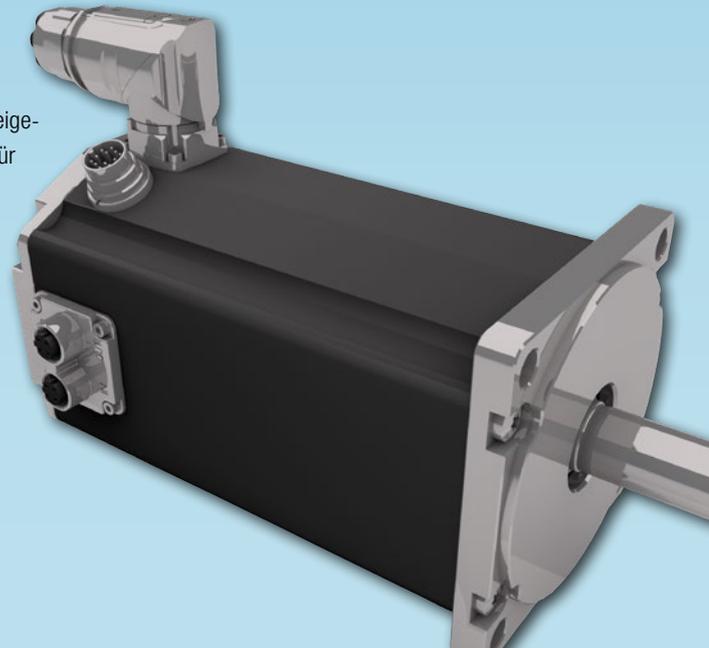
NEWS

DER NEUE IIOT- DEMONSTRATOR

Das Internet der Dinge bietet immer neue Möglichkeiten, Maschinen und Geräte von jedem beliebigen Ort aus zu überwachen. Gerade in den aktuellen Zeiten mit eingeschränkten Reise-möglichkeiten wird dies immer wichtiger. Mögliche Anomalien können so direkt vom eigenen Standort diagnostiziert und bestmöglicher Support mit geringstmöglichen Reiseaufwänden realisiert werden. Das IIoT-Team von Dunkermotoren hat sich den Use-Case vorgenommen und einen Demonstrator gebaut, der aufzeigt, wie intelligente Servomotoren schnell und einfach über die Cloud diagnostiziert werden können. Für den Demonstrator wurde ein BG 95 dPro PN via PROFINET an ein Edge-Gateway angebunden. Auf dem Gateway laufen modulare, von Dunkermotoren entwickelte Software Applikationen. Ein Container erfasst dabei die allgemeinen Geräteinformationen des elektronischen Typenschilds, ein zweiter erfasst Livedaten des Motors wie z. B. aktuelle Spannung, Drehzahl oder Temperatur. Neben den Bausteinen zur Anbindung und Informationsbereitstellung auf der Edge enthält der Demonstrator auch Bausteine zur Cloud-Anbindung. Im ersten Schritt wurden hier Cloud-Konnektoren zu Microsoft Azure und zur Cumulocity der Software AG umgesetzt. Zur Komplettierung

des Use-Cases wurden auf diesen beiden Plattformen Dashboards für die Motoren erstellt, die sofort einen Überblick über den Zustand des Motors geben. Dabei werden der Typ des Motors, der aktuelle Status und die aktuellen Live-Daten angezeigt. Dunkermotoren verfolgt einen variablen Ansatz je nach Bedürfnis seiner Kunden. Neben vorgefertigten Motoren-Dashboards wie im Beispiel des Demonstrators, plant Dunkermotoren die direkte Bereitstellung von ausgewerteten Informationen, zum Zustand der Motoren, in die Applikationen seiner Kunden. Dadurch müssen Kunden kein Knowhow im Bereich der Zustandsauswertung und Analyse von Motoren aufbauen. Das erklärte Ziel von Dunkermotoren ist es, seine Kunden bei deren IIoT-Umsetzungen bestmöglich zu unterstützen.

Das modulare Konzept auf der Edge ermöglicht eine einfache Zusammenstellung der benötigten Bausteine, individuell anpassbar für jede Anwendung. Die Umsetzung entspricht hierbei den Richtlinien der „Open Industry 4.0 Alliance“, welcher Dunkermotoren 2019 beigetreten ist. Der Weltmarktführer für integrierte Servomotoren verfolgt dabei klar die Philosophie eines offenen und interoperablen Ansatzes unter Verwendung bestehender Standards.



DUNKERMOTOREN UND MAE WACHSEN ZUSAMMEN

Seit Anfang 2020 kooperieren Dunkermotoren und die italienische Schwesterfirma MAE noch enger. Beide Unternehmen gehören dem ameri-

kanischen Technologie-Konzern AMETEK an und haben bereits in den vergangenen Jahren beispielsweise bei Messeauftritten zusammengearbeitet. Für unsere Kunden ergibt sich dadurch eine deutliche Erweiterung des bisherigen Produktportfolios. Neu erhältlich sind unter anderem Schrittmotoren, Universalmotoren und bürstenlose Gebläse.

Für weitere Informationen steht Ihnen Ihr gewohnter Ansprechpartner bei uns im Vertrieb gerne zur Verfügung.

Der Katalog kann außerdem unter dem Link <https://www.ametekmae.com/downloads/catalogues> heruntergeladen werden.

NEU IM PORTFOLIO:

Schrittmotoren, Universalmotoren,
Universalsgebläse und bürstenlose Gebläse

MITARBEITER:

MAE & Dunkermotoren
ca. 1.800 Mitarbeiter weltweit

GEMEINSAMER UMSATZ 2019:

300 Millionen €

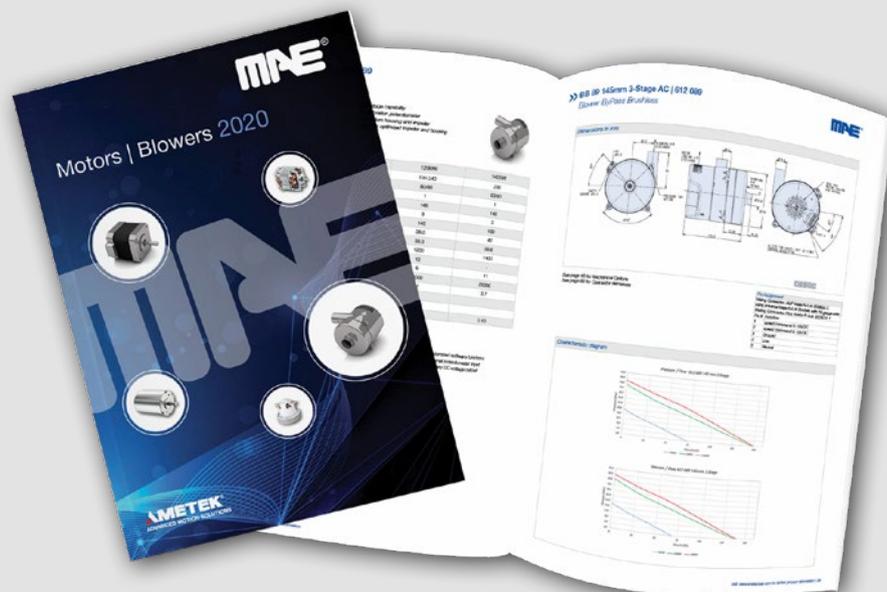
WERKE:

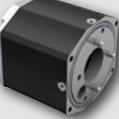
Serbien, China, Italien, Tschechische Republik,
Brasilien, Deutschland

GESCHÄFTSFÜHRER

BEIDER UNTERNEHMEN:

Uwe Lorenz



ENCODERS	BRAKES	CONTROLLERS	MOTORS	GEARBOXES
<p><i>Incremental Encoder</i> Up to 4096 ppr</p> 	<p><i>Power-off Brakes</i> 0.2 - 7 Nm</p> 	<p><i>Integrated Controller</i></p> 	<p><i>Brushless DC-Servomotors</i> 6 - 3900 Watt</p> 	<p><i>Planetary Gearboxes</i> 0.3 - 160 Nm</p> 
<p><i>Magnetic Pulse Generators</i> 4 ppr</p> 	<p><i>Power-on Brakes</i> 0.2 - 3 Nm</p> 	<p><i>External Controller</i></p> 	<p><i>Permanent Magnet DC-Motors</i> 3 - 370 Watt</p> 	<p><i>Worm Gearboxes</i> 0.75 - 30 Nm</p> 
<p><i>Absolute Encoder</i> Up to 4096 ppr</p> 		<p><i>dGo/ dMove/ dPro</i></p> 	<p><i>Stepper Motors</i> 8 - 14 Nm</p> 	<p><i>Spirotec Gearboxes</i> 9 - 18 Nm</p> 
			<p><i>AC-Motors</i> 5 - 100 Watt</p> 	<p><i>Bevel Gearboxes</i> 1.6 - 120 Nm</p> 
			<p><i>Universal Motors</i> 150 - 1200 Watt</p> 	<p><i>Spindels and Cylinders</i> 450 - 2500 N</p> 
			<p><i>AC/DC Blowers</i> Thru-Flow, Bypass</p> 	
			<p><i>Linear Motors</i> 19 - 3690 N</p> 	

NEWS

TRAUMSTART FÜR PROJEKTE IM MASCHINENBAU

Welcher Entwickler träumt nicht von schnellen und günstigen Testmustern, um erste Erfahrungen mit der Antriebseinheit zu sammeln. Das neu entwickelte Starter Set unserer neuen Motor Control Plattform erfüllt genau diese Wünsche der Maschinenbauer. Dem Kunden stehen verschiedene Leistungspakete von 20 W bis 270 W zur Verfügung.

Das Antriebspaket umfasst einen 4Q-Servoregler (BGE 5510 dPro) mit einem bürstenlosen Gleichstrommotor der Baureihe BG sowie ein angebautes Gebersystem. Wahlweise erhalten Sie dazu noch ein passendes Planetengetriebe in ein- oder zweistufiger Ausführung. Darüber hinaus liegen dem Set passende Anschlusskabel sowie ein Programmieradapter bei. Sobald Sie den Motor mit der vom Werk aus konfigurierten Regelelektronik verbunden haben, installieren Sie das kos-

tenlose Inbetriebnahme Tool Drive Assistant 5 und nehmen die Einheit ohne größere Aufwände in Betrieb.

Nutzen Sie die einmalige Möglichkeit, sich ein bis drei komplette Antriebseinheiten zu einem Sonderpreis zu bestellen. Mit unserem Antriebskonfigurator auf unserer Homepage finden Sie sicherlich eine passende Motorenkombination. Sind Sie sich bei der Auswahl nicht sicher, so steht Ihnen gerne auch unser Vertrieb beratend zur Seite.

ERSTE EXTERNE REGEL- ELEKTRONIK AUF NEUER PLATTFORM

Mit der BGE 5510 dPro setzt Dunker Motoren das Ausrollen seiner neuen Motor Control Plattform fort. Neben den erfolgreichen bürstenlosen Motoren mit integrierter Elektronik gibt es diese ab sofort auch als kompakte Schaltschrankversion. Mit dieser Variante lassen sich bürstenbehaftete und bürstenlose Motoren aus dem Dunker Motoren-Portfolio bis zu einer Dauerleistung von ~250 W und einer Spitzenleistung von 750 W ansteuern. Neben dem Antrieb können auch Inkrementalgeber sowie eine Bremse angeschlossen werden. Ab 2021 ist die gesamte Regelelektronikbaureihe optional mit Safe-Torque-Off-Funktionalität (STO) verfügbar.

Im Gegensatz zu den bisherigen externen Regelelektroniken wird durch den Einsatz eines Encoders der Motor von Block- auf Vektor-Kommutierung umgestellt, was die Performance nochmals steigert. Neben der traditionellen CANopen



Bus-Schnittstelle sind auch Industrial Ethernet-basierte Schnittstellen wie PROFINET und EtherCAT verfügbar. Mit der PROFIdrive Applikationsklasse 4 (PROFINET) und Distributed Clocks (EtherCAT) ist die BGE 5510 dPro echtzeitfähig und kann für viele synchrone Servoanwendungen eingesetzt werden. Über handelsübliche RJ45 Netzwerkkabel lassen sich die Schnittstellen der einzelnen Regler miteinander einfach und kostengünstig verbinden.

Passend zur Hardware steht dem Kunden unsere kostenlose Inbetriebnahme Software Drive Assistant 5 zur Verfügung. Auch lässt sich ein SPS ähnliches Ablaufprogramm, welches in der Programmiersprache C umgesetzt wird, auf den Regler laden. Dadurch kann auf eine übergeordnete Steuerung verzichtet werden.



NEWS

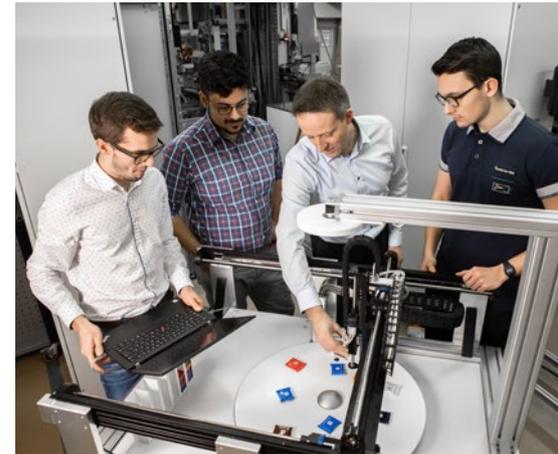
QUADRATISCH, DYNAMISCH UND LECKER...

...steht als Motto für ein neues Messemodell von Dunkermotoren. In Zusammenarbeit mit dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT), hier speziell mit der Industrie 4.0 Hochschulgruppe linkit, wurde ein hochdynamisches, intelligentes 4-Achsen Handling-System aufgebaut und in Betrieb genommen. Wie der Name der Hochschulgruppe vermuten lässt, sind die Studenten auf Softwarelösungen für Firmen spezialisiert. Mit der Aufgabenstellung an linkit, konnten die Studenten ihre erlernten Programmierkenntnisse anhand einer kleinen Maschine in die Tat umsetzen. Die elektrischen und mechanischen Komponenten wurden vom Industrial Engineering Team von Dunkermotoren konstruiert und zu einer Sondermaschine aufgebaut. Die Entwicklung und das Training von Machine Learning Algorithmen, die CAN-Bus-Kommunikation zwischen den Motoren und der Steuerung, Regelungstechnik und Bahnplanung für das Linearachsensystem, Full-Stack Webentwicklung, UI- und UX-Design, Umsetzung der agilen Softwareentwicklung in die Praxis sowie die Konstruktion und 3D-Druck gehörten zu den Hauptaufgaben der Studenten.

Die Realisierung des Modells haben die Studenten außerhalb ihrer Vorlesungszeiten am Wochenende und in den Ferien hervorragend umgesetzt. Das Resultat kann sich sehen lassen und wird sicherlich auch unseren Messebesuchern ihren Aufenthalt am



Dunker-Stand „versüßen“. Beim Messemodell handelt es sich um ein Pick & Place Handling-System für Ritter Sport Minis. Auf einem sich bewegenden Drehteller befinden sich verschiedene Schokoladensorten, welche von einem Kamerasystem ständig überwacht werden. Der Messebesucher wählt seine gewünschte Schokoladensorte auf einem HMI aus und muss anschließend drei Quizfragen zu Dunkermotoren beantworten. Danach holt sich das Gantry-System, bestehend aus verschiedenen ServoTube-Modulen, hochdynamisch das richtige „Quadrat“ und führt dieses zum Übergabepunkt. Highspeed Lineartechnik für Genießer, made by Dunkermotoren.



NEWS

JETZT NOCH EFFIZIENTER: ONLINE-KONFIGURATOR MIT NEUER 3D-FUNKTIONALITÄT

Mit derzeit knapp 27 Millionen möglichen Produktkombinationen bietet unser Online-Konfigurator passende Antriebslösungen für anspruchsvolle Anforderungen.

Geben Sie einfach Ihre geforderten Parameter ein, z. B. Drehmoment, Drehzahl, Spannungsversorgung, Kommunikationsschnittstellen oder Anbauten, und unser Online-Konfigurator liefert Ihnen passende Produkte und Kombinationen im Leistungsbereich von 1 – 4000 W.



3D-Modell-Designer Jessica Heizmann und Alexander Güntert

Für die ausgewählten Produktkombinationen erhalten Sie Spezifikationen und Kennlinien jeweils für die gesamte Antriebseinheit, nicht nur für jede Komponente einzeln. Eine manuelle Berechnung der Leistungsdaten ist somit nicht mehr notwendig.

Seit diesem Jahr ist eine 3D-Ansicht für die gesamte Antriebskombination verfügbar. Über den Button „3D-Ansicht“ auf der Produktdetailseite gelangen Sie in ein separates CAD-Fenster. Dort können Sie sich die CAD-Daten schnell und einfach in 2D oder 3D in verschiedenen Formaten herunterladen. Für alle gängigen CAD-Systeme haben Sie auch die Möglichkeit, die Datei direkt in Ihr eigenes CAD-System einzufügen.

NEUE EXPRESSFERTIGUNG ERMÖGLICHT NOCH KÜRZERE LIEFERZEITEN FÜR KLEINBEDARFE

Dunkermotoren bietet einen umfassenden Baukasten an modular kombinierbaren Antriebslösungen bestehend aus Motoren, Getrieben, Bremsen, Gebern und Steuerungen. Eine Auswahl von ungefähr 1000 Kombinationen lässt sich dabei aus Komponenten des Lagerprogramms generieren.

Die Montage der Komplettlösungen wird in Kürze nicht mehr in der Serienfertigung, sondern in unveränderter Qualität in einer neuen separaten Expressfertigung erfolgen. Damit kann Dunkermotoren

Zum Jahresende wird eine weitere Funktionalität in den Online-Konfigurator eingebaut werden. Anstatt wie bisher auf Knopfdruck ein Angebot anzufordern, können Sie in Zukunft auch direkt über den Online-Konfigurator eine Bestellung aufgeben. Finden Sie noch heute Ihre passende Antriebslösung in unserem komfortablen Online-3D-Konfigurator unter <https://www.dunkermotoren.de/konfigurator>

seinen Kunden Lieferzeiten von drei Tagen für Solomotoren und zehn Tagen für Komplettantriebe aus dem Lagerprogramm bieten. Die Lieferzeitangabe gilt für Aufträge bis maximal zehn Stück und erfolgt ohne Aufpreis.

Einen Überblick über die ca. 1000 als Lagerprogramm definierten Varianten finden Kunden im Online-Konfigurator unter <https://www.dunkermotoren.de/konfigurator>

Unabhängig von der neuen Expressfertigung bietet Dunkermotoren weiterhin eine Bemusterung für OEM-Projekte aus dem eigenen Musterbau.

Die Fertigung erfolgt in der Regel innerhalb von zwei Wochen. Dies gilt auch für viele kundenspezifische Sonderausführungen.

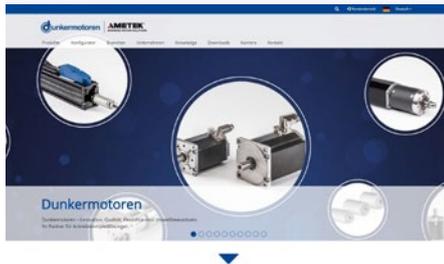
Jetzt bestellen: Motoren ab Lager!

Wir liefern Ihnen individuell konfigurierbare Motoren- und Motor-Getriebekombinationen innerhalb weniger Tage in Kleinststückzahlen.



NEWS

DIE WEBSITE VON DUNKERMOTOREN ERSTRAHLT IN NEUEM GLANZ



Nachdem eine erste Komplettüberarbeitung der Website von Dunkermotoren bereits 2016 erfolgte, erstrahlt diese jetzt in einem neuen Design. Das Facelift konzentrierte sich vor allem auf die Anpassung an aktuelle Trends und Designs. Dadurch wurde z. B. die Funktion des Parallax beim Scrollen auf der Seite integriert. Das neue Full-Screen Design ermöglicht eine optimale Darstellung der Website je nach Bildschirmgröße. Dadurch ist eine Konfiguration von Antriebslösungen im Online-Konfigurator noch komfortabler als bisher. Die Integration von Bewegtbild bietet dem Websitebesucher ein neues Erlebnis unserer Applikationen. Die größte Anpassung der Website zeigt sich wohl im Karrierebereich, der inhaltlich komplett neu aufbereitet wurde. In Testimonials berichten Mitarbeiter von Ihren Erfahrungen als Arbeitnehmer bei Dunkermotoren. Insgesamt ist das Layout im Vergleich zur Vorgängerversion von einer neuen Bildsprache geprägt, die das Unternehmen zeitgemäß präsentiert.

DUNKERMOTOREN PRÄSENTIERT VIRTUELLEN MESSESTAND

Auch wenn in diesem Jahr viele Messen ausgefallen sind, lässt Dunkermotoren es sich nicht entgehen, dennoch seine Neuigkeiten zu präsentieren. Wie auch auf dem realen Messestand können Sie die neuesten Produkthighlights auf den Exponaten virtuell erleben. Benjamin Hogg, Leiter der Key Accounts bei Dunkermotoren, begrüßt Sie als virtuelle Person herzlich und führt Sie gerne über den Messestand.

Mit dem Open Industry 4.0 Demonstrator zeigt Dunkermotoren, wie eine simple Integration der smarten Motoren in Ihre IIoT-Infrastruktur gelingt.

Das NG 500 ist in Kombination mit den BLDC Motoren der ideale Radantrieb. Durch die Integration

des Getriebes in die Radnabe nimmt es quasi keinen Bauraum in Anspruch. Je nach angestrebter Leistung und Fahrgeschwindigkeit können die NG 500 in unterschiedlichen Untersetzungen gebaut, und mit den Motoren der Baureihen BG 75 und BG 95 kombiniert werden.

Mit der BGE 5510 dPro stellt Dunkermotoren die erste externe Elektronik auf Basis der Motor Control Plattform vor. Der Regler ist für Antriebslösungen bis 250 W Dauerabgabeleistung aus dem Dunkermotoren Portfolio geeignet. Er zeichnet sich durch freie Programmierbarkeit (C) und Vektor Control aus. Seit Q3/2020 ist die BGE 5510 dPro auch mit PROFINET bzw. EtherCAT-Schnittstelle erhältlich und unterstützt Safe-Torque-Off (STO).

Nicht ohne Grund ist der BG 95 dPro Gewinner des Best of Industry Awards. In der zertifizierten PROFINET Variante unterstützt der smarte Motor sogar die PROFIdrive Applikationsklassen 1 und 4. Der BG 95 dPro erreicht die höchste Energieeffizienzklasse IE 5.



FACTS & FIGURES



25

Millionen verkaufte
GR 63



775

Produktkombinationen
im Lagerprogramm
innerhalb weniger Tage
verfügbar



1750

Besucher auf dem
virtuellen Messestand
in den ersten
drei Monaten



99

Prozent des Dunker-
motoren Portfolios
können auf europäischen
Fertigungsstrecken
hergestellt werden



349

Euro – Aktionspreis für ein
Development-Kit inklusive
programmierbarem PROFI-
NET oder EtherCat Motion
Controller und Servomotor.



70

Jahre Dunkermotoren



1999

Der erste smarte Motor
von Dunkermotoren
wird zum Leben erweckt

INTERVIEW

INTERVIEW MIT UNSEREM GESCHÄFTSFÜHRER UWE LORENZ – DAS JAHR 2020

Trotz erster Lockerungen im öffentlichen Leben und sinkender Fallzahlen bestimmt die Corona-Pandemie nach wie vor unseren privaten und geschäftlichen Alltag. Wie erlebt Ihr Unternehmen diese Zeit?

Im ersten Quartal des Jahres waren Auftragseingang und Umsatz auf gewohnt hohem Niveau, dann kam es durch Corona zu einer kritischen Versorgungslage bei vielen Zulieferkomponenten. Etwas zeitversetzt war auch ein deutlicher Einbruch bei der Nachfrage in einigen Zielmärkten festzustellen. In der Konsequenz war Kurzarbeit notwendig, wenn auch in geringem Umfang. Aktuell registrieren wir wieder eine etwas anziehende Nachfrage, und sind zuversichtlich, gestärkt aus der Krise zu kommen.

Aufgrund der aktuellen Lage hat das Gesundheitswesen enorme Anforderungen zu erfüllen, und demzufolge auch technische Bedarfe zu decken. Wie wirkt sich das auf Ihren Geschäftsbereich Medizin- und Labortechnik aus?

Wir liefern Motoren für viele Geräte in der Medizintechnik, unter anderem für Beatmungsgeräte und Nähmaschinen zur Fertigung von Schutzanzügen. In dem Geschäftsbereich gab es zu Beginn der Pandemie verstärkt Abrufe und Anfragen, allerdings hat sich das bereits nach wenigen Wochen wieder auf dem normalen Niveau eingependelt.

In der Unternehmensphilosophie von Dunkermotoren stehen Kundenorientierung und innovatives Denken und Handeln ganz oben. Wie bringen Sie diese beiden Aspekte in puncto Produktentwicklung zusammen?

Dunkermotoren hat in den letzten Jahren eine Vielzahl neuer Produkte und Funktionalitäten auf den Markt gebracht, die unseren Kunden eine innovative und wirtschaftliche Antriebstopologie in deren Maschinen und Anlagen und somit einen echten Mehrwert bieten. Basis für einen großen Teil der Innovationen ist die „Motor Control Platform“, welche derzeit in alle Servomotorbaureihen integriert wird. Dies reicht von der einfachen und günstigen „dMove“ 4Q-Regel Elektronik bis hin zum „dPro“ Motioncontroller mit hochauflösendem Geber, Vektorregelung, Ethernet-Schnittstellen und Safety-Funktionalität.

Was steht für die Antriebslösungen von Dunkermotoren hinter den Begriffen, Künstliche Intelligenz und Schwarmintelligenz als Basis für die Industrie 4.0?

Schwarmintelligenz steht stark im Kontext IIoT (Industrial Internet of Things) und dezentraler Systeme. Hier sind wir mit unseren intelligenten Antrieben sehr aktiv. Es geht vor allem darum, dass jeder Antrieb oder jedes Antriebsnetzwerk selbst die Applikation im Bauch trägt. Nötige Echtzeitentscheidungen zur Reaktion auf die Umwelt werden vom Antrieb selbst getroffen und mit anderen Antrieben abgestimmt. Eine separate SPS wird in diesen Anwendungen nicht

mehr benötigt. Künstliche Intelligenz kommt dann ins Spiel, wenn Antriebe Ihre Zustandsdaten wie z. B. Temperatur- oder Stromverläufe in die Cloud übertragen und dort Muster abgeleitet werden. So wird erkennbar, wann sich Defekte oder Anomalien anbahnen. Diese Informationen können

dann über buchbare Services an den Antrieb selbst oder an Managementsysteme zurück-

"Eine moderne Antriebslösung muss über dezentrale Intelligenz und Sensorik sowie über eine Kommunikationsschnittstelle verfügen."

gespielt werden, um nötige Reaktionen einzuleiten.

Welche Anforderungen muss, auf den Punkt gebracht, eine moderne Antriebslösung erfüllen?

Sie muss über dezentrale Intelligenz und Sensorik



sowie eine Kommunikationsschnittstelle verfügen. Das ist die Grundlage für viele Möglichkeiten und Features, unter anderem die im vorherigen Abschnitt erwähnten. Daneben zählen auch weiterhin „klassische“ Werte wie beispielsweise Energieeffizienz, Leistungsdichte, Performance und Wirtschaftlichkeit.

Betrachtet man die Entwicklungen in den verschiedenen Anwenderbranchen für Produkte und Systeme der Antriebstechnik, was denken Sie, welche Branchen in den nächsten Jahren zu den wichtigen gehören werden?

Bei Dunkermotoren setzen wir unter anderem auf die Zielmärkte Intralogistik, Maschinen- und Anlagenbau, Medizintechnik, Agrartechnik, Bahntechnik und Gebäudeautomatisierung. Damit haben wir einen gesunden Mix zukunftsträchtiger Branchen und eine geringe Abhängigkeit von einzelnen Anwendungen.

Welche mittel- und längerfristige Unternehmensentwicklung hat Dunkermotoren im Fokus?

Seit 2019 arbeitet bei Dunkermotoren ein Team ausschließlich daran, die Servomotoren von Dunkermotoren einfach und sicher an das Internet anzubinden und darauf aufbauend mehrwertbringende Funktionalitäten zu realisieren. Um dies gemeinsam mit starken Partnern lösen zu können, ist Dunkermotoren auch den Verbänden „Open Industry 4.0 Alliance“ und „MindSphere World“ beigetreten. Außerdem steht das Zusammenwachsen mit unserer Schwesterfirma MAE aus Italien im Fokus. Mit dann insgesamt 1.800 Mitarbeitern werden wir unseren Kunden in Zukunft auch Schrittmotoren und Gebläse anbieten können.

Vielen Dank für das Interview, Herr Lorenz.

„WE TORQUE PROFINET“

Wie sieht die Zukunft der Antriebstechnik aus? Dazu gibt es wahrlich genug unterschiedliche Expertenmeinungen und Prognosen. In diesen Punkten gibt es aber übereinstimmende Meinungen:

1. Der Triumphzug von Industrial Ethernet wird sich ungebremst fortsetzen.
2. Automatisierung wird transparenter, weil die Komponenten viel mehr und bessere Daten aus der Feldebene zur Verfügung stellen können.

Genau dafür ist PROFINET Kommunikation bestens gewappnet. PROFINET ist schnell, transparent und zukunftsorientiert. Es ist also wenig verwunderlich, dass sich Dunkermotoren, als Antriebstechnik-Hersteller, diese Technologie zu Nutze macht. Damit werden mehr als zwei Jahrzehnte Erfahrung mit intelligenten Antrieben mit modernster Kommunikation verknüpft.

Dunkermotoren wird sich dabei keineswegs untreu. Im Gegenteil. Gerade mit PROFINET spielt Dunkermotoren seine Stärke aus: Die Integration der Elektronik in das Motorgehäuse. Selbst die komplette PROFINET Kommunikation findet hoch integriert im Motorgehäuse statt. Dadurch entfallen kostspielige Gateways. Synchrone Kommunikation wird möglich. Selbst PROFIdrive, mit den Applikationsklassen 1 und 4 ist umgesetzt und bietet damit beispielsweise den Synchronlauf mehrerer Achsen. Dunkermotoren ist der erste Hersteller, der die Applikationsklasse 4 komplett im Motorgehäuse integriert anbietet.

PROFIdrive selbst ist ein Antriebsprofil, das die Inbetriebnahme im Vergleich zu früheren Technologien deutlich vereinfacht. Mühsames Abstimmen einzelner Parameter und Programmieren von Sequenzen sind passé. Antriebe werden einfach in die Projektierungsumgebung eingebunden und sind sofort betriebsbereit.

In PROFINET Systemen ohne PROFIdrive sorgen Dunker-eigene Quickstartbefehle für die schnelle Inbetriebnahme. Mehrere Befehle werden zu einem zusammengefasst, Ablaufprogramme reduzieren sich auf ein übersichtliches Mindestmaß.

PROFINET ist weit mehr als die Umstellung von einfacher Feldbus- hin zu Ethernet basierter Kommunikation. PROFINET macht jede Komponente transparent. Dadurch, dass die Übertragung riesiger Mengen von Status- und Zustandsdaten die hochsynchronen Prozessdaten nicht beeinflusst, können jederzeit sämtliche Komponenten in einem PROFINET Netzwerk analysiert und überwacht werden. Die OPC UA Fähigkeit von PROFINET ist praktisch schon das Tor zum IIoT Universum. Die wertvollen Daten können auf sicheren Wegen nach außen transportiert und dort analysiert werden. Jederzeit kann der digitale Zwilling einer kompletten Anlage mit der realen Anlage abgeglichen werden.

Dunkermotoren lassen sich als hoch integrierte und dezentrale Antriebslösung einfach in diese Welt einbinden, beispielsweise mit dem BG 95 dPro PN oder mit einem externen Motorregler, z. B. der Reglerelektronik BGE 5510 dPro PN. Falls besondere Sicherheitsfunktionalitäten erforderlich sind, wie SLS oder SSM, oder wenn sich aufgrund der Topologie ein Siemens-Regler anbietet, können auch SIMATIC

ZUKUNFTSSTROM

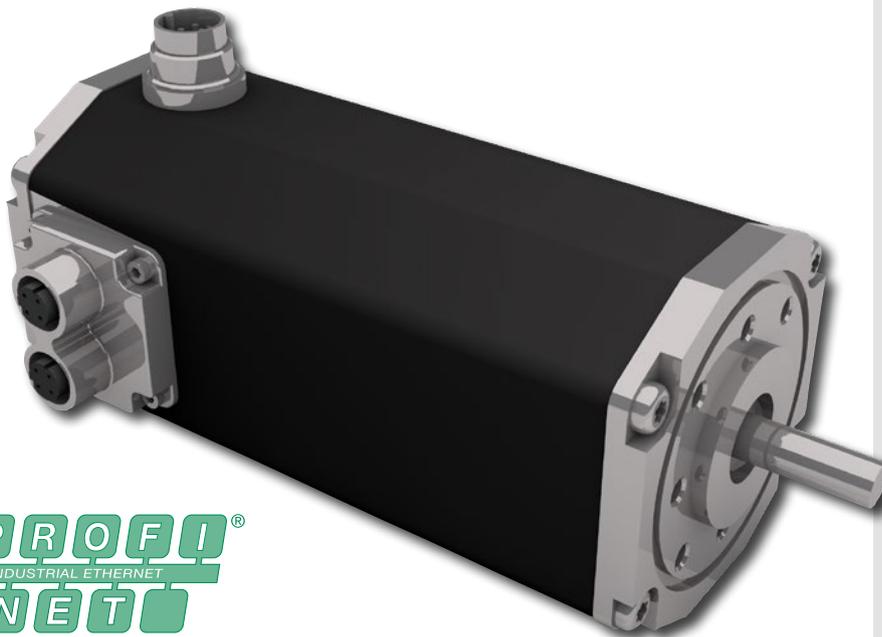
MICRO-DRIVE Regler zusammen mit einem speziell dafür abgestimmten Portfolio an Antrieben von Dunkermotoren eingesetzt werden.

Der Motor beinhaltet neben der Kommunikationsschnittstelle die komplette Endstufe, den Geber und den Controller inklusive dynamischer Motorüberwachung. Konsequenterweise können auch die mechanischen Komponenten gleich mit angebaut werden. So erhalten Kunden komplette Antriebseinheiten aus Motor, Getriebe, Bremse und Linearzylinder aus einem Guss. Anschließen, einbinden, projektieren und produzieren war noch nie so einfach. Für die Inbetriebnahme steht das Inbetriebnahmetool „Drive Assistant 5“ zur Verfügung, das über die Ethernet Verbindung Kontakt zum Motor aufbaut. „Let's connect“ - spezielle Schritt für Schritt Inbetriebnahmebeschreibungen klären dabei die letzten Details.

Eine Garantie für die reibungslose Funktion ist die strenge PROFINET Zertifizierung. Dunkermotoren möchte mit dieser sicherstellen, dass es erst gar nicht zu einer Fehlersuche kommt, sondern, dass der Antrieb über die komplette Lebensdauer fehlerfrei läuft.

Eine Prognose sei an dieser Stelle doch noch erlaubt: Die Kombination aus PROFINET und PROFIdrive, Applikationsklasse 4 komplett integriert in Antrieben, wird Maßstäbe setzen. Wie schon so oft wird die Technologie von Dunkermotoren als Vorbild für Produkte anderer Hersteller dienen. Der BG 95 und BG 66 dPro PROFINET sind bereits verfügbar, der BG 75 dPro PN folgt Anfang 2021.

Autor: Michael Burgert |
Product Manager BLDC Motors



ETHERCAT MIT DISTRIBUTED CLOCKS

Seit August 2020 ist die dPro Baureihe von Dunkermotoren auch mit EtherCAT Schnittstelle verfügbar. Besonderes Highlight ist Distributed Clocks und die damit verbundene Möglichkeit der Echtzeitsynchronisation.

Starter Sets sind ab sofort erhältlich. Sofort bestmusterbar sind unsere Motoren der Baureihe BG 66 dPro EC, BG 95 dPro EC, sowie die externe Regelelektronik BGE 5510 dPro EC. Anfang 2021 folgt dann der BG 75 dPro EC.

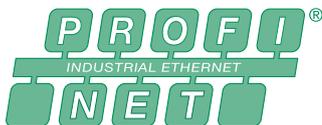
Autor: Matthias Utz | Product Manager Linear Systems

EtherCAT 

ETHERNET/IP IM ANFLUG

Ab Q2/2021 werden alle smarten Motorbaureihen auch mit EtherNet/IP Schnittstelle erhältlich sein.

EtherNet/IP



DATENAUSTAUSCH IM ZEITALTER DES „INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS“

Durch die Etablierung des „Industrial Internet of Things“ (IIoT) als Schlüsseltechnologie der vierten industriellen Revolution rücken von Maschinen und Komponenten erzeugte Daten immer stärker in den Fokus von Unternehmen. Die Daten werden nicht von ungefähr als neuer Rohstoff und auch als Gold des digitalen Zeitalters bezeichnet. Denn durch die Analyse der Daten lassen sich Informationen zu den zugehörigen Produkten und Prozessen gewinnen, was wiederum die Grundlage für Produktivitätssteigerungen oder auch komplett neue Geschäftsmodelle ist. Werden zum Beispiel die Betriebsdaten von Motoren analysiert, lassen sich daraus auf der einen Seite dienstleistungsbezogene Geschäftsmodelle wie „Predictive Maintenance“ ableiten, was auf der anderen Seite Produktionsausfälle minimiert und somit die Produktivität erhöht. Doch wie finden die Daten ihren Weg vom Gerät, das Daten erzeugt, zum Ort der Analyse? Dieser Frage widmet sich dieses Whitepaper und beleuchtet die gängigsten Kommunikationsstandards im Kontext des IIoT.

Unbestritten ist inzwischen, dass klassische Feldbus-Systeme wie DeviceNet oder Profibus durch industrielle Ethernet Busse wie PROFINET, EtherCAT oder Ethernet/IP mittelfristig abgelöst werden. Dies belegt auch die jährliche Betrachtung der Marktanteile von Bussystemen durch die Firma HMS, in der 2019 klassische Feldbusse erstmals rückläufig sind (Abbildung 1). Somit ist zumindest klar, dass

Industrial Ethernet und wireless Netzwerke wachsen – Feldbusse erstmals rückläufig bezogen auf neue Knoten

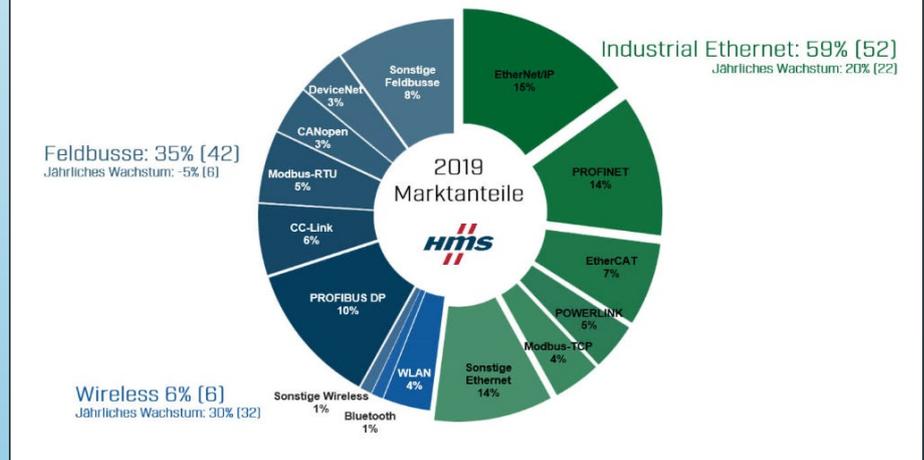


Abbildung 1: Marktanteile industrieller Netzwerke

analog zur IT auch in der Automatisierung Ethernet als Übertragungsmedium bei kabelgebundenen Verbindungen zukünftig gesetzt ist. Dennoch beherrschen mit den „Industrial Ethernets“ weiterhin proprietäre Standards die Feld- und Steuerungsebene. Das erschwert aktuell noch deutlich eine herstellerübergreifende Kommunikation.

Doch auch hier zeigt sich durch breite Unterstützung von OPC UA als einheitlichen Standard Licht am Ende des Tunnels, auf dem Weg hin zu einer gemeinsamen und offenen Kommunikation in horizontaler und vertikaler Richtung. Das ist entscheidend, da eine einheitliche und offene Kommunikation zwischen Geräten und Systemen sowohl die größte Herausforderung als auch der größte Enabler für das „Industrial Internet of Things“ ist. Denn nur durch eine hersteller- und ebenenunabhängige Kommunikation haben Maschinen- und Anlagen-

bauer die Möglichkeit, die für Ihren Anwendungsfall besten Technologien auszuwählen und zu kombinieren. Und nur so ist es möglich, Daten wirtschaftlich sinnvoll von allen Feldgeräten in übergeordnete Analysesoftware zu übermitteln, da diese nicht aus den unterschiedlichsten proprietären Systemen zusammengetragen und übersetzt werden müssen.

Neben diesen Kommunikationsstandards, die ihren Ursprung in der Automatisierung haben, gewinnen auch die aus der IT stammenden Ansätze des Datenaustauschs via API (application program interface) oder via MQTT und AMQP immer mehr Bedeutung in der Automatisierung, da es immer stärker darum geht, Daten von Automatisierungsgeräten in IT-Systeme zu übermitteln. Nachfolgend wird detailliert auf die einzelnen Technologien eingegangen und deren Vor- und Nachteile aufgezeigt:

ZUKUNFT JETZT!

INDUSTRIAL ETHERNET:

Bei den „Industrial Ethernets“ handelt es sich um herstellernetriebene proprietäre Kommunikationsprotokolle, die auf dem Ethernet-Standard IEEE 802.3 aufsetzen und diesen um Echtzeitfähigkeit und verschiedene weitere Steuerungsfunktionalitäten wie zum Beispiel „Motion“ erweitern. Die drei am weitest verbreiteten Protokolle sind EtherNet/IP (Rockwell), PROFINET (Siemens) und EtherCAT (Beckhoff). Wie stark die einzelnen „Industrial Ethernets“ hier auf das herkömmliche Ethernet zurückgreifen, variiert von System zu System. Die ersten beiden nach IEEE 802.3 standardisierten Schichten des OSI Modells, also die physische Übertragungsschicht und die MAC-Adressierung, werden praktisch von allen Protokollen verwendet. Inwieweit aber darauf aufbauend auf die Standardprotokolle IP, TCP und UDP des herkömmlichen Ethernets zurückgegriffen wird, hängt stark vom jeweiligen „Industrial Ethernet“ ab. EtherNet/IP ist dabei am nächsten am herkömmlichen Ethernet, da hier auch die Standardprotokolle IP, TCP und UDP fester Bestandteil des Protokollstacks sind, und erst oberhalb der Transportschicht das EtherNet/IP spezifische CIP-Protokoll aufsetzt. PROFINET stellt hier schon oberhalb der MAC-Adressierung einen eigenen Protokollstack dar, bietet beim Verbindungsaufbau und bei azyklischen Diensten aber noch die Möglichkeit, auf UDP/IP zurückzugreifen. EtherCAT hingegen ist oberhalb von Schicht 2 ein komplett eigenständiges Protokoll und nutzt lediglich den Ethernet-Frame. Dies ist zum einen der Grund für die herausragende Performance von EtherCAT in Bezug auf die Latenzzeiten für das es entwickelt wurde, aber auch dafür, dass EtherCAT am weitesten entfernt ist vom herkömmlichen Ethernet. Die Protokolle sind zwar prinzipiell offen

und können auch von Drittanbietern in Ihre Geräte implementiert werden. Ihre volle Performance entfalten die Protokolle aber meist nur im Ökosystem der Hersteller, die die Protokolle entwickelt haben. Dies macht sich dadurch bemerkbar, dass oft Lizenzen erforderlich sind und speziell bei der Integration von Masterfähigkeit gewisse Hürden existieren. Die „Offenheit“ dient somit eher dazu, Geräte von Drittanbietern in das eigene Ökosystem zu integrieren und Anwender im eigenen Ökosystem zu binden. Aufgrund des Entwicklungszyklus von ~15 Jahren innerhalb der Automatisierung spielen die „Industrial Ethernets“ auch die nächsten Jahre noch eine wichtige Rolle, selbst wenn sich z. B. mit OPC UA ein übergreifendes System etablieren würde. Die Annahme wird dadurch gestützt, dass entsprechend der HMS Studie die „Industrial Ether-

nets“ erst 2018, also ebenfalls ~ 15 Jahre nach der ersten Einführung, die klassischen Feldbusse bei der Anzahl neuer Knoten überholt haben. Zudem waren die klassischen Feldbusse auch erstmals 2019 rückläufig.

OPC UA:

OPC UA ist die Abkürzung für Open Platform Communication Unified Architecture und steht, wie der Name schon sagt, für eine offene Kommunikation mit vereinheitlichtem Aufbau. OPC UA ist dabei nicht einfach als zusätzliches Kommunikationsprotokoll zu sehen, sondern viel mehr als Kommunikations-Framework, das neben der Datenübertragung auch die Bedeutung von und den Zugriff auf Daten beschreibt sowie gleichzeitig Sicherheitsmechanismen mitbringt. Die Sicherheit wird

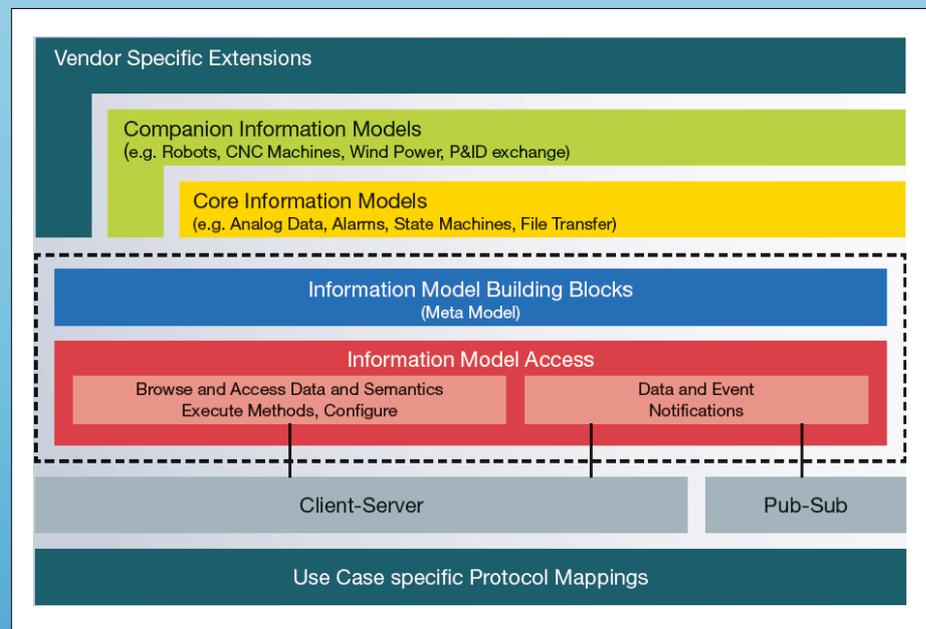


Abbildung 2: OPC UA Aufbau

ZUKUNFT JETZT!

hierbei über Zertifikate und eine Zertifikats- und Zugriffsrechtsverwaltung realisiert, welche OPC UA mitbringt. Hier muss allerdings beachtet werden, dass OPC UA nicht per se sicher ist, sondern die nötigen Mechanismen und Eigenschaften mitbringt, auf deren Basis eine sichere Kommunikation implementiert werden kann.

OPC UA basiert darauf, dass Geräte in Form von Informationsmodellen abgebildet werden. Das bedeutet, dass Geräte in Objekten mit ihren zugehörigen Variablen, Methoden, Events und ihrer Beziehung zu anderen Objekten beschrieben werden. Ein Motor kann beispielsweise in der einfachsten Form ein einzelnes Objekt mit Variablen, Events und Methoden sein, sich aber auch aus verschiedenen Objekten wie z. B. Strom-, Positions- und Geschwindigkeitsregler zusammensetzen. Somit können beliebig komplexe Komponenten und Maschinen semantisch abgebildet werden und es ist möglich, dass eine OPC UA Anwendung diese semantischen Modelle versteht, ohne sie im Vorfeld zu kennen. Damit dies herstellerübergreifend funktioniert, setzt OPC UA auf eine service-orientierte Architektur (SOA), die den Zugriff auf Informationsmodelle über standardisierte Services definiert. In der Basisimplementierung bringt OPC UA die Informationsmodelle Data Access (DA), Alarms & Conditions (AC), Historical Access (HA) und Programs, sowie die Services Browse, Read/Write, Methodenaufruf und Subscribe auf einzelne Variablen mit. Darüber hinaus kann die Funktionalität von OPC UA über branchenspezifische Informationsmodelle, die sogenannten „Companion Specifications“ erweitert werden. Um auch innerhalb von Branchen wie z. B. der Antriebstechnik noch den unterschiedlichen Differenzierungsmerkmalen der einzelnen Herstel-

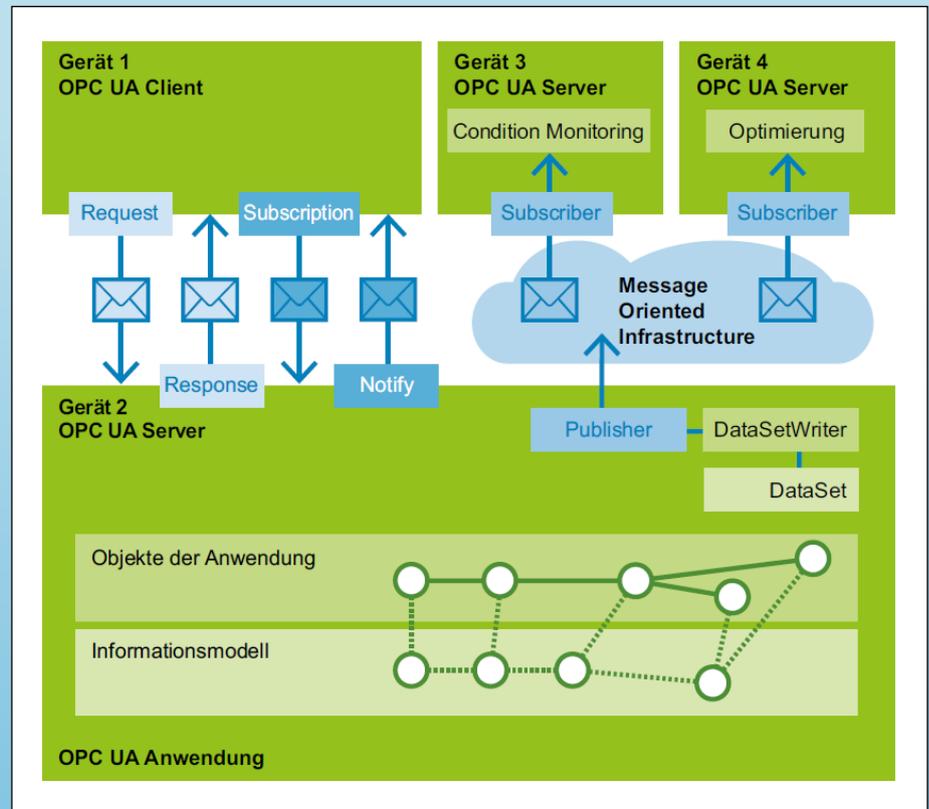


Abbildung 3: OPC UA Kommunikation

ler Rechnung zu tragen, gibt es die Möglichkeit zusätzlicher, nicht standardisierter Funktionen über die herstellerspezifischen Erweiterungen in OPC UA abzubilden (Abbildung 2).

Für die Kommunikation selbst stellt OPC UA zwei Arten zur Verfügung: Server/ Client und Publish/ Subscribe. Dabei können beide Kommunikationsarten parallel in einer OPC UA Anwendung verwendet werden und auch jede Anwendung jede Rolle einnehmen (Abbildung 3). Somit deckt OPC UA sowohl in der Automatisierung übliche direkte

Verbindungen über Server/ Client, als auch in der Cloud-Anbindung übliche indirekte Verbindungen über Publish/ Subscribe ab. Bei Publish/ Subscribe setzt OPC UA dabei auf die Einbettung von gängigen Standards wie MQTT oder AMQP. Im Kontext Publish/ Subscribe auf der Feldebene wird auch eine Variante mit UDP als Übertragungsprotokoll unterstützt.

Auf der Transportschicht der Kommunikation basiert OPC UA immer auf dem Internet Protocol (IP) und benötigt daher immer eine Ethernet-basierte

ZUKUNFT JETZT!

Netzwerkinfrastruktur. Daher ist OPC UA in seiner aktuellen Form eine ideale Ergänzung für „Industrial Ethernet“, um Daten parallel zur Steuerungskommunikation in übergeordnete Systeme für Analysen und Monitoring zu übertragen. Aktuell wird daran gearbeitet, OPC UA um das Time-Sensitive Networking (TSN) zu erweitern und somit eine deterministische Echtzeitkommunikation zu ermöglichen. Dieser Ansatz, sowie 5G, sind die Basis für die „Field-Level-Communication“ (FLC) Initiative der OPC-Foundation, die daran arbeitet, die OPC UA Kommunikation auf die Feldebene zu bringen. OPC UA als Ethernet-basierter und deterministischer Kommunikationsstandard auf der Feldebene hat dann das Potential, eine einheitliche und herstellerübergreifende Kommunikation zu ermöglichen. Gerade für dezentrale Systemarchitekturen ohne ausgeprägte Steuerungsebene ist das ein vielversprechender Technologieschritt, da Feldgeräte so auf die gleiche Art und Weise untereinander und zu Leit- und Managementsystemen kommunizieren können.

Wie beschrieben, eignet sich OPC UA aufgrund seiner Features als ideales Toolkit für eine hersteller- und ebenenübergreifende Kommunikation. Dennoch gibt es auch hier einige Einschränkungen zu beachten. Der hohe Abstraktionsgrad von OPC UA, der nötig ist, um den generischen Ansatz zu ermöglichen, erschwert natürlich den Einstieg und auch die Analyse der Verbindung selbst. Zudem führen die ganzen Features, die OPC UA mitbringt auch zu einer entsprechenden Anforderung an die Hardware, auf der eine OPC UA Anwendung laufen soll. Aus diesem Grund gibt es auch reduzierte OPC UA Profile, die keine Sicherheitsmechanismen unterstützen oder in der untersten Stufe nur eine

Verbindung zulassen ohne Methodenaufrufe und Subscriptions.

MQTT:

Message Queuing Telemetry Transport ist ein leichtgewichtiges Protokoll zur Datenübertragung. Im besten Fall können Pakete von lediglich 2 Byte realisiert werden, was speziell bei einer Vielzahl von Geräten und Nachrichten von Vorteil ist. Das, zusammen mit der einfachen Implementierung von MQTT, hat in den vergangenen Jahren dazu geführt, dass MQTT im IIoT Umfeld sehr starke Verwendung gefunden hat. Allerdings ist bei MQTT zu beachten, dass es entgegen OPC UA ein reines Übertragungsprotokoll ist und kein erweitertes Framework mit Funktionen wie einer semantischen Datenbeschreibung oder Sicherheitsmechanismen liefert. Das bedeutet, dass Sicherheitsmechanismen zur Absicherung der Verbindung separat implementiert und auf beiden Seiten der Kommunikation deklariert werden muss, um was für eine Art von Daten es sich handelt und wie diese zu verstehen sind.

Vom Aufbau her ist MQTT ein offenes Publish/Subscribe Protokoll für indirekte 1 zu n Kommunikation. Das bedeutet, dass ein Publisher basierend auf Events Nachrichten mit einem bestimmten Topic an einen sogenannten Broker sendet. Der Broker leitet die entsprechende Nachricht an alle Subscriber (Abonnenten) weiter, die das entsprechende Topic abonniert haben. Bezogen auf einen Motor kann das z. B. bedeuten, dass dieser unter dem Topic „Diagnose/ Überstrom“ seine Seriennummer und den zugehörigen Wert an einen Broker übermittelt, wenn der eingestellte Grenzwert überschritten wird. Der Broker leitet die Nachricht dann an alle

Abonnenten, wie beispielsweise mobile Endgeräte von Servicetechnikern, Leitsysteme oder Cloud-Applikationen weiter. Bei der Konfiguration der Publish/Subscribe Kommunikation bietet MQTT noch einige nützliche Features. Retained Messages ermöglichen es zum Beispiel, dass die letzte gesendete Nachricht zu einem Topic beim Broker hinterlegt bleibt und einem neuen Subscriber direkt bei der Anmeldung übermittelt wird. Daneben gibt es noch eine Last Will Nachricht, die ein Publisher beim Broker hinterlegen kann. Diese wird an alle Subscriber verschickt, wenn ein Gerät nicht mehr verbunden ist und sich zuvor nicht richtig abgemeldet hat. Auch wenn auf Seiten der Subscriber Verbindungsabbrüche vorkommen, bietet das Feature Persistent Session die Möglichkeit, dass verpasste Nachrichten im Broker gepuffert werden und dem Subscriber bei erneuter Anmeldung übermittelt werden. Als letztes bieten verschiedene Quality of Service Einstellungen noch drei Möglichkeiten, um sicher zu gehen, dass verschiedene Nachrichten bei genau einem, bei mehr als einem oder bei mindestens einem Subscriber angekommen sind.

MQTT ist somit ein leicht zu beherrschendes Protokoll, das sich ideal eignet, auf sehr ressourcenarmen Geräten implementiert zu werden und auch bei Unterbrechungen der Verbindung gewährleisten kann, dass die Daten Ihr Ziel erreichen. Allerdings muss auf beiden Seiten bekannt sein, welche Daten kommuniziert werden und für die Datensicherheit, vor allem des Brokers, muss auf anderen Wegen gesorgt werden.

AMQP:

Das Advanced Message Queuing Protocol ist neben MQTT das am weitesten verbreitete Kommu-

ZUKUNFT JETZT!

nikationsprotokoll im IIoT-Umfeld. AMQP arbeitet dabei wie MQTT ebenfalls mit einem Broker und dem Publish/ Subscribe Prinzip. Bei AMQP besitzt jeder Subscriber eine Warteschlange, in die Nachrichten mit abonnierten Topics vom Broker abgelegt werden. Die Nachrichten bleiben so lange in einer Warteschlange, bis der Subscriber bestätigt hat, dass er die Nachricht empfangen hat. Die Warteschlangen sind somit auch ein Puffer für Nachrichten, falls ein Subscriber nicht immer verbunden ist. Kann eine Nachricht nicht an einen Empfänger übermittelt werden, bekommt der Publisher eine entsprechende Nachricht. Neben Publish/ Subscribe bietet AMQP aber noch die weiteren Übertragungsarten:

- Fanout, bei dem der Broker eine Nachricht an alle verbundenen Warteschlangen übermittelt.
- Direct, bei der über einen Identifier eine feste Verbindung zwischen einem Subscriber und einer Warteschlange hergestellt werden kann.
- Headers, bei der die Verteilung von Nachrichten im Broker über Nachrichtenheader statt Identifier erfolgt und das gegenüber Direct mehr Möglichkeiten bei der Regelerstellung bietet. Zudem können bei AMQP die Nachrichten auch um Meta-Daten ergänzt werden, die die Daten der Nachricht in Form von Attributen beschreiben und die vom Empfänger genutzt werden können.

Der größte Unterschied zu MQTT stellt somit der erweiterte Funktionsumfang bei der Nachrichtenübermittlung von AMQP dar. Dieser bringt aber auch einen höheren Implementierungsaufwand und einen größeren Ressourcenbedarf mit sich. Die kleinste mögliche Paketgröße bei AMQP beträgt bereits 60 Byte. Daher gilt hier die Abwägung,

ob die erweiterte Funktionalität von AMQP benötigt wird oder doch das noch einfachere MQTT ausreicht.

API/ REST API:

Application Program Interfaces entstammen dem Ansatz, Programme in funktionsbasierte Module zu unterteilen. Die einzelnen Module stellen Ihre öffentlichen Daten anderen Module über APIs zur Verfügung und holen benötigte Daten bei APIs anderer Module ab. APIs sind Strukturen mit verschiedenen Variablen, die vom zugehörigen Modul beschrieben werden und von anderen Modulen gelesen werden können. Sie entkoppeln somit den „privaten“ Code der Module von der Außenwelt. Das ermöglicht es, leichter wartbare Module zu erzeugen und einen fehlerhaften Code schneller zu identifizieren, da jedes Modul durch das Beschreiben der API mit den geplanten Kommandos und das Prüfen der erwarteten Ergebnisse für sich getestet werden kann. APIs lassen sich generell somit auf jeden Anwendungsfall exakt zuschneiden, sind aber hersteller-, anwendungs- und modulspezifisch und nicht standardisiert. Daher müssen APIs beschrieben werden, wie sie erreicht werden, welche Variablen sie enthalten und ob die Variablen nur Lese- oder auch Schreibrechte haben. Gerade beim Datenaustausch mit anderen Herstellern über APIs oder bei öffentlichen APIs ist die detaillierte Beschreibung wichtig, damit die „externen“ Programmierer wissen, wie sie die Schnittstelle nutzen können, da Ihnen das Wissen fehlt, wie die hinter der API liegende Applikation arbeitet. REST steht für Representational State Transfer. REST ist kein eigener Standard oder ein Protokoll, sondern ein Architekturansatz für die Kommunikation innerhalb von verteilten Systemen. Da REST kein

ausgespezifizierter Standard ist, gibt es somit nicht im Detail vor, wie konforme Implementierungen aussehen müssen, sondern gibt sechs Architekturprinzipien („Constraints“) vor, die eingehalten werden müssen. Technologisch setzt REST auch auf Bestehendes. So kommt bei der Übertragung oft HTTP/ S als Protokoll und XML (Extensible Markup Language) oder JSON (Java Script Object Notation) als Datenformat für Informationen zum Einsatz. Da REST im Jahr 2000 entwickelt wurde, während des großen Durchbruchs des Internets, liefert das selbige bereits einen großen Teil der für REST nötigen Infrastruktur und die meisten Webservices basieren darauf. Die sechs von REST definierten Architekturprinzipien sind dabei: REST baut auf ein Client-Server-Modell mit strikter Trennung von Datenhaltung und User-Interface. Das bedeutet, dass User-Interfaces als Clients leicht an unterschiedliche individuelle Rahmenbedingungen angepasst werden können, während die Datenhaltung als Server durch einen standardisierten Aufbau leicht zu skalieren ist. Nachrichten müssen zustandslos („stateless“) sein. Eine Anfrage des Clients beim Server muss somit in sich geschlossen sein und alle Information zum Applikationszustand beinhalten. Der Kontext der Nachricht muss also immer mitgeliefert werden, da es bei REST keine bestehenden Sitzungen gibt und der Server diese ansonsten nicht interpretieren kann. Dieses Prinzip sorgt ebenfalls für eine einfachere Skalierbarkeit, da verschiedene Nachrichten des Clients von unterschiedlichen Servern bearbeitet werden können. Der Client hat die Möglichkeit, Antworten des Servers für eine erneute identische Anfrage zu puffern („Cachen“), sofern diese entsprechend gekennzeichnet sind. Dies dient dazu, den Traffic auf dem Netzwerk zu verringern und die Effizienz

ZUKUNFT JETZT!

des Netzwerks zu erhöhen. Allerdings besteht das Risiko, dass der Client so auf veraltete Daten zurückgreift.

REST setzt auf eine einheitliche Schnittstelle zwischen allen Clients und Servern mit einheitlichen Protokollen, Datenformaten und Methoden zum Zugriff. Mit der Verwendung von einheitlichen Schnittstellen gehen in der Regel Performanceeinbußen einher, da alle Daten in ein einheitliches Format gewandelt werden müssen. Diese Einbußen nimmt man für eine einfachere Architektur und Usability aber gerne in Kauf. Ein beispielhafter Aufbau wäre die Verwendung von HTTP/ S zur Übertragung und JSON als Datenformat sowie der folgenden gängigen Methoden:

GET - fordert Daten vom Server an

POST - übermittelt Daten an den Server

PUT/ PATCH - ändern bestehende Daten auf dem Server

DELETE - löscht bestehende Daten auf dem Server

REST gibt eine Architektur in einem Schichten-system vor mit klarer hierarchischer Struktur und Abgrenzung zwischen den Schichten. Dieser Ansatz ermöglicht es, stärker zu abstrahieren und so dem Anwender über eine einheitliche Schnittstellenschicht Zugriff auf unterschiedliche dahinterliegende Architekturen zu geben, ohne dass er diese kennen muss. Dadurch ist es z. B. möglich, Legacy Systeme als Schicht zu kapseln und über „neue“ Schnittstellen erreichbar zu machen. Somit ergibt sich eine erhöhte Sicherheit und Usability, allerdings entsteht durch die Abstrahierung auch ein größerer Overhead und durch die Kommunikation über mehrere Schichten größere Latenzzeiten.

Als einziges optionales Prinzip bei REST bietet „Code on Demand“ die Möglichkeit, über die API ausführbaren Code an den Client zu übermitteln bzw. nachzuladen. Dies gibt die Möglichkeit, die Funktion von einem Client unabhängig von seinem eigenen Code zu verändern bzw. zu erweitern.

Fazit: Zusammenfassend kann gesagt werden, dass es auch in Zukunft nicht den einen Kommunikationsstandard über alle Ebenen geben, sich die Vielfalt aber stark reduzieren wird. Am ehesten hätte OPC UA das Potential, eine vertikale und horizontale Kommunikation auf und über alle Ebenen zu ermöglichen. Allerdings stellt OPC UA für ein solches Szenario auch gewisse Anforderungen an die Hardware in Form von Speicher, Rechenleistung oder auch Kryptochips, die von aktuellen Embedded Geräten meist noch nicht erfüllt werden können. Auch bezüglich TSN ist aktuell noch nicht genau absehbar, wann und in welcher Form OPC UA auf der Feldebene als Echtzeitbus eingesetzt werden kann. Aktuell und über die nächsten Jahre werden auf der Feldebene noch die heterogenen „Industrial Ethernet“-Feldbusse dominieren, da hier auch der Investitionszyklus von ca. 15 Jahren bei Maschinen und Anlagen berücksichtigt werden muss, in dem bestehende Anlagen schrittweise durch neue Anlagen ersetzt werden. Es ist eher wahrscheinlich, dass OPC UA als einheitliche Ethernet Schnittstelle zur Edge zum Tragen kommt, um nicht jedes Protokoll für jedes Gerät anbinden zu müssen. Aber auch im Bereich der Cloud Kommunikation haben sich Publish/ Subscribe Protokolle wie MQTT oder AMQP Datenaustausch über REST APIs inzwischen als Quasi-Standard für etliche Applikationen etabliert, was eine kurzfristige Ablösung unwahrscheinlich macht.

Basierend auf dieser Situation und den gegebenen Randbedingungen scheint die nachfolgend beschriebene Kommunikationsarchitektur als wahrscheinlich für die Zukunft:

Daten von Feldgeräten werden unabhängig vom „Industrial Ethernet“ Feldbus über OPC UA oder alternativ auch direkt über den jeweiligen „Industrial Ethernet“ Feldbus an die Edge übertragen. Dort werden die ankommenden Daten über Software-Adapter in die nötigen Internet-Protokolle wie MQTT oder AMQP umgesetzt oder direkt mittels einer REST API übergeben. Welcher Weg exakt zum Einsatz kommt, hängt stark damit zusammen, wohin die Daten übermittelt werden bzw. in welchem IIoT-Ökosystem gearbeitet wird. Innerhalb des Cloud-Levels ist aktuell ein Datenaustausch via REST API am wahrscheinlichsten. Auf Seiten der Übertragung kommen somit auf den unterschiedlichen Schichten auch zukünftig unterschiedliche Technologien zum Einsatz. Innerhalb der Ebenen gibt es aber eine stärkere Standardisierung. Beim Datenformat hingegen zeichnet sich eine stärkere Standardisierung über alle Ebenen hinweg ab. Aktuell hat die von OPC UA definierte semantische Datenbeschreibung in JSON das Potenzial, der durchgehende Quasi-Standard zu werden.

Autor: Markus Weishaar | Product Manager IIoT

¹<https://www.hms-networks.com/de/news/pressemitteilungen-von-hms/2019/05/07/marktanteile-industrieller-netzwerke-2019-aus-sicht-von-hms>

² OPC Unified Architecture, Interoperability for Industrie 4.0 and the Internet of Things; Version 10 INA; OPC Foundation, 2019; pg. 24

³ Industrie 4.0 – Kommunikation mit OPC UA; VDMA; Fraunhofer I0SB-INA, 2017, pg. 13

ZUKUNFT JETZT!

SMARTE MOTOREN AUF DEM WEG IN DAS „INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS“

Smarte Motoren, die neben dem reinen Motor auch Regler, I/Os, Bussysteme und Steuerungselemente beinhalten, sind schon seit über 20 Jahren die Paradedisziplin von Dunkermotoren. Inzwischen rückt aber auch das Thema „Internet of Things“ immer stärker in den Fokus von Motorenherstellern mit der alles entscheidenden Frage: Welche Bedeutung und Anforderungen hat das „Internet of Things“ für und an die Motoren? Dunkermotoren stellt sich dieser Frage aktiv und arbeitet an Antworten, um smarte Motoren in das „Internet of Things“ zu integrieren.

Dass intelligente Motoren in der industriellen Automatisierung Ethernet basierte Feldbussysteme, wie PROFINET, EtherCAT und EtherNet/IP beherrschen müssen, um mit der Steuerung und anderen Geräten zu kommunizieren, steht inzwischen außer Frage. Neu ist, dass durch das IIoT eine zusätzliche parallele Kommunikationsschiene vorbei an der Steuerung direkt von den Feldgeräten in das Internet etabliert wird. Basis für diese Kommunikationsschiene sind je nach Anwendung OPC UA, MQTT oder AMQP. Dunkermotoren ist bereits dabei, OPC UA und MQTT in seine smarten Motoren zu integrieren, um so für die Basis-Anforderungen des IIoTs gerüstet zu sein. Neben der Kommunikationsart ist es auch wichtig, den Weg vom Motor ins Internet zu betrachten. Hier sieht Dunkermotoren die IT-Sicherheit und eine einfache Vernetzung als die wichtigsten Anforderungen und

als Lösung den Einsatz von IIoT-Gateways. IIoT-Gateways entwickeln sich aktuell schnell weiter, haben bei der Auswahl des richtigen Modells eine vernünftige IT-Sicherheit bereits hardwareseitig an Bord und bieten durch den IPC-ähnlichen Aufbau und die Unterstützung unzähliger Kommunikationsstandards eine variable Plattform. Dunkermotoren sieht hier nicht nur den Einsatz von IIoT-Gateways, die als zusätzliche Hardware angeboten werden. Als Alternativen sind auch direkt in den Motor integrierte IIoT-Gateway-Schnittstellen oder vor allem Software-Gateways vorgesehen. Diese können als Container oder Server / Client Applikation auf bestehende Gateways von Maschinenbauern oder Anlagenbetreibern aufgespielt werden. Dunkermotoren adressiert hiermit das Bedürfnis von Maschinenbauern und Anlagenbetreibern, nicht für jeden Gerätehersteller ein eigenes Gateway einsetzen zu wollen, sondern einen einzigen Verbindungspunkt zwischen Anlage und Internet zu haben. Das Ziel von Dunkermotoren ist es, für jede Anwendung die richtige Gateway-Lösung anbieten zu können.

Unter diesen Voraussetzungen hat Dunkermotoren bereits ein „Proof of Concept“ erfolgreich umgesetzt, bei dem ein BLDC-Motor BG 66 dMove CO in Verbindung mit einem IIoT-Gateway an das Internet angebunden, ausgelesen und gesteuert wird. Um alle Möglichkeiten auch für bestehende Technologien auszuloten, kommuniziert der BG 66 dMove CO dabei über CANopen mit dem IIoT-Gateway. Über eine auf dem IIoT-Gateway laufende Applikation, die über ein Web-Dashboard bedient wird, kann der Motor parametrisiert, verschiedene Bewegungskommandos an

den Motor gesendet und der Zustand des Motors live überwacht werden. Zudem kann eine Echtzeitmessung aktiviert werden, die Nennstrom und Drehzahl des BG 66 dMove CO zusammen mit einem Zeitstempel aufzeichnet. Die Aufzeichnung wird auf dem Gateway für spätere weiterführende Analysen gespeichert. Das IIoT-Gateway ist via WLAN direkt mit dem Internet verbunden und kann so endgerätenunabhängig mit Tablets, PCs oder Smartphones über die Web-Oberfläche simultan kommunizieren. Ergänzend zu diesen Features hat Dunkermotoren den „Proof of Concept“ noch um eine Messaging-Funktion erweitert, die via MQTT eine Warnmeldung über das Internet absetzt, wenn die Stromaufnahme des BG 66 dMove CO eine definierte Schwelle übersteigt. Die abgesetzte Warnmeldung wird automatisch an alle Endgeräte übermittelt, die die Statusmeldungen des BG 66 dMove CO abonniert haben, z. B. an das Smartphone des zuständigen Instandhaltungsmitarbeiters. Mit dem „Proof of Concept“ hat Dunkermotoren bewiesen, dass schon mit aktuell verfügbaren Produkten Edge-Lösungen im Bereich „Condition Monitoring“, „Preventive Maintenance“ oder „Remote Support“ möglich sind.

Bleibt noch die Frage, welche konkreten Mehrwerte eine Anbindung von smarten Motoren an das „Internet of Things“ bringt und wo der Weg in diesem Bereich hinführen kann. Dunkermotoren sieht hier eine „Device-Cloud“ als vielversprechenden Ansatz, in die sich alle im Feld befindlichen Motoren anmelden können. Der Maschinenbauer oder Anlagenbetreiber kann über die „Device-Cloud“ alle von ihm eingesetzten Motoren über eine App einsehen und diagnostizieren. Somit steht dem Nutzer eine frei skalierbare

und ortsunabhängige Remote Support Plattform zur Verfügung. Über diese können auch Firmware oder verschiedene Softwarebausteine zentral gesteuert an ausgewählte Motoren verteilt werden. Die „Device-Cloud“ kann zudem als Basis für weitere Digitalisierungsschritte angesehen werden, wie den „digitalen Zwillingen“ von Motoren, die weitere Services wie z. B. „Predictive Maintenance“ für die Kunden von Dunkermotoren ermöglichen. Die Grundlage für diese Vision ist der Gedanke, dass sich zukünftig jeder Hersteller auf seine Kernkompetenz fokussiert und an übergeordnete Applikationen nicht nur Daten, sondern schon fertige Analysen zur Verfügung stellt. Exemplarisch sieht das wie folgt aus: Dunkermotoren analysiert mittels KI die „digitalen Zwillinge“ seiner Motoren und stellt seinen Kunden aktuelle Informationen zur Verfügung. Der Maschinenbauer wiederum kann dadurch seinen Kunden Services wie „Dynamische Wartungspläne“ oder „Just-In-Time“-Ersatzteillieferungen anbieten. Immer mit dem Fokus, ungeplante Stillstandszeiten von Produktionsanlagen zu vermeiden.

Dunkermotoren sieht, wie in der Ausführung erkennbar, aktuell großes Potential in der Verbindung von Motoren mit dem „Internet of Things“ und ist, wie mit dem umgesetzten „Proof of Concept“ gezeigt, bestens gerüstet für weitere Schritte in diesem Umfeld, die je nach Feedback der Kunden von Dunkermotoren Kunden agil weitergeführt werden.

Gerne steht Dunkermotoren seinen Kunden als kompetenter Partner zur Seite, um gemeinsam Lösungen für IIoT-Anwendungen zu verwirklichen. Dunkermotoren ist überzeugt, dass IIoT ein Themenkomplex ist, der nur in Partnerschaften erfolgreich gelöst werden kann.

Autor: Markus Weishaar | Product Manager IIoT



DUNKERMOTOREN IM UMFELD DES IIOT – DAS IIOT-TEAM STELLT SICH VOR

Für unser Kundenmagazin „mo stellen sich die drei IIoT-Experten von Dunkermotoren den Fragen der Redaktion. Gerne stellen wir sie Ihnen vor: Markus Weishaar, Produktmanager IIoT, Vitas Kling und Lucas Mülhaupt, beide Software Ingenieure bei uns am Hauptstandort in Bonndorf.

Wo steht Dunker in Bezug auf IIoT heute?

M. Weishaar: Heute stellt die in unsere Motoren integrierte Logik bereits alle relevanten Daten der Motoren über die vorhandenen Feldbuschnittstellen wie zum Beispiel PROFINET, EtherCAT oder CANopen zur Verfügung. Diese können dann über unsere aktuellen Tools wie den Drive Assistant 5 oder Motion-Code genutzt und ausgewertet werden. Das ist für uns ein idealer Ausgangspunkt, da wir schon jetzt über ein lokales Condition Monitoring verfügen, das wir nun erweitern wollen. Dafür nutzen wir unsere langjährige Erfahrung bei intelligenten Antrieben und Kundenapplikationen, um basierend darauf passende IIoT-Lösungen für unsere Kunden zu entwickeln. Ziel für uns ist es, den Kunden Applikationen zur Verfügung zu stellen, die es ihnen ermöglichen, ihre eigenen Digitalisierungsprojekte umzusetzen, ohne sich Gedanken über die Anbindung und die Analyse von Motoren machen zu müssen.

V. Kling: Wie schon angesprochen besitzt Dunker ein großes Knowhow im Bereich der intelligenten

Antriebe. Wir können unseren Kunden so ziemlich jede Softwarelösung bieten, solange Antriebe untereinander oder mit einer PLC kommunizieren. Hier sind wir mit unserer neuen Motor Control Plattform sehr gut aufgestellt, über die die von Herrn Weishaar angesprochene Datenbereitstellung, schon heute funktioniert. Erste IIoT-Projekte laufen gerade an.

Wie sehen die weiteren Entwicklungen aus?

M. Weishaar: Aktuell arbeiten wir intensiv an verschiedenen Softwarelösungen für die Edge, die auf den gängigen Edge-Gateways laufen. Die Software übernimmt dabei die Funktion, die unterschiedlichen Motoren an die Cloud anzubinden oder auch Daten für Applikationen von Kunden bereitzustellen. Gleichzeitig beginnen wir mit dem Aufbau einer Geräte-Cloud, die als ortsunabhängige Remote-Plattform fungiert. Geplant sind Features wie ein gesteuerter Remote-Firmware-Download oder auch Analytics-Funktionen wie die Vorhersage von Ausfallwahrscheinlichkeiten.

Was sind die Trends?

M. Weishaar: Der Trend geht aktuell klar in Richtung Datenbereitstellung in der Cloud und darauf aufbauend, dass jeder Hersteller seine Produkte mit seinem Expertenwissen analysiert und den Kunden fertige Informationen in Form von Services zur Verfügung stellt. Weiter in die Zukunft gedacht, sind so natürlich auch Modelle wie „Motor as a service“ denkbar, bei denen nicht mehr der Motor verkauft wird, sondern die Funktion. Dies setzt aber voraus, dass zunächst unsere Kunden ähnliche Business-Modelle in Betracht ziehen und umsetzen.

V. Kling: Viele Maschinenbauer versuchen gerade, Informationen und Daten ihres Produkts in die Cloud zu übermitteln. Eine Cloud-Plattform bietet wiederum verschiedene Schnittstellen, um skalierbare Software anzubinden, um dem Kunden anhand der vorgehaltenen Daten, Analysen oder sonstige Berechnungen durchzuführen. Über einen Digital Twin, der ein virtuelles Abbild eines realen Gerätes in der Cloud darstellt, wird es möglich sein, das Gerät „on the fly“ zu konfigurieren, Monitoring Information sowie Datenblätter zu erhalten. Kunden wird es möglich sein, den Motor über die Cloud so zu nutzen, als ob dieser vor Ort direkt mit dem Motor verbunden wäre.

Welche Herausforderungen wird es geben?

L. Mülhaupt: Security ist nach wie vor ein großes Thema, dem wir uns auch aktiv annehmen. Die Daten, die wir aus den Motoren gewinnen, haben einen großen Wert, den wir über den gesamten Weg vom Motor über die Edge hin zur Cloud durchgängig absichern müssen. Hier arbeiten wir eng mit unseren Partnern aus den Allianzen zusammen. Durch den Einsatz offener und etablierter Standards wie z. B. OPC UA und MQTT wollen wir robuste, zuverlässige und sichere Lösungen schaffen.

V. Kling: Technologisch sehe ich keine Hindernisse. Um unsere Ziele zu erreichen, müssen wir unsere Produkte und Prozesse digitalisieren. Daran arbeiten wir. Wir versuchen uns auf das zu beschränken, was wir können, um das mit guten Lösungen anderer Anbieter zu verknüpfen.

M. Weishaar: Das IIoT entfaltet sein vollständiges Potential nur, wenn in Produkt-Ökosystemen ge-

dacht wird, in denen alle Komponenten vom Motor oder Sensor bis in die ERP-Systeme kompatibel sind. Hier geht es vor allem darum, dass die einzelnen Puzzleteile interoperabel sind und einfach zu einem sinnvollen Gesamtsystem kombiniert werden können. Nur so entsteht beim Endkunden, dem Anlagenbetreiber, der versprochene Mehrwert. Aus diesem Grund sind wir auch Mitglied in der Open Industry 4.0 Alliance und der MindSphere World, um entsprechende Ansätze aktiv mitzugestalten.

Sind uns andere Branchen voraus?

V. Kling: Ein Tesla Besitzer bekommt heute auf dem Display eine Benachrichtigung, wenn ein Software Update verfügbar ist, um es dann mit einem Klick upzudaten, dafür muss er in keine Werkstatt. Software, wie Stau meldungen mit Umfahrungen, sorgen für stressfreies Fahrvergnügen. Autos können auf der Autobahn schon die Spur halten. Ich finde schon, dass die klassischen Maschinenbauer, und vor allem Deutschland, aufholen müssen.



Wird sich unser Produktportfolio verändern?

V. Kling: Ich sehe mit Dunker IIoT nicht die Entwicklung neuer Produkte. Vielmehr die Lösung für die Probleme unserer Kunden. Nehmen wir einen Kunden, der unsere Motoren in seinen Maschinen einsetzt, die wiederum an einem weit entfernten Ort betrieben wird. Möchte dieser Kunde ein spezielles Firmware Feature, kann er dies über die Cloud schnell und einfach dazu buchen und auf die Motoren übertragen, ohne einen Service-Mitarbeiter für mehrere Tage dafür einzuplanen. Mit Dunker IIoT möchten wir unsere Kunden unterstützen, sich auf ihr Kerngeschäft zu konzentrieren und die volle Leistungsfähigkeit unserer Antriebe auszunutzen.

L. Mülhaupt: Dunkermotoren hat viele Jahre Erfahrung im Umgang mit Motoren. Unser Ziel ist es, dieses Knowhow zu digitalisieren, um es als Service an den Kunden weitergeben zu können. Das Verständnis etwa, wie sich Umgebungstemperatur, bestimmte Belastungsfälle oder Schwankungen in der Spannungsversorgung auf die Lebensdauer eines

Motors auswirken können, hilft in vielen Fällen, rechtzeitig auf drohende Ausfälle reagieren zu können.

M. Weishaar: Uns geht es vor allem auch darum, ergänzende Software-Lösungen für unser bestehendes Produktportfolio zu entwickeln, die es den Kunden ermöglichen unsere Motoren so effizient wie möglich zu betreiben. Wie schon eingangs erwähnt, bieten wir auch aktuell schon Möglichkeiten der Datenbereitstellung und Diagnose, die wir nun durch neue Technologien sinnvoll erweitern möchten.

Was kann ein Kunde zukünftig erwarten?

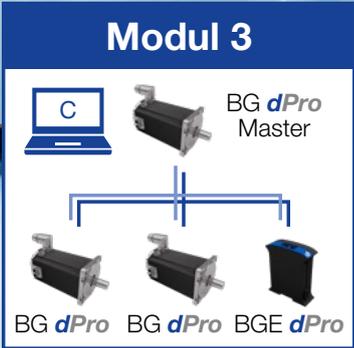
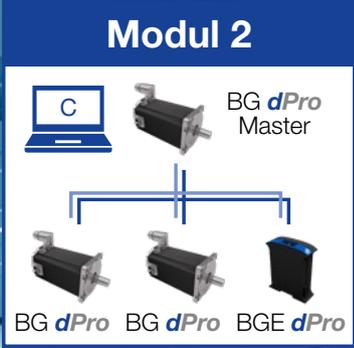
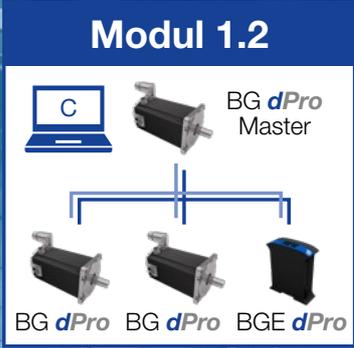
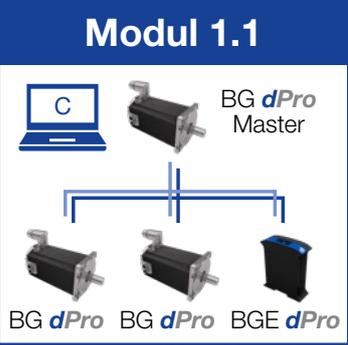
V. Kling: Meine Idealvorstellung ist, dass der Kunde nach der Bestellung den ganzen Produktionsprozess online mitverfolgen kann. Transparenz schafft Vertrauen. Sobald ein Motor geliefert und das erste Mal ans Netzwerk angeschlossen wird, kann sich dieser automatisch mit dem "Digital Twin" synchronisieren. Eine Software analysiert die Auslastung unserer Motoren und benachrichtigt den Kunden über einen voraussichtlichen Ausfall. Der Benutzer hat die Möglichkeit, einen neuen Ersatzmotor zu bestellen und auszutauschen, ohne ungeplante Ausfallzeiten der Maschine.

M. Weishaar: Dass wir unsere Kunden bestmöglich dabei unterstützen, eigene IIoT-Lösungen umzusetzen und ihnen die nötigen Bausteine liefern, um unsere Motoren darin einzubetten.

Vielen Dank für diesen Einblick in die Welt des IIoT bei Dunkermotoren.

Das Dunker IIoT-Team von links:
Vitas Kling, Lucas Mülhaupt, Markus Weishaar





ZUKUNFT JETZT!

SMARTE, VERNETZTE MOTOREN ERMÖGLICHEN DEZENTRALE LÖSUNGEN OHNE SPS

Durch die Einflüsse des „Internet of Things“ wird immer mehr Intelligenz von der Steuerungsebene in Endgeräte verlagert. Prozesslogik und Analytik wandern immer weiter in übergeordnete Ebenen bis hin zur Cloud. Diese schleichende Diffusion der Steuerungsebene eröffnet komplett neue Denkansätze für dezentrale Steuerungskonzepte. Als weltweiter Marktführer bei integrierten BLDC Motoren ist Dunkermotoren bereits seit 20 Jahren Vorreiter bei dezentralen intelligenten Motoren. Dunkermotoren stellt seinen Kunden innovative Lösungen bereit, um neue dezentrale Steuerungskonzepte ohne SPS zu realisieren.

Dezentrale Architekturen folgen dem Ansatz, dass Entscheidungen direkt dort getroffen werden, wo auch die resultierenden Aktionen ausgeführt werden. Lediglich übergeordnete Logik wie Prozessdatenerfassung, Werkstückverfolgung oder Visualisierung wird von übergeordneten Systemen übernommen. Konkret bedeutet dies, dass alle zeitkritischen Anwendungen, die in Echtzeit ausgeführt werden müssen, direkt auf den Feldgeräten ausgeführt werden. Alle verbleibenden Anwendungen, die nicht zeitkritisch sind, können so auch von nicht echtzeitfähigen Managementsystemen übernommen werden. Die integrierten smarten

Motoren der BG Baureihe haben diesen Ansatz verinnerlicht und bringen durch ihre freie Programmierbarkeit in C und die Vernetzbarkeit über die gängigen industriellen Kommunikationssysteme das nötige Rüstzeug für dezentrale Konzepte mit. Aber welchen strukturellen Vorteil gegenüber einer zentralen Architektur bietet eine dezentrale Architektur?

Einer der beiden offensichtlichen Vorteile ist der verminderte Verdrahtungsaufwand, da nicht alle Feldgeräte zu einer zentralen Steuerung geführt werden müssen. Der zweite ist der geringere Platzbedarf, da kein großer zentraler Schaltschrank mehr benötigt wird. Diese beiden Vorteile, zusammen mit den Einsparungen für nicht mehr benötigte Steuerungselemente wirken sich positiv auf Seiten der Kosten- und Raumoptimierung aus.

Es gibt aber noch weitere wesentliche Vorteile, die nicht auf den ersten Blick ersichtlich sind. Zum einen lassen sich über einen dezentralen Ansatz modulare Baukästen für Maschinen realisieren. Es können in sich geschlossene Module bestehend aus Mechanik, Elektronik und Software entwickelt werden. Der Vorteil am Beispiel der Software ist, dass nicht bei jedem neuen Projekt aus einer komplexen Mastersoftware Code-Bausteine, Parameter und Settings neu zusammengestellt und konfiguriert werden müssen, sondern einfach die fertig entwickelten Module neu kombiniert werden können. Dasselbe gilt sowohl für die Mechanik als auch die Elektronik. Entwicklungszeiten und mögliche Fehlerquellen innerhalb von Projekten können so drastisch reduziert werden, genauso wie

die Kosten für die Produktpflege von Varianten. Gegenüber Kunden kann durch die Kombinatorik eines modularen Baukastens eine enorme Variantenvielfalt abgebildet werden. Die interne Komplexität reduziert sich drastisch durch die Pflege einfacher, standardisierter und vollumfänglicher Module.

Innerhalb eines modularen Baukastens übernimmt ein Modul immer eine exakt definierte Teilaufgabe, z. B. das Abwickeln einer Folie. Alle dafür nötigen Motoren sind im Modul enthalten und reagieren selbstständig auf verknüpfte Sensorsignale oder Aktionen anderer Motoren, die ebenfalls zum Modul gehören. Müssen mehrere identische Aufgaben in einem System ausgeführt werden, kann ein Modul so auch ohne Mehraufwand mehrfach eingesetzt werden. Ist es eine ähnliche aber leicht modifizierte Anwendung, kann aus einem bestehenden Modul leicht ein neues Modul abgeleitet werden. Module können dadurch einfach gehalten werden, wodurch sich die Komplexität und Wechselwirkungen in überschaubaren Grenzen halten. Dies zeigt auch einen weiteren Vorteil eines dezentralen Konzepts auf: Die einfache und hohe Skalierbarkeit.

Bis zu diesem Punkt waren dezentrale Ansätze auch schon in der Vergangenheit umsetzbar. Etliche Kunden von Dunkermotoren haben diese bereits so in Ihren Anwendungen umgesetzt und erfolgreich am Markt etabliert. Neu hinzu kommen, wie eingangs erwähnt, die Einflüsse des „Internet of Things“. Sie verfolgen das Ziel, Daten schon in den Feldgeräten zu Informationen zu aggregieren und diese direkt in

Cloudsysteme zu übertragen, um sie dort weiterzuverarbeiten. Das bedeutet, dass noch mehr Intelligenz in die Feldgeräte wandert. Durch Standards wie OPC UA, mit oder ohne TSN und MQTT entsteht ein durchgängiger Kommunikationsstrang über alle Ebenen, direkt von der Feldebene in die Managementebene. Bezieht man diese Entwicklungen wieder auf den modularen dezentralen Ansatz, bedeutet das: Informationen, die innerhalb der Module oder zwischen Modulen und dem HMI ausgetauscht werden müssen, können direkt über OPC UA mit TSN in Echtzeit ausgetauscht werden. Informationen, die zur Überwachung oder zur Prozesssteuerung benötigt werden, werden via MQTT oder OPC UA direkt an Managementsysteme oder die Cloud übertragen. Bei der Anbindung an das „Internet of Things“ spielt auch die IT-Sicherheit eine wesentliche Rolle. Ein Ansatz ist einen einzelnen kontrollierbaren Zugriffspunkt auf das System zu schaffen. Dieser Ansatz kann mit Hilfe von IIoT-Gateways, welche

ebenfalls die Kommunikationsstandards OPC UA und MQTT beherrschen und zudem hardwaremäßig IT-Sicherheit mitbringen, realisiert werden. Das IIoT-Gateway fungiert als „Single Point of Entry“ zwischen den einzelnen Modulen und dem „Internet of Things“. Dies widerspricht auch nicht dem dezentralen Ansatz, da ein IIoT-Gateway aufgrund seiner geringen Bauform ebenfalls dezentral untergebracht werden kann und auch nur den Bruchteil der Kosten eines Steuerungssystems mit sich bringt. Somit liegt auch der Vorteil dieser Entwicklung klar auf der Hand: Eine durchgängige Kommunikationsarchitektur unabhängig von starren Ebenen, verbunden mit einer wesentlich einfacheren Implementierung und Pflege. Informationen werden direkt vom Punkt der Entstehung zum Punkt der Verwendung übermittelt, ohne unnötige Umwege. Denkt man diese Entwicklung konsequent weiter, stellt sich zwangsläufig die Frage: Braucht es zukünftig die SPS oder die gesamte Steuerungsebene noch?

Dunkermotoren hat die Potentiale dieser Entwicklung erkannt und ist dabei, OPC UA und MQTT in seine smarten Motoren zu integrieren, um seinen Kunden diese Vorteile zu erschließen.

Zusammenfassend liegen die Vorteile eines dezentralen Steuerungskonzepts in Kosten- und Bauraumeinsparungen, verminderter Gesamtkomplexität, einer hohen Skalierbarkeit und der Möglichkeit einer durchgängigen, zukunftsorientierten Kommunikationsarchitektur. Mit einem breiten Portfolio an smarten BLDC Motoren der BG Baureihe und der Erfahrung bei der Umsetzung dezentraler Konzepte ist Dunkermotoren Ihr perfekter Partner, um Sie bei der Umsetzung eines dezentralen Steuerungskonzepts mit Knowhow und marktführenden Produkten zu unterstützen.

Autor: Markus Weishaar |
Product Manager IIoT

„DUNKER-AKADEMIKER“ WISSEN MEHR

In enger Abstimmung mit Geschäftsleitung, Personalleitung und KollegInnen wurde die DunkerAkademie ins Leben gerufen. Dabei handelt es sich um ein internes Weiterbildungsprogramm, in dem alle MitarbeiterInnen ihre bestehenden Kompetenzen erweitern und/ oder neue erlernen können.

Die DunkerAkademie wird zunächst als interner Schulungskatalog angeboten, welcher Schulungen aller internen Fachbereiche abdeckt. Zusätzlich werden auch Veranstaltungen zu Spezialthemen, wie beispielsweise zum Gesundheitsmanagement ange-

boten. Derzeit werden über 80 Schulungen angeboten. Zudem ergänzen E-Learnings das bestehende

Weiterbildungsangebot digital.
Autor: Anja Parsiegla | Human Resources



Unser Dunker Vital-Team: Von links:
Elke Adelbrecht, Vjolca Sejdaj, Niis Pitsch

INSIGHTS

SUPPLIER QUALITY (SQ) – WIE WIR DIE QUALITÄT UNSERER ZULIEFERTEILE SICHERN

Qualität ist bei Dunkermotoren eine Selbstverständlichkeit und fest verankert in Unternehmensgrundsätzen und Philosophie. Dunkermotoren versteht Qualität als einen ganzheitlichen Prozess, der sämtliche betrieblichen Tätigkeiten umfasst.

Im Bereich der Beschaffung von Zulieferteilen ist die Abteilung Supplier Quality wichtiger Bestandteil zur Sicherstellung der hohen Qualität der Zukaufteile. Um die permanent steigenden Anforderungen an die Qualität sicherzustellen, haben wir im Zuge eines Projektes die Weichen für die strategische Ausrichtung der Abteilung gestellt. Aus der bisherigen Supplier Quality Assurance gehen die beiden Abteilungen Lieferantenqualität und Lieferantenentwicklung hervor.

Die Lieferantenentwicklung konzentriert sich auf die ganzheitliche Entwicklung der Lieferanten inklusive der Durchführung von Lieferantenaudits. Dadurch wird eine noch engere Zusammenarbeit mit den Lieferanten sichergestellt.

In der neuen Struktur sind die Kernprozesse der Lieferantenqualität wie Wareneingangsprüfung, Serien- und Reklamationsmanagement für Zulieferteile, deren Prüfplanung und die Messkompetenz abgebildet. Zu diesen Aufgabenstellungen unterstützen wir auch die weiteren Standorte in Taicang, China und Subotica, Serbien.

Obwohl die organisatorische Zuordnung jetzt im zentralen Qualitätsbereich liegt, ist die enge Zusammenarbeit mit der Materialwirtschaft weiterhin selbstverständlich und mit anderen Unternehmensbereichen wie Technik und Produktion eng verzahnt.

Eine größere Änderung gab es beim Reklamationsprozess von Zulieferteilen. Dieser Prozess wurde dahingehend optimiert, dass die komplette Verantwortung für die Abwicklung bei der Lieferantenqualität liegt und durchgängig im ERP-System dokumentiert und verfolgt wird. Das gewünschte Ergebnis der Optimierung macht sich bereits durch effizientere Bearbeitung merkbar.

Bei der Wareneingangsprüfung wird die Zielsetzung zur Verbesserung der Qualität direkt beim Lieferanten verfolgt. Damit folgen wir dem definierten Grundsatz „Qualität einkaufen“ statt „Qualität prüfen“.

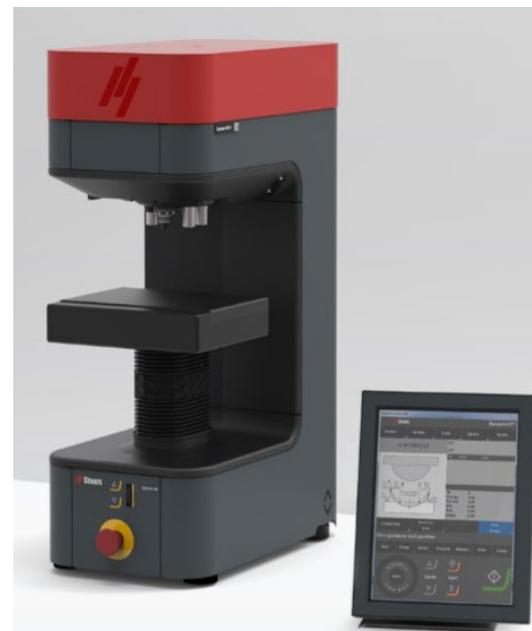
Die Prüfpläne und die Dokumentation der Prüfungen werden aktuell in die ERP-Struktur integriert. Dadurch können die Messwerte noch besser ausgewertet und für Statistiken verwendet werden. Prüfungen können dadurch dynamisiert werden und erfolgen lediglich bei Bedarf.

Der Fokus wird auf die Messkompetenz ausgerichtet, um diese zu stärken und auszubauen. Um den Anforderungen im Bereich des Messkompetenzentrums gerecht zu werden, erfolgen permanente Investitionen in die Erneuerung von Messmitteln, in die Verbesserung der Messfähigkeiten und in die Kompetenz unserer Mitarbeiter. Beispielsweise wurde in der Härteprüfung das bisherige manuelle

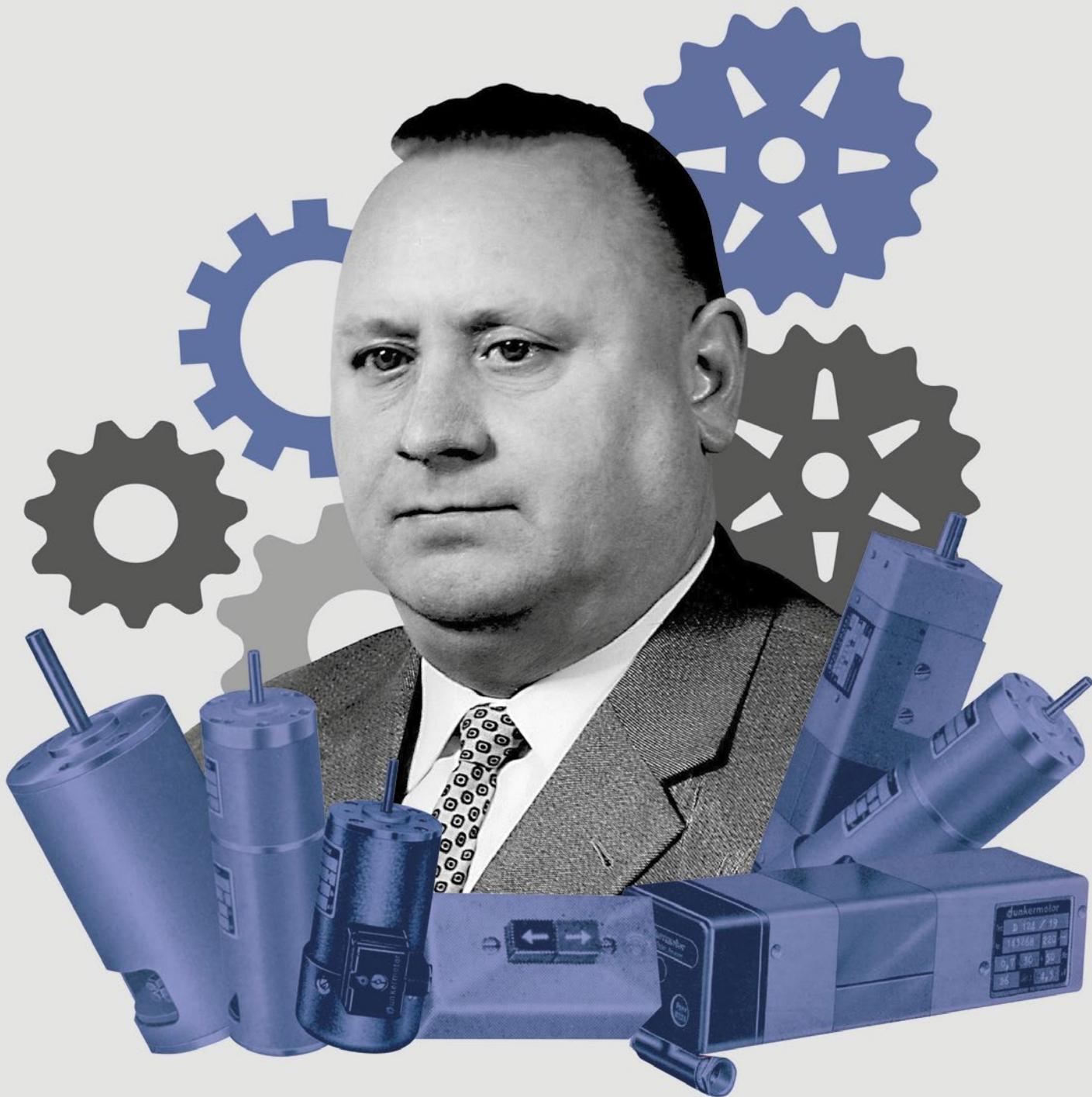
Gerät durch eine vollautomatische Härteprüfeinrichtung der neuesten Generation für Mikro- und Makrobereich ersetzt. Im Bereich der Messung von Magneten haben wir auf eine neue Generation einer Polgrenz-Messmaschine umgestellt. Bei unseren präzisen Sensormagneten werden damit unter anderem die Polstärke, Polbreite magnetischer Slope gemessen und bewertet.

Mit den genannten Strukturen und Kernprozessen in der Lieferantenqualität sowie der engen Zusammenarbeit mit den anderen Abteilungen stellen wir sicher, dass qualitativ hochwertige Zukaufteile zur Fertigung unserer Produkte zur Verfügung stehen.

Autor: Marc Tröndle | Leiter Supplier Quality



Vollautomatische Härteprüfeinrichtung für Mikro- und Makrobereich



INSIGHTS

DUNKERMOTOREN FEIERT 70-JÄHRIGES JUBILÄUM

70 Jahre ist es nun schon her, dass Christian Dunker in Bad Godesberg seine eigene Werkstatt im Nebenraum der elterlichen Schreinerei gegründet hat. Das waren die Anfänge von Dunkermotoren – heute ein Unternehmen mit über 1.300 Mitarbeitern, vier Standorten und einem Umsatz von 239,2 Millionen € im Jahr 2019.

Das Jubiläumsjahr 2020 geht wahrscheinlich als ein Jahr gemischter Gefühle in die Geschichte des Unternehmens ein. Die Herausforderungen rund um das Covid-19 - der Stillstand des gesamten öffentlichen Lebens, lässt einen zurückblicken. Das wollen wir auch unabhängig davon, in diesem Jahr tun. Denn trotz allem, werden wir das Jahr 2020 feiern. 70 Jahre Dunkermotoren – viele Entwicklungen, neue Motorenkonzepte, Anekdoten aus früheren Zeiten. Ein bis heute sehr familiäres Unternehmen – unsere Dunker Family.

Vier Jahre nach der Gründung fragt Christian Dunker nach einer Niederlassungsmöglichkeit in Bonndorf im Schwarzwald an – bis heute der Hauptstandort des Unternehmens. Seit dem Tod von Christian Dunker, der bei einem Verkehrsunfall 1966 ums Leben kam, gehört das Unternehmen immer wieder verschiedenen Konzernen an. Prägend war dabei u. a. die Zeit unter der Firma SEL (Standard Elektrik Lorenz), später Alcatel, die

insgesamt 41 Jahre andauerte. Seit 2012 gehört Dunkermotoren dem amerikanischen Technologie-Konzern AMETEK an.

In den letzten 70 Jahren gab es einige bahnbrechende Entwicklungen, ohne diese das Unternehmen heute nicht so agieren könnte. Dabei sind z. B. die Entwicklung der Planetengetriebebaureihe 1977, der erste 4-Phasen bürstenlose Gleichstrommotor 1985 oder aber die ersten bürstenlosen Gleichstrommotoren mit integrierter Elektronik 1999 zu erwähnen. 2005 stellt Dunkermotoren den ersten BLDC-Motor mit integrierter PLC-Funktionalität vor. Die integrierte CANopen-Schnittstelle ebnet den Weg in die heute diskutierten Ansätze rund um das Thema Smart Factory. Mit der Einführung der Motor Control Platform im Jahr 2018 werden weitere wichtige Schritte in Richtung Digitalisierung und Baukastenprinzip für die integrierte Elektronik unternommen. Ein Prinzip, das Dunkermotoren für seine Antriebs Elemente schon viele Jahre erfolgreich umsetzt. So stehen für einen Antrieb diverse Antriebsvarianten aus Motor, Getriebe, Elektronik, Bremse und Geber zur Verfügung. In Summe sind das aktuell 27 Millionen Konfigurationen.

Fun Fact: In 70 Jahren Unternehmensgeschichte wurden nur drei Consumer Produkte hergestellt – eine Wohnzimmertischverstellung, den Skikantenschleifer und die elektrische Oma. Die Idee zur Entwicklung der elektrischen Oma (1956/ 57) entstand durch das ständige Schreien eines Kindes von einem unserer Mitarbeiter – Babysitter gesucht. Mit der elektrischen Oma erreichte man

ein andauerndes Hin- und Herschaukeln des Kinderwagens, wodurch das Kind in einen friedlichen Schlaf gewogen wurde.

Mit dem Produkt war Dunkermotoren seiner Zeit vermutlich weit voraus. Während heute ähnliche Produkte am Markt verfügbar sind, war die elektrische Oma seinerzeit eher ein Ladenhüter. Ähnlich verhielt es sich mit der Entwicklung des Skikantenschleifers, der in einer Zeit (1979/ 80) entstand, in der es Dunkermotoren wirtschaftlich sehr schlecht ging. Jedoch erreichte das vielversprechende Produkt nicht die gewünschten Absatzzahlen, obwohl dahinter eine scheinbar geniale Idee steckt. Ein Adapter am Skikantenschleifer für den 12-Volt-Stecker im Auto soll es Skifahrern ermöglichen, kurz vor der Abfahrt ihre Skikanten individuell und mobil (ohne Werkstatt) zu schleifen. Die Umsetzung des Ganzen war leider wohl weniger erfolgreich.

Im siebzigsten Jahr unserer Firmengeschichte sagen wir auch herzlich Willkommen unseren Kollegen der Schwesterfirma MAE. Durch die engere Kooperation seit Anfang des Jahres werden wir mit MAE noch weiter zusammenwachsen, stärker am Markt auftreten und unseren Kunden ein noch umfassenderes modulares Portfolio anbieten. Unsere Investitionen in die Zukunft, die Unterstützung und das Vertrauen unseres Mutterkonzerns AMETEK, wie auch die gesamte Belegschaft von Dunkermotoren und MAE, sind die beste Grundlage weiter durchzustarten. Wir freuen uns auf weitere 70 Jahre Dunkermotoren mit Ihnen an unserer Seite.

Autor: Janina Dietsche | Public Relations

STANDORTE

STANDORTE

DER FELDBERG – PARADIES FÜR WANDE- RER, MOUNTAINBIKER UND SCHWARZWALD- LIEBHABER

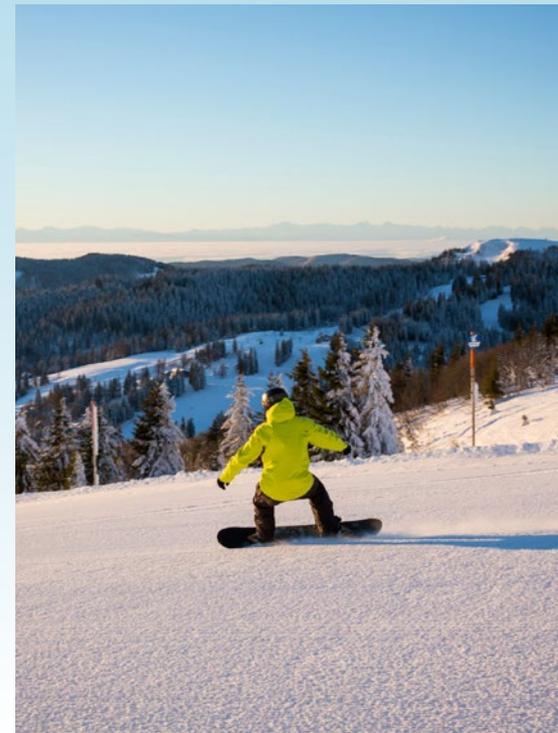
Zum Luftkurort Feldberg gehört der höchste Gipfel des Schwarzwaldes: der 1493 Meter hohe Feldberg. Neben den sportlichen Aktivitäten stehen hier das ganze Jahr über viele Sehenswürdigkeiten und Ausflugsziele zur Verfügung. Besonders beliebt sind die Wander- und Mountainbike Strecken sowie verschiedenste Wintersportarten. Mit nur 30 Minuten Fahrtzeit liegt das Freizeitparadies unweit vom Dunkermotoren Hauptstandort.

WINTERWELT IM HOCHSCHWARZWALD –
DAS SKIGEBIET FELDBERG

Im Winter gilt der Feldberg als das größte und älteste Naturschutzgebiet in Baden-Württemberg. Der Liftverbund Feldberg ist ein Zusammenschluss von mehreren Skigebieten in der Region. Egal, ob Anfänger, Fortgeschrittene oder sportliche Fahrer: Bei den über 30 Lifтанlagen ist für jede Altersgruppe bzw. alle „Könnerstufen“ etwas geboten. Da rund 20 von 63 Pistenkilometern künstlich beschneit werden, ist der Winterspaß auch dann garantiert, wenn der Winter im Schwarzwald schneeärmer, als gewöhnlich ausfällt. Die längste Piste im Skigebiet ist die Rothausabfahrt. Sie startet am Seebuck und verläuft über eine Länge von etwa drei Kilometern. Zur schwierigsten Abfahrt zählt die FIS Weltcupabfahrt. Mit der Möglichkeit des Flutlicht-

fahrens bietet der Liftverbund auch Berufstätigen abends die Gelegenheit, noch ein paar Abfahrten zu absolvieren. Der Feldberg punktet nicht nur mit Skipisten, sondern noch vielen weiteren Wintersportmöglichkeiten. Ski Alpin, Langlauf, Rodeln, Snowboarden, Skikiting und Schneeschuhwandern sind in sämtlichen Schwierigkeitsgraden möglich.

Für Eissportfans bietet die Feldberghalle in Altglashütten oder in dem etwa 15 Kilometer entfernten Eisstadion in Titisee Möglichkeiten zum Eislaufen. Da Wintersport bekanntlich besonders hungrig macht, findet man am Feldberg zahlreiche Hütten, Restaurants und Bauernwirtschaften, zur Stärkung und zum gemütlichen Beisammensein. Mit den Après-Ski Locations mit Schirmbars, Sonnenterassen und Musik ist für Jung und Alt auch nach der letzten Abfahrt Hüttengaudi angesagt.





FACTS ZUM FELDBERG

Höhe: 1493 m

Lage: Südwestliches Baden-Württemberg

Gebirge: Schwarzwald

Durchschnittstemperatur: 3,9 °C

Besonderheiten:

höchster Berg Deutschlands
außerhalb der Alpen



MOUNTAINBIKEN UND WANDERN

Die Region Feldberg ist jedoch nicht nur für den Wintersport bekannt. Auch im Sommer mangelt es nicht an Freizeitangeboten. Mountainbiker, sowie Wanderer treffen sich gerne am Feldberg, um ihrem Lieblingssport nachzugehen.

Mountainbike-Touren eignen sich hervorragend, um die wunderschöne Landschaft des Schwarzwaldes zu genießen. Insgesamt stehen 144 abwechslungsreiche Mountainbike-Touren zur Auswahl. Außerdem gibt es diverse Wanderwege, die alles bieten, was das Herz begehrt: Urige Wälder, weite Wiesenflächen, sprudelnde Bachläufe und kleine Wasserfälle. Hinzu kommt ein eindrucksvoller Blick über Dörfer, Wälder

und Landschaften des Schwarzwaldes vom Feldberg aus. Von Rundwegen über Hüttenwanderungen bis hin zu Routen, die speziell für Kinder ausgelegt sind, ist am Feldberg alles vertreten. Besonders toll ist die Einkehr am Raimartihof, da dieser nur 500 Meter vom Feldsee entfernt liegt. Der Feldsee kann nur über diverse Wander- und Mountainbike-Strecken erreicht werden und ist mit dem Auto nicht zugänglich. Sowohl beim Mountainbiken als auch beim Wandern werden verschiedene Schwierigkeitsgrade angeboten, die jedermann den Freizeitspaß am Feldberg ermöglichen. Weitere Sport- und Wellnessangebote rund um den Feldberg machen die Region zu einem unvergesslichen Erlebnis für Urlauber, Sportler und Familien.

Autor: Janina Dietsche | Public Relations

ENGINEERING

TEILENTLADUNG VON ELEKTRISCHEN ANTRIEBSSYSTEMEN

Aufgrund steigender Energieeffizienzmaßnahmen für Betriebsmittel und Regelsysteme von elektrischen Antrieben werden zunehmend Schaltnetzteile und Frequenzumrichter eingesetzt. Durch die Umrichter gibt es höhere Spannungsspitzen, die zu Teilentladungen führen können und somit die Lebensdauer der elektrischen Maschinen deutlich verkürzen. Die Teilentladung ist kein kontinuierlicher Vorgang. Wie der Name bereits ausdrückt, ist der elektrische Durchschlag nicht vollständig, sondern die Entladung findet nur teilweise aufgrund Überbrückung der Isolation statt. Erst ab einer bestimmten Spannung kommt es zu ersten Entladungen und nach einer Hysterese bei reduzierter Spannung, setzt dieser Effekt wieder aus. Die Ursachen und die Entwicklung der Teilentladung hängen sehr stark von der Art des Dielektrikums bzw. des isolierenden Mediums und dem strukturellen Aufbau der Isolierung ab. Besonders Inhomogenitäten in der Isolationsstruktur durch Fremdstoffe, Verunreinigungen und Gaskavitäten im Herstellungsprozess können Teilentladungen begünstigen. Auch im Betriebszustand, beispielsweise durch mechanische und temperaturabhängige Einflüsse, Verformungen und Vibrationen, können durch die wirkende Spannung Teilentladungen in der Isolierung entstehen.

Die zunehmenden Anforderungen an feste Isolationssysteme von elektronischen und elektrischen Komponenten bzw. Betriebsmitteln mit kompakter Bauweise und bei steigenden Schaltfrequenzen der Halbleiter er-

fordern den Einsatz teilentladungsfreier sowie teilentladungsfester Isoliermaterialien und Verbundwerkstoffe. Dies gilt insbesondere für elektrische Komponenten in drehzahlverstellbaren Antrieben. Die Lackdrahtisolationen von Antrieben werden mit der doppelten Zwischenkreisspannung beansprucht. Als eine der Ursachen für die schädigende Spannungsüberhöhung ist die Überlagerung der reflektierenden Spannungswelle mit der Versorgungsspannung aufgrund des Impedanzunterschiedes zwischen Kabel und Motor zu nennen.

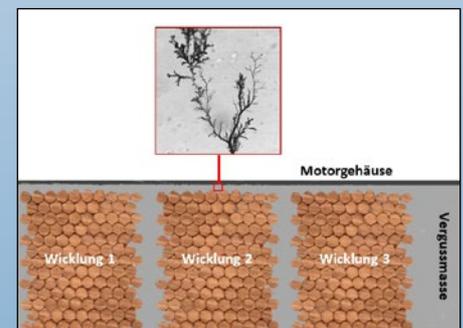
Die rechteckförmige Betriebsspannung mit hohen Schaltfrequenzen erzeugt hohe Spitzenpegel und steile Anstiegsflanken, die zusammen zur Erzeugung von Teilentladungen und beschleunigter Alterung von Isolationssystemen führen. Auch bei der Überwachung der Produktqualität in der Fertigung durch die Typ- und Stückprüfung und zur Lebensdauerabschätzung von Isolationssystemen spielt die Teilentladungsmesstechnik und -diagnostik eine immer bedeutendere Rolle. Nach der IEC 60270 respektive der VDE 0434 ist die Teilentladung (TE) wie folgt definiert: „Örtlich beschränkte elektrische Entladung, welche die Isolierung zwischen Leitern nur teilweise überbrückt und welche angrenzend an einen Leiter auftreten kann, aber nicht muss“ [1].

Für die Qualitätskontrolle des Isolationssystems von elektronischen oder elektrischen Komponenten und Systemen können kurzzeitige TE-Messungen als zerstörungsfreie Prüfverfahren herangezogen werden. Auch bei Applikationen im Niederspannungsbereich, insbesondere bei elektrischen Motoren können Teilentladungen vorkommen. Hierbei handelt es sich überwiegend um innere Teilentladungen (Gasentladungen

umgeben von einem festen Isolierstoff), welche infolge der stetigen Zersetzung des Isolationsmaterials eine beschleunigte Alterung und damit Schwächung bzw. Ausfall des Isolationssystems verursachen. Für die Erzeugung von Teilentladungen müssen die folgenden drei Bedingungen erfüllt sein:

- Eine ausreichend hohe elektrische Feldstärke, um eine Ionisierung zu verursachen
- Ein Startelektron muss vorhanden sein
- Ein Rückkopplungsmechanismus, der den Lawineneffekt aufrechterhält

Eine Teilentladung in einem gasförmigen Medium erfordert eine niedrigere Spannung gegenüber einer Flüssigkeit oder einem festen Fremdeinschluss. Diese Gaskavitäten sind somit die wahrscheinlichste Ursache für die Zerstörung der Isolation. In dem Isolationsmaterial wird aus einem vorhandenen Hohlraum eine baumartige Struktur gebildet, welche unter dem Einfluss des elektrischen Feldes und der Entladungen weiter anwächst. Diese Verästelungen erhöhen die Leitfähigkeit und führen zu einer fortschreitenden Zerstörung des Dielektrikums, wie nachfolgende Abbildung zeigt.



Grafik 1: Die auftretende Teilentladung ist eine physikalische Größe, welche mit Hilfe verschiedener Messverfahren erfasst werden kann.

ENGINEERING

Bei der klassischen Hochspannungsprüfung mit Wechselfeldspannung werden nur typische Durchschläge zwischen dem beschädigten Leiter und dem Motorgehäuse betrachtet. Fehlerhafte Isolation wird daher durch die Hochspannungs- und Stoßspannungsprüfung nicht erkannt. Die Teilentladungsmessung ist in der Lage, Isolationsschwächen zu erkennen. Die Teilentladung entsteht wie bereits erwähnt an Stellen, wo sehr hohe Spannungsunterschiede vorliegen.

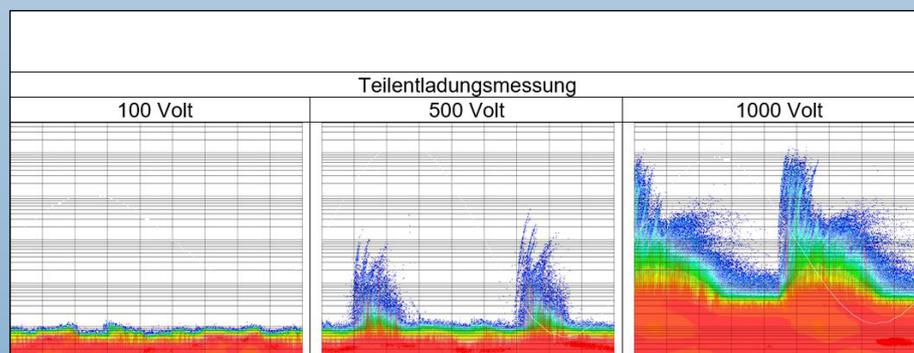
Wird die Spannung erhöht, die kritische elektrische Feldstärke überschritten und ein freies Elektron ist vorhanden, so kommt es zu Entladungen. Je größer der Hohlraum, umso wahrscheinlicher ist eine Teilentladung. Die symmetrischen Fingerstrukturen, wie nachfolgend von einem elektrischen Antrieb dargestellt, sind sehr typisch für Hohlraumentladungen.

Die Hohlraumentladungen finden bei der größten Spannungsänderung statt. Die Folge dieser Teilentladung ist eine langsame, aber stetige Zerstö-

runge der noch funktionsfähigen Isolierung. Diese kontinuierliche Vergrößerung der Schwachstelle führt zwangsweise zu einem Voldurchschlag der elektrischen Maschine und somit zur Zerstörung. Teilentladungen spielen als Fehlerquelle in Mittel- und Hochspannungsanlagen eine bedeutende Rolle und können nahezu jedes Betriebsmittel oder jede Anlage in der elektrischen Energietechnik betreffen. Eines der wichtigsten Elemente der Konstruktion von elektrischen Maschinen ist die Isolierung der Wicklungen, um die Dauerfestigkeit gegenüber Teilentladung zu gewährleisten. Die frühe Erkennung in der Entwicklungsphase und die Vermeidung von Teilentladungen ist daher unverzichtbar und Teil der Qualität eines elektrischen Antriebs, um eine lange Lebensdauer sicherzustellen.

Autor: Dr. Bruno Basler |
Head of R&D Pre-Development

[1] IEC; DIN EN 60270 (VDE 0434):2016-11, Hochspannungs-Prüftechnik, Teilentladungsmessung, 2016.



Grifik 2: Die Entladung eines Hohlraumes kann aber auch zu mehreren Entladestrukturen (Fingern) führen. Dies hängt von der Geometrie, der Feldverteilung, der Permittivität und weiteren Faktoren ab.



DEVICEDATEN – DIE DNA DES ELEKTRISCHEN ANTRIEBES

„Gas geben“, „bremsen“, „links abbiegen“, „Scheibenwischer ein-“, „Fernlicht ausschalten“.... Das sind nur ein paar der Grundfunktionen jedes beliebigen Kraftfahrzeugs. Manche Fahrzeuge haben Sonderfunktionen: „Panoramadach auf“ oder „Sitzheizung Stufe 3“ oder „Innenraumbelichtung dunkelblau“. All diese Funktionen werden im Fahrzeug von einem Softwareprogramm in einem Steuergerät überwacht und gesteuert. Bedeutet dies, dass für jedes individuelle Fahrzeug eine eigene Steuersoftware programmiert werden muss? Nein.

Es wird eine sehr umfangreiche Software aufgespielt und die entsprechenden Programmteile werden aktiviert, sobald ein Zusatzgerät im Fahrzeug verbaut wird. Das reduziert zum einen die Anzahl der unterschiedlichen Softwareprogram-

me deutlich. Zum anderen entsteht dadurch ein sehr flexibles System, in dem Erweiterungen einfach der Gesamtsoftware hinzugefügt und bei Bedarf aktiviert werden.

Was in der Automobilbranche etabliert ist, funktioniert seit der Einführung der Motor Control Plattform (MCP) auch bei BG Motoren mit integrierter Elektronik. Beispielsweise hat jeder dPro CO Motor, egal welcher Baugröße (BG 45, BG 66, BG 95, etc.), egal ob mit Absolutwertgeber, mit 24 V oder 60 V Wicklung oder mit zusätzlicher SSI Schnittstelle das gleiche Softwareprogramm, welches die Motorabläufe steuert.

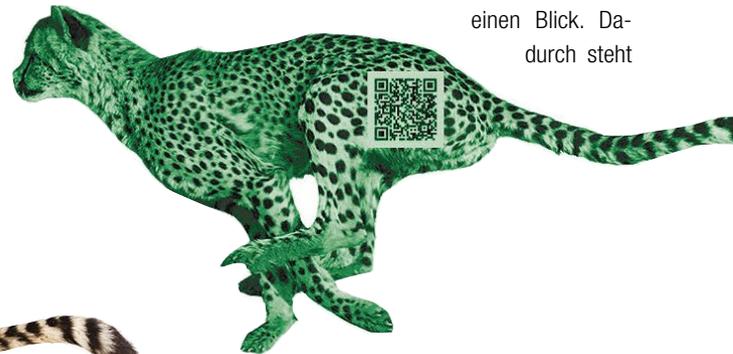
Dieses Softwareprogramm heißt „Firmware“. Nach der Endprüfung wird sie auf jeden Motor aufgespielt. Somit erhält der Motor schon einmal alle überhaupt möglichen Funktionen. Jetzt beginnt die Individualisierung. Motoren haben unterschiedliche Wicklungen und damit unterschiedliche maximale Motorströme, die dauerhaft oder kurzzeitig fließen dürfen. Motoren haben auch unterschiedliche Drehgeber oder

Bremsen mit unterschiedlichsten Charakteristiken angebaut. Diese und noch viele weitere individuelle Daten werden auf den Motor aufgespielt. Sie werden als Devicedaten bezeichnet, also „gerätespezifische Daten“.

Doch was hat der Anwender davon?

Anwender haben auf einmal nicht nur den Motor, sondern den kompletten Antrieb im Blick. Die Devicedaten beinhalten nicht nur motorspezifische Daten, sondern auch sämtliche Informationen zu angebauten Gebern, Getrieben, Bremsen, etc. In der bisherigen Motorgeneration mussten noch sämtliche Parameter eingestellt werden, wie z. B. die Geber-Auflösung oder den Maximalstrom, mit dem ein bestimmter Motor betrieben werden darf und welches die Übersetzung des angebauten Getriebes ist.

Diese Informationen mussten bisher aus Katalog, Datenblatt oder vom Typenschild abgelesen werden. Ein Motor mit MCP-Elektronik hat all diese Informationen gespeichert und liefert diese auf einen Blick. Dadurch steht



ENGINEERING

sozusagen ein digitales Typenschild des Gesamtantriebes zur Verfügung. Dieses spart vor allem bei der Inbetriebnahme viel Zeit. Motorelektronik, Motor und Anbauten sind bereits ab Werk perfekt aufeinander abgestimmt.

Warum sollte sich ein Anwender auch mit Daten wie Maximalstrom, Geberauflösung oder Getriebeübersetzung herumschlagen? Ein Anwender möchte entweder eine Positionieraufgabe ausführen, eine konstante Drehzahl oder ein konstantes Drehmoment abrufen. Er möchte den elektrischen Antrieb als Gesamtheit sehen und nicht nur als zusammengebaute Einzelteile. Devicedaten sind der Kitt, der die Einzelteile zu einer Einheit verbindet, der aus einzelnen Antriebskomponenten einen Komplettantrieb macht. Damit aber noch nicht genug.

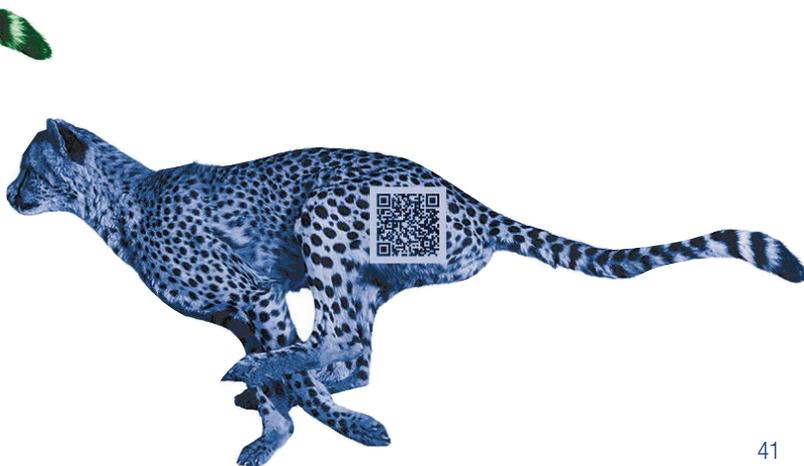
Für die Ingenieure von Dunkermotoren lag es auf der Hand, die individuellen Antriebsdaten noch weiter zu nutzen, um die Genauigkeit der Bewegungsabläufe von Antrieben besser zu steuern: Jedes elektronische Bauteil ist gewissen Toleranzen unterworfen. Ein integrierter Stromsen-

sor misst einen elektrischen Strom von 140 A vielleicht als 139,8 A, wohingegen ein anderer Sensor denselben Strom als 141,1 A wertet. Während der Produktion der Motorelektronik kann man diesen Wert ganz genau bestimmen und den gemessenen Wert per Software korrigieren. Der Korrekturfaktor wird in den Devicedaten gespeichert. Das schließt den Kreis zu den Kraftfahrzeugen.

Auch dort wird nach der Produktion eine Feinabstimmung der Motorparameter vorgenommen, damit das Fahrzeug möglichst effektiv arbeitet. Dunkermotoren hat mit den Devicedaten den Weg bereitet, weg von starren Einzelkomponenten hin zu individuellen Komplettantrieben.

Für Kunden wird der Komplettantrieb zum einen transparenter und zum anderen noch individueller an seine Applikation angepasst. Dabei sind die Devicedaten die DNA des elektrischen Antriebes.

Autor: Michael Burgert |
Product Manager BLDC Motors



SEGMENTE – HEALTHCARE

BILDGEBENDE ANALYSE

Unter Bildgebender Analyse versteht man sämtliche Applikationen, die Bilddaten zur Diagnose und zielgerichteten Therapie liefern. Neben Hoch- und Tiefverstellungen sind auch Drehbewegungen und mobile Anwendungen elektrisch anzutreiben. Hierzu bieten die Antriebe von Dunkermotoren kundenspezifische Lösungen für hohe Drehmomente auf geringem Bauraum, Positioniergenauigkeit bei größtmöglicher Flexibilität. Dadurch ist eine effizientere Auslastung der bildgebenden Apparate möglich.

PATIENTENVERSORGUNG

Patientenhandlungssysteme mobilisieren Patienten sicher und zuverlässig. Die elektrisch angetriebenen Lösungen entlasten dabei das Krankenhauspersonal enorm. Die Anforderungen an Zuverlässigkeit, Selbsthemmung und geräuscharmen Betrieb führen Antriebslösungen von Dunkermotoren zuverlässig aus.

OPERATIONSSAAL

Ein moderner OP-Tisch muss sehr beweglich sein, um dem Operateur den bestmöglichen Zugang zum Patienten zu ermöglichen. Die Antriebe für die verschiedenen Achsen in den OP-Tischen müssen deshalb hohe Drehmomente auf kleinstmöglichem Bauraum liefern. Zudem müssen die Antriebe absolut zuverlässig arbeiten, um einen Ausfall während einer Operation oder Stillstandzeiten im OP zu vermeiden. Ein reibungsloser und geräuscharmer Betrieb sind ebenfalls marktübliche Anforderungen.





UNSER NUTZENVERSPRECHEN AN SIE:

- Hohe Lebensdauer und Zykluszahlen
- Null-Fehler Toleranz
- Hohe Auflösung und gute Regelbarkeit
- Geräuscharme Motoren und Getriebe
- Optional integrierte Regelelektronik und Busschnittstelle

DIALYSEZENTRUM

Pumpen übernehmen oft eine wichtige Funktion und werden in der Medizintechnik beispielsweise bei der Dialyse eingesetzt. Von großer Bedeutung ist dabei die zuverlässige und wartungsfreie Arbeit der Pumpen. Aufgrund der Nähe zum Patienten ist das Geräuschverhalten ebenfalls enorm wichtig.

LABOR & DIAGNOSTIK

Bei der chemischen Analyse und der Analyse von Gewebe und Stoffen (z. B. Blut) ist neben absoluter Präzision auch Geschwindigkeit gefragt. Dunkermotoren bietet neben rotativen Antrieben (DC, BLDC) deshalb auch Linearmotoren mit hoher Dynamik und Präzision. Eine effizientere Analyse ist dadurch möglich.

REHA- & THERAPIEZENTRUM

Die Reha ist ein entscheidender Meilenstein bei der Genesung von Patienten. Unterstützt wird diese oft durch technische Geräte. Einige Geräte verwenden zur Unterstützung der Bewegungsabläufe einen elektrischen Antrieb. Dabei sind die Antriebe radialen und axialen Kräften durch gestörte Bewegungsabläufe des Patienten ausgesetzt. Diese müssen vom Antrieb aufgefangen werden. Um den Patienten beim Training nicht zu stören, ist Geräuscharmheit ein absolutes Muss.

HEALTHCARE

PREISGEKRÖNTES DESIGN TRIFFT AUF HÖCHSTE FUNKTIONALITÄT

19:35 Uhr, Universitätsklinik Unfallstation: Verkehrsunfall mit einem Verletzten. Nach der Fahrt mit dem Rettungswagen, geht es direkt in den Operationssaal. Glück im Unglück heißt es für den Patienten, der anstatt mit lebensgefährlichen Verletzungen nur mit ein paar komplizierten Knochenbrüchen eingeliefert wird. Aufgrund seines Body-Mass-Indexes über 30 wird der Patient in die Adipositaschirurgie verlagert. Diese ist auf die Behandlung von übergewichtigen Patienten ausgerichtet. Um den erhöhten Anforderungen in diesem Bereich gerecht zu werden, sind die Operationssäle in der Adipositaschirurgie speziell ausgestattet. Besonderen Wert wird auf die Robustheit der Geräte und die Entlastung



des Personals bei manuellen Tätigkeiten gelegt. Hier bietet die Firma Getinge anforderungsgerechte Lösungen an. 175 Jahre Erfahrung in der OP-Tisch Entwicklung spiegeln sich in diesen Produkten wider. Eines dieser neuentwickelten Produkte ist der OP-Tisch Maquet Meera. Es handelt sich um einen mobilen OP-Tisch als Weiterentwicklung der bereits bewährten Produkte Maquet Alphastar PRO und Maquet Betastar. Bei der Entwicklung hat Getinge die Vorzüge der Vorgängermodelle in das Produkt Maquet Meera mit einfließen lassen. Dabei vereint das Produkt höchsten Patientenkomfort, Benutzerfreundlichkeit sowie Wirtschaftlichkeit.

Der mobile OP-Tisch überzeugt nicht nur durch seine Stabilität und extreme Mobilität, sondern auch durch sein Design. Der Maquet Meera gehört zu den Gewinnern des berühmten iF Labels. In der Kategorie Medicine/ Healthcare gewann er den iF DESIGN AWARD 2016. Seit 60 Jahren gilt der iF DESIGN AWARD als eine der weltweit einflussreichsten Auszeichnungen für Industriedesign.

Mit einem maximalen Patientengewicht von 250 kg und einer Gesamtbelastbarkeit von 454 kg bietet der OP-Tisch vollste Stabilität und Mobilität.

Getinge setzt bei der Umsetzung der Mobilität auf einen integrierten Fahrtrieb. Zum Verfahren des Tisches wird dieser elektrisch angehoben. Die vier Doppel-Lenkrollen erlauben dem OP-Tisch höchste Mobilität in jede Richtung. In Kombination mit dem Sensor Drive lässt sich der Tisch mit integriertem Fahrtrieb präzise und stufenlos verfahren – vorwärts und rückwärts. In den engen Fluren

und Gängen eines Operationstrakts bietet Maquet Meera dem Anwender einen ergonomischen und sicheren Patiententransport. Sensor Drive schafft Sicherheit im Operationssaal und entlastet das Klinikpersonal, da der Tisch nicht mehr händisch verfahren werden muss. Durch das Einfahren der Lenkrollen setzt die elektrische Feststellung den OP-Tischfuß komplett auf den Boden auf.

Zentraler Bestandteil des Sensor Drives ist ein Antrieb von Dunkermotoren. In einem Lastenheft definiert der Kunde dabei die Anforderungen bezüglich Bauraum, Geschwindigkeit und Drehmoment für die Applikation. Mit dem Baukastensystem hat Dunkermotoren dann die Möglichkeit, bei der Auswahl des richtigen Motors, Getriebes, Gebers und der Bremse eine kundenspezifische und wirtschaftlich attraktive Antriebslösung umzusetzen. Bei Getinge und dem mobilen Fahrtrieb geht Dunkermotoren nun einen Schritt weiter. Dunkermotoren wird hier zum Systemlieferant, der den kompletten Fahrtrieb gemeinsam mit Getinge optimiert und weiterentwickelt hat. Neben der Antriebskombinatorik des bürstenbehafteten Gleichstrommotors GR 63 und dem Schneckengetriebe SG 80 als Basis, umfasst der Lieferumfang des Komplettsystems auch die Montage der Rolle, Federn, Zylinder und weiteren mechanischen Bauteilen. Die Konstruktionshöhe der gesamten Baugruppe liegt dennoch bei Getinge.

Die Herausforderung bei diesem Fahrtriebsprojekt besteht darin, den erhöhten Anforderungen des Medizinmarktes gerecht zu werden. Nur mit einer partnerschaftlichen und firmenübergreifenden Zusammenarbeit in Bezug auf Qualifizierung

HEALTHCARE

und Validierung innerhalb der verschiedenen Verantwortungsbereiche lässt sich ein solches Projekt realisieren. Die im Medizinmarkt spürbare Anforderung nach Lieferantenoptimierung kann mit der Ausweitung zum Systemlieferanten umgesetzt werden. Die Motivation hierbei liegt für Getinge in der Reduzierung der Lieferantenbasis und der Verkürzung der Supply Chain. Dadurch verringert sich der Aufwand hinsichtlich des Lieferantenmanagements beim OEM deutlich. Um sich vom Komponentenlieferanten zum Systemlieferanten weiterzuentwickeln, sind einige organisatorische, prozess- sowie produktionstechnische Anpassungen notwendig. Dunkermotoren hat diese Herausforderung gerne angenommen und umgesetzt.

Die Entwicklung zum Systemlieferanten bringt für Dunkermotoren ganz neue Erfahrungen und Erkenntnisse in der Praxis mit sich. Bis dahin hatte der Antriebshersteller lediglich einen Einblick in die technischen Anforderungen der Applikation. Durch die Erweiterung des Lieferumfangs kann Dunkermotoren schon zu einem frühen Zeitpunkt das Design und die Auswahl des Antriebs in das Gesamtsystem einbringen. Zusätzlich kann die Schnittstelle zwischen Antrieb und Anwendung optimiert werden. Ein weiterer positiver Aspekt ist eine direkte Kommunikation der einzelnen Fachbereiche zwischen Kunde und Lieferant. Dadurch kann die Entwicklungszeit von Neuprojekten reduziert und Produktoptimierungen schneller realisiert werden.

Erste positive Erfahrungen mit der Umsetzung eines Projektes als Systemlieferant konnten mit dem OP-Tisch Maquet Meera gesammelt werden.

Weitere Projekte werden derzeit mit namhaften Kunden in der Medizintechnik realisiert.

Bisher lag der Fokus des Lieferanten eher bei der Auswahl des Antriebes in Bezug auf die Applikation. Dies hat sich nun mit der stärkeren Einbindung in das Gesamtsystem beim Kunden geändert. Die zusätzlichen Informationen über das Produkt Maquet Meera haben dazu geführt, einen erweiterten Blickwinkel und somit ein besseres Verständnis für die Anforderungen der Anwender und Patienten zu gewinnen. Der Unfallpatient aus der Adipositaschirurgie wurde mithilfe des Produktes Maquet Meera optimal versorgt. Dabei war der flexible Fahrtrieb

eine wichtige Unterstützung. Als Systemlieferant konnte somit Dunkermotoren auch einen kleinen Beitrag zur Genesung des Patienten beitragen.

Im Bereich Medizintechnik hat sich Dunkermotoren in zahlreichen Anwendungsfeldern etabliert. Neben OP-Tischen gehören MRT/ CT-Anwendungen, Laboranwendungen, Pumpen, Röntgenanwendungen und Reha-Geräte zu den Hauptapplikationen.

Autoren: Holger Tröndle, Axel Winterhalter | beide Key Account Manager Healthcare & Laboratory, Janina Dietsche | Public Relations



HEALTHCARE

LINEARMOTOREN – DIE PERFEKTE ANTRIEBS- LÖSUNG FÜR DEN DIAGNOSTIKMARKT

Im Medizin-Diagnostikmarkt werden elektrische Antriebe in einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt - vom einfachen Materialhandling bis hin zu komplexen Pick & Place Anwendungen. Die Art des Mediums kann hierbei variieren, von Flüssigkeiten mit unterschiedlicher Viskosität bis hin zu Feststoffen, wie menschliches oder tierisches Gewebe. Daraus resultiert auch die enorme Bandbreite an Produktvariationen elektrischer Antriebe zur Ansteuerung medizinischer Geräte. Integriert in verschiedene Anwendungen, erleichtern elektrische Antriebe den Arbeitsalltag im Medizinbereich.

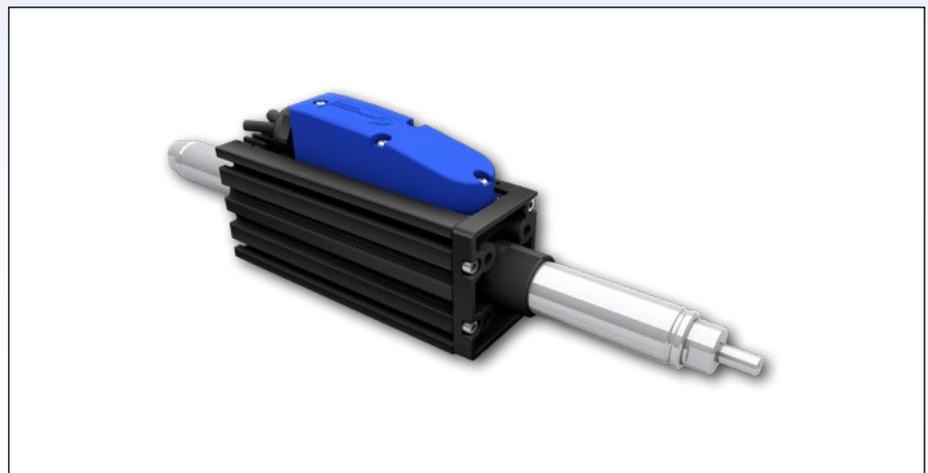
Jede einzelne Applikation bringt eine Vielzahl an Anforderungen mit sich, die bei der Konstruktion einer Diagnostikmaschine im Pflichtenheft berücksichtigt werden müssen. So sind Laufruhe, eine gute Regelbarkeit, hohe Genauigkeit und Lebensdauer sowie Verschleiß- und Wartungsfreiheit unabdingbare Kriterien für Hersteller von Diagnostikmaschinen. Besonders im Medizin-/ Diagnostikbereich ist es von enormer Bedeutung, stets auf dem aktuellsten Stand der Technik zu sein, um Ärzten und Patienten die innovativsten Lösungen zu präsentieren. Dies veranlasst Konstrukteure dazu, immer auf der Suche nach neuen Lösungen zu sein, welche Verbesserungen in den oben genannten Kriterien hervorrufen. Mit jeder

nachfolgenden Generation an Geräten wird die Zuverlässigkeit des Gesamtsystems verbessert, sowie die Maschinenleistung erhöht. Vor allem die steigende Anzahl an Tests, wie beispielsweise Blutbilder, führt zwangsweise zu einer Automatisierung des Testequipments. Große Labore suchen schon heute nach kompakten, modularen Testzellen, die sich auch bei weiter steigendem Bedarf mit wenig Aufwand erweitern lassen. Ein weiteres wichtiges Kriterium ist eine schnelle Befundung und Übertragung der Testergebnisse an Arzt und Patienten.

Dunkermotoren präsentiert für das Handling der Proben eine einzigartige Lösung. Mit den elektrischen Linearmotoren (ServoTubes) bietet Dunkermotoren dem Markt eine Lösung, die sehr flexibel einsetzbar ist. Von einzelnen Achsen bis hin zu Mehrachssystemen werden hochdynamische und flexible Linearmodule speziell für die Maschine des

Kunden entwickelt. Die Linearmotoren der Baureihe ServoTube überzeugen durch hohe Beschleunigung und Geschwindigkeit, wodurch sie sich deutlich von anderen Linearmodultechnologien, wie zum Beispiel Spindel- oder Riemensystemen abheben. Diese Eigenschaften, kombiniert mit einem hochauflösenden Linearencoder, ergeben Positioniergenauigkeiten von kleiner 0,01 mm. Sollte die Genauigkeitsanforderungen aber „nur“ im 0,1 mm Bereich liegen, so kann dies schon mit dem standardmäßig integrierten SIN/ COS Geber, ohne zusätzlichen Linearencoder, erfolgen.

Jede einzelne ServoTube Ausführung bietet einen hohen Grad an Präzision und eine lange Lebensdauer – je nach Anwendung können Laufleistungen von mehr als 50.000 km erreicht werden. Mit nur sehr geringem Wartungsaufwand und äußerster Zuverlässigkeit überzeugen die Servo-

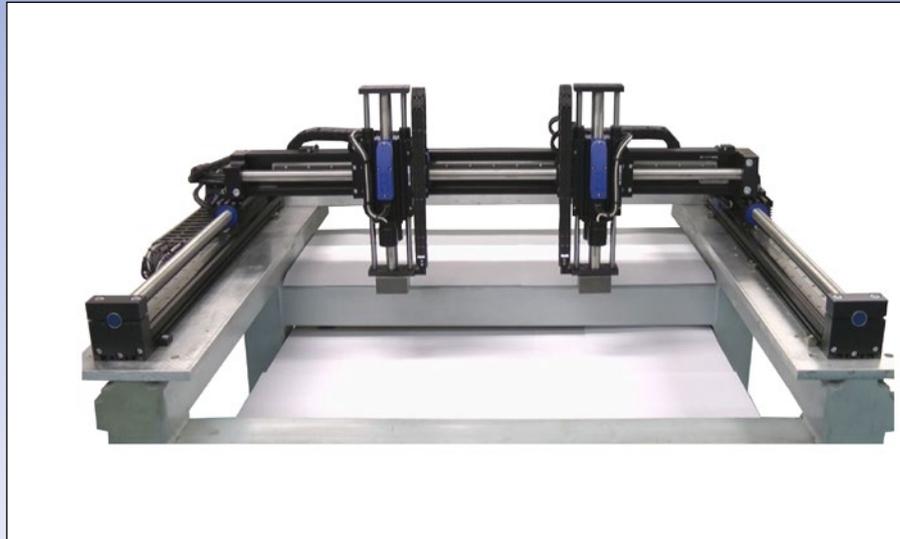


Ein Linearmotor der Baureihe ServoTube ist in verschiedenen Konfigurationen erhältlich: als Aktuator, Pick & Place Aktuator oder als Modul.

Tubes auf ganzer Linie. Der 3-Phasenmotor mit dem integrierten 1 Vss SIN/ COS Feedback lässt sich an zahlreichen Servoreglern verschiedener namhafter Hersteller anschließen. Das Anschlussprinzip der ServoTubes ist vergleichbar mit dem eines handelsüblichen rotativen Servomotors mit Gebersystem. Somit ist auch die Integration in das Steuerungskonzept des Maschinenherstellers einfach und weniger zeitaufwendig. Hierzu haben wir ein passendes Erklärvideo erstellt, welches Sie auf unserer Homepage oder in unseren Dunkermotoren Social-Media-Kanälen anschauen können.

Ein perfekt abgestimmtes Linearmotorenpaket für die ServoTubes 25 und 38 bietet Dunkermotoren mit der Servoreglerserie DME 230x4. Die Hardware und Settings des Reglers sind auf die Linearmotoren abgestimmt und machen die Inbetriebnahme noch einfacher. Die kundenseitige Ansteuerung findet auf zwei Arten statt. Entweder über eines der weitverbreiteten Bussysteme (PROFINET, EtherCAT oder CANopen) oder über digitale Signale (24 V Ein- bzw. Ausgänge). Ist letzteres der Fall, bietet sich dem Kunden die Möglichkeit, ein Ablaufprogramm im Regler abzuspeichern. Mit maximal 500 Programmierzeilen lassen sich komplexe Fahrprofile ohne ein übergeordnetes Bussystem realisieren.

Schon der Einsatz eines einzelnen Linearmotors bei schnellen Anwendungen bietet dem Kunden enorme Vorteile – vor allem im Vergleich zur pneumatischen Lösung, da sich die Anschaffungskosten innerhalb kurzer Zeit durch die erhöhte Maschinenleistung und die geringeren Betriebskosten



X, YY, ZZ Mehrachssystem mit zwei unabhängig voneinander fahrenden Y/Z Achsen

amortisieren. Werden jedoch die stangengeführten Direktmotoren innerhalb eines Mehrachssystems eingesetzt, können auch zwei Linearmotoren unabhängig voneinander hoch komplexe Bewegungen ausführen. Ein Gantry wird üblicherweise als XYY-, oder XYZ-Variante aufgebaut. Mit den Linearmotor-Mehrachssystemen von Dunkermotoren können auf einer Achse mehrere Motoren unterschiedlich voneinander verfahren werden. Mit dieser Art von Mehrachssystemen werden höhere Maschinenleistungen als mit typischen Pick & Place Robotern realisiert.

Durch den Einsatz einer programmierten S-Rampe ist es den ServoTube Motoren möglich, auch sehr empfindliche Produkte gleichmäßig zu verfahren, ohne den Proben oder Bauteilen geringsten Scha-

den zuzuführen. Auch nicht, wenn diese Bewegungen simultan und mit höchster Dynamik erfolgen. Werden die Linearmotoren als Z-Achse eingesetzt, stellt sich des Öfteren die Frage, wie diese im stromlosen Zustand reagieren. In den meisten Fällen wird die Magnetstange nicht gehalten und fällt sozusagen nach unten. Für diese Anwendungsfälle haben ServoTubes von Dunkermotoren eine Haltebremse für die 25er Baugröße integriert.

Die Schlingfederbremse am STA 25 oder XTR 25 hält Lasten bis 20 kg. Bei größeren Lasten besteht die Möglichkeit, auf ein weiteres Linearprodukt (CASM-Zylinder) von Dunkermotoren zurückzugreifen. Die CASM-Baureihe (Elektrische Hubzylinder) eignet sich ebenfalls als perfekten 1:1 Ersatz für Pneumatik-Zylinder der Baugröße 32 - 63.

HEALTHCARE

HEALTHCARE

Abschließend lässt sich sagen, Motoren der Baureihe ServoTube, unabhängig in welcher Ausführung, steigern die Maschinenleistung einer Diagnostikmaschine, ohne an Flexibilität und Funktion bisherig eingesetzter Technologien einzubüßen. Zukünftig werden in großen Laboren zunehmend vollautomatische Pick & Place Portale Einzug finden, schon aufgrund der erhöhten Bedarfe an Untersuchungen. Weltweit ist das Thema Sicherheit in Unternehmen von großer Bedeutung und sollte daher nicht vernachlässigt werden. Vor allem bei gefährlichen Medien für das Laborpersonal sollte in Erwägung gezogen werden, die Handlings- und Analyseaufgaben durch ein Mehrachssystem ausführen zu lassen.

Autor: Matthias Utz | Product Manager Linear Systems



STA 11



XTR 25



XM 38



SA 38

PRODUCTS

ANPASSUNG DER PRODUKTPALETTE AUF DIE NEUEN ANFORDERUNGEN DER INTRALOGISTIK

In der Intralogistik steigt die Bedeutung von selbstfahrenden Vehikeln. Nicht nur die angestammten Hersteller, sondern auch Anwender bzw. deren Zulieferer für Betriebsmittel designen neue batteriebetriebene Lösungen. So vielfältig wie die Spieler in dem Markt, sind auch die technischen Lösungen. Um diese zu erfüllen, greift Dunker Motoren auf das vorhandene Portfolio an Motoren, Gebern, Steuerungen und Getrieben zurück. Es wurden aber auch neue Systemkomponenten ergänzt.

Sowohl bei den AGVs (Automated Guided Vehicles) aber insbesondere bei den AGCs (Automated Guided Carts) wird die Fahrzeugbreite möglichst geringgehalten. Ebenso ist die Rahmenhöhe begrenzt. Man benötigt daher, um die Räder anzutreiben, möglichst kurze und schlanke Antriebe.

NEUE GETRIEBEBAUREIHE:

Mit der neuen Getriebebaureihe NG (Nabengetriebe) verschwindet das Getriebe in der Radnabe. Die Baulänge, die auf das Getriebe entfällt, wird somit quasi eliminiert. Die Nabengetriebe von Dunker Motoren nehmen die Radialkräfte, die auf das Rad wirken, direkt auf dem Getriebegehäuse auf. Somit entstehen für die Lagerung keine Querkräfte. Es lassen sich kostengünstig und kompakt hohe Lasten aufnehmen. Für die leichteren AGCs sehen die

Ingenieure bei Dunker Motoren das NG 250, welches 250 kg tragen kann, als ideal an. Im Bereich der AGVs hat sich das NG 500 mit 500 kg Traglast als gängige Größe erwiesen. Geht man von vier tragenden Rädern aus, kann das beladene Fahrzeug bis zu 2.000 kg wiegen.

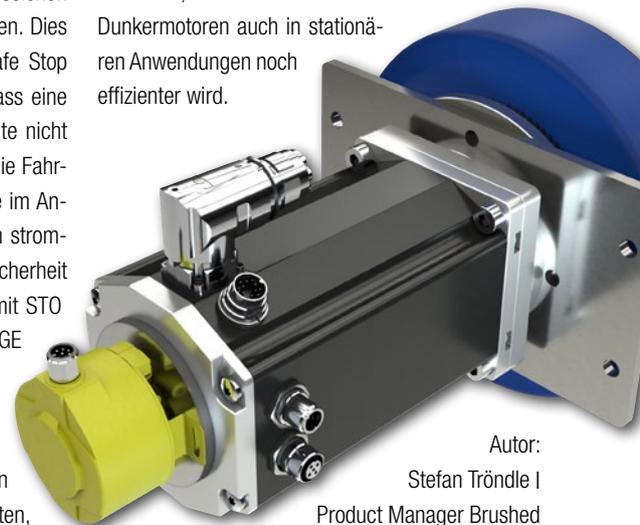
SMART UND SICHER:

Stellen Sie sich vor, ein fahrerloses Vehikel fährt mit 6 km/h durch die Werkshalle und ein Mitarbeiter bewegt sich unachtsam in den Fahrweg! Damit eine solche Begegnung schmerzlos endet, wird das Thema Sicherheit vorne angestellt. Das AGV muss also nicht nur seinen Weg kennen und stationäre Hindernisse detektieren, sondern auch auf sich zu bewegende Menschen richtig reagieren. Daraus leitet sich für uns als Antriebstechnikerhersteller die Forderung nach STO (Safe-Torque-Off) ab. Die Steuerung des Fahrzeuges muss in einem solchen Fall, in kürzester Zeit den Stillstand herstellen. Dies bezeichnet man als sicheren Halt SS1 (Safe Stop 1). Dieser würde auch aktiviert im Falle, dass eine für die Fahrbewegung relevante Komponente nicht richtig funktioniert. Der Motor führt, durch die Fahrzeugsteuerung getriggert, den STO aus. Die im Antrieb integrierte sichere Bremse (Bremse im stromlosen Zustand aktiviert) fällt ein und die Sicherheit ist gegeben. Ein Beispiel eines Produktes mit STO ist die neu entwickelte smarte Steuerung BGE 5510 dPro. Die Geber zu Drehzahlrückführung sind sehr zuverlässig, reichen aber für die Anforderungen bei den AGVs nicht aus. Das modulare Konzept von Dunker Motoren erlaubt es, neben dem im Motor integrierten, noch einen redundanten Geber z. B. der Baureihe

RE 30 am hinteren Ende des Motors zu befestigen. Alternativ kann auch auf sogenannte „Sichere Geber“ zugegriffen werden. Die sichere Steuerung des AGVs / AGCs kann die Gebersignale dann zuverlässig auswerten.

FABRIK DER ZUKUNFT:

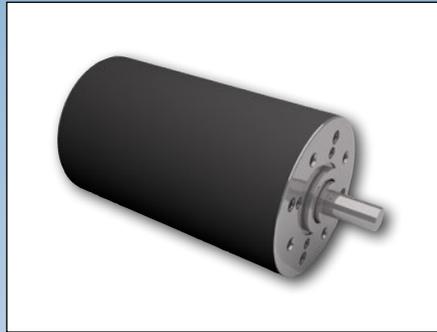
Mit dem Blick auf aktuell entstehende riesige Fabriken, die auch unter der Bezeichnung Giga-Factory bekannt sind, dürften die Anforderungen an AGVs weiter steigen, zumal immer höhere Distanzen batteriebetrieben zurückgelegt werden müssen. Mit der hoch effizienten DC-Antriebstechnik, gepaart mit den im Wirkungsgrad brillanten Nabengetrieben, sind wir dafür bestens vorbereitet. Weiter in die Zukunft blickend, entstehen unter dem Schlagwort „DC-Industries“ Fabriken, die gänzlich auf Gleichstrom basieren. Somit entfällt das Umwandeln von AC in DC, wodurch die DC-Technik von Dunker Motoren auch in stationären Anwendungen noch effizienter wird.



Autor:
Stefan Tröndle |
Product Manager Brushed
DC-Motors and Gearboxes

WEITERENTWICKLUNG DER PRODUKTLINE DER BÜRSTENBEHAFTETEN GLEICHSTROMMOTOREN

Nachdem die Baureihe GR 80 bereits im Jahr 2019 eine Optimierung erhalten hat, folgen nun die Motoren der Baureihen GR 42, GR 53 und GR 63. Die Motorbaureihen werden künftig ein bis zu 10 % höheres Dauerdrehmoment sowie eine korrosionsbeständigere Oberfläche bieten. Die Bezeichnung GR steht bei Dunkermotoren für bürstenbehaftete permanentmagnetisch erregte Gleichstrommotoren. Um die Wärmeabstrahlung zu verbessern, wird auf ein schwarz beschichtetes Gehäuse umgestellt.



GR 80 mit schwarzem Gehäuse

Gehäuserohr wird eine Leistungssteigerung erreicht, ohne den Verlauf der Motorkennlinie zu verändern. Es verschiebt sich lediglich der Nennpunkt. Somit ist ein höheres Drehmoment möglich und die daraus resultierende Abgabeleistung steigt.

Mit der bisherigen galvanischen Oberflächenbeschichtung des GR 80 konnten Anforderungen der Bahnindustrie nach Korrosionsschutz und die Hygieneforderungen der Lebensmittelindustrie nicht immer abgedeckt werden. Seit einiger Zeit werden für solche Anwendungen Gehäuse mit KTL-Beschichtung (Kathodische Tauchlackierung) als Sonderlösung verwendet. Diese hat den Salzsprühstest nach DIN EN ISO 9227 über 192 Stunden mit Bravour bestanden.

Durch die Umstellung werden die Anforderungen nach Korrosionsschutz und in Teilbereichen der Hygiene künftig von allen Baugrößen

der GR-Baureihe abgedeckt. Um diese Technik allen Kunden zur Verfügung zu stellen, wird die Beschichtungsart auf die generischen Produkte übertragen und sukzessive in den Verkaufsunterlagen entsprechend dargestellt. Durch diese Maßnahme ist die Produktlinie GR bestens für die Zukunft gerüstet und dürfte sich weiterhin steigender Beliebtheit bei unseren Kunden erfreuen. Von der Änderung sind alle GR-Motoren mit Nennspannungen ≤ 60 V betroffen. Die Umstellung erfolgt für die Kunden von Dunkermotoren kostenneutral.

Autor: Stefan Tröndle |
Product Manager Brushed
DC-Motors and
Gearboxes



GR 80 mit silbernem Gehäuse

Das aktuelle Gehäuse ist verzinkt und die Farbe ist silbern. Durch die Verwendung des schwarzen



IMPRESSUM

AUSGABE 2020:

HERAUSGEBER: Dunkermotoren GmbH
Bonndorf im Schwarzwald, Germany
Tel.: +49 (0) 7703 / 930-0
Fax: +49 (0) 7703 / 930-102
E-Mail: info@dunkermotoren.de
www.dunkermotoren.de

PROJEKTLEITUNG & REDAKTION: Tobias Pfendler,
Head of Product Strategy & Marketing
Janina Dietsche,
Live Communication & PR
Dunkermotoren GmbH

GESTALTUNG: Ann-Kathrin Kopf,
Creative & Design Consultant
Dunkermotoren GmbH

ERSCHEINUNGSWEISE: Einmal pro Jahr, Deutsch/ Englisch

BILDNACHWEISE UND 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.

SEITE 1: © stock.adobe.com, Urheber: WrightStudio
SEITE 36: © Hochschwarzwald Tourismus GmbH
SEITE 37: © Hochschwarzwald Tourismus GmbH



Dunkermotoren GmbH

Allmendstraße 11 | 79848 Bonndorf/ Schwarzwald, Germany

t: +49 (0) 7703 930 - 0 | info@dunkermotoren.de | www.dunkermotoren.com

