

A thermal image of a mechanical part, likely a gear or a similar component, showing a color gradient from blue (cooler) to red (warmer). The central part of the component is a large, bright red area, indicating high temperature. The surrounding areas are yellow, green, and blue, indicating lower temperatures. The image is used as a background for the magazine cover.

'mo

TITELTHEMA:

THERMOGRAFIE

SO BEWAHRT IHR ANTRIEB
EINEN KÜHLEN KOPF

MAGAZIN DER **ANTRIEBSTECHNIK**

INNOVATION IN MOTION

INHALT

MESSEBETEILIGUNG

2019/ 20	4-5
----------------	-----

EDITORIAL

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

NEWS

Neuer Gesamtkatalog	7
Kompakter Linearmotor mit doppelter Spitzenkraft	7
BG 66 dMove – Jetzt noch mehr Power in Baugröße 65 mm	8
Mit „Sicherheit“ die richtige Entscheidung für neue Antriebsaufgaben	8
Blitzschnell zur optimalen Antriebslösung	9
Mit der Bremse E 310R steht der legitime Nachfolger für die E 300R fest	10
Das PLG 22 – Das kleinste Getriebe von Dunkermotoren kommt groß raus	10
Dunkermotoren gewinnt den Best of Industry Award in der Kategorie Antriebstechnik	11
Dunkermotoren veröffentlicht Formelsammlung zur Antriebsauslegung für Ingenieure, Praktiker und Studierende	12
10 Jahre HeDu-Ausbildungskooperation	12-13

FACTS & FIGURES	14
-----------------------	----

ANTRIEBSAUSLEGUNG

Getriebe energieeffizient und kostenbewusst auslegen	15-17
Temperaturbetrachtung von Getrieben in Antriebssystemen	18-19
Katalogangaben sind das eine, das Mögliche aus dem Antrieb herausholen ist das andere	20-23

STANDORTE

Dunkermotoren China – Taicang	24-25
-------------------------------------	-------

INHALT

INSIGHTS

Preventive Maintenance – Instandhaltung bei Dunkermotoren als Teil der Smart Factory	26-29
--	-------

ENGINEERING

So bewahrt Ihr Antrieb einen kühlen Kopf	30-33
Leistungssteigerung bei DC-Motor – GR 80 trägt das Kleid eines schwarzen Leoparden	34-36
Die wichtigste Nebensache der Antriebstechnik-Welt: Zubehörteile	37

SEGMENTE – AGRICULTURE

Smart & effizient – Zukunftsweisende Elektromotoren für die Agrartechnik	38-39
Agriculture – Smart Motors for Smart Farming	40-41

PRODUCTS

PROFINET jetzt auch für Kleinspannungs-Gleichstrommotoren	42-45
Möge die „Kraft“ mit dir sein	46-49
STG 65 – Das Winkelgetriebe ohne Verschleiß	50-52
Ein Motor so leise und effizient wie ein Motor nur sein kann – Der BGA 22	53

NEWS

Zweitätiges Symposium – Zukunft jetzt! Smart, vernetzt & effizient	54-55
--	-------

IMPRESSUM	56
-----------------	----

BILDNACHWEISE	57
---------------------	----

GRAFIK: NEW 2019 – BG 65/ 66 dMOVE	58-59
--	-------



MESSEN

MESSEN

MESSEBETEILIGUNG

2019/ 2020

AGRITECHNICA Hannover, Deutschland	10.11. – 16.11.2019
COMPAMED Düsseldorf, Deutschland.....	18.11. – 21.11.2019
SPS SMART PRODUCTION SOLUTIONS Nürnberg, Deutschland	26.11. – 28.11.2019
MD&M WEST Anaheim CA, USA	11.02. – 13.02.2020
LOGIMAT Stuttgart, Deutschland	10.03. – 12.03.2020
SMART INDUSTRIES Paris, Frankreich	31.03. – 03.04.2020
HMI Hannover, Deutschland	20.04. – 24.04.2020
SPS SMART PRODUCTION SOLUTIONS Parma, Italien	26.05. – 28.05.2020
ELECTRONICA München, Deutschland	10.11. – 13.11.2020
SPS SMART PRODUCTION SOLUTIONS Nürnberg, Deutschland	24.11. – 26.11.2020

dunkermotoren

dunkermotoren

dunkermotoren

AMETEK
ADVANCED MOTION SOLUTIONS

dunkermotoren

dunkermotoren

dunkermotoren

dunke



EDITORIAL

INNOVATIONEN, INFORMATIONEN, INTERESSANTE THEMEN

Liebe Leserinnen und Leser,

die meisten von uns haben erfolgreiche Jahre dynamischen Marktwachstums miterlebt und gestaltet, mit allen positiven und negativen Nebenwirkungen. Verknappungs- und Verfügbarkeits Themen, Allokationen, Abkündigungen und Ressourcenengpässe haben uns alle getroffen, auch bei Dunkermotoren. Umso mehr freut es mich, dass wir Ihnen durch ein umfangreiches Maßnahmenpaket und massive Investitionen in Produktionskapazitäten massive Lieferzeitverkürzungen für Abrufe und Lieferzeiten von 5 - 10 Tage für Artikel des Lagerprogramms anbieten können.

Auch die Entwicklung von Neuprodukten haben wir in dieser intensiven Phase nicht vernachlässigt. Ganz im Gegenteil, mit dieser Ausgabe des Kundenmagazins dürfen wir Ihnen ein wahres Feuerwerk innovativer Neuprodukte präsentieren.

Mit dem BG 66x75 dMove bringen wir nicht nur unsere neuste Generation Motorcontroller in die High-Runner-Baureihe, sondern erhöhen auch die Spitzenabgabeleistung auf bis zu 700 W in der Baugröße. Damit wird der wohl meistverkaufte industrielle DC Servomotor mit vollständig integrierter Motorelektronik noch attraktiver für unsere Kunden. Im Bereich der linearen Direktantriebe präsentiert Dunkermotoren mit dem SA 38 einen hochdynamischen und wartungsfreien Motor, der mit einer Spitzenkraft von 3690 N und optionaler Wasserkühlung am Markt seinesgleichen sucht. Für das dreiphasige Kraftpaket mit nominaler Zwischenkreisspannung von 325 bzw. 560 V sind Parametersätze für alle handelsüblichen Servoregler verfügbar.

Mit bürstenlosen Gleichstrommotoren der Baureihen BG 45 bis BG 95 ist Dunkermotoren seit Jahren marktführend im Leistungsbereich von 20 - 1000 W. Im Rahmen einer Produktpartnerschaft mit Siemens werden die Motoren nun auch in spezifischer Ausführung kompatibel zum neuen SIMATIC MICRO-DRIVE

Servoantriebssystem angeboten. Durch die einfache Einbindung des SIMATIC MICRO-DRIVE Servoantriebssystem in die SIMATIC-Welt wird die Engineeringzeit deutlich verkürzt. Die Integration in die Siemens-Automatisierungstechnik wird über das TIA-Portal ermöglicht und erleichtert dabei die Inbetriebnahme und den Service.

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



*Uwe Lorenz,
Geschäftsführer Dunkermotoren*

NEWS

NEUER GESAMT-KATALOG

BESTELLEN SIE JETZT EINFACH UND BEQUEM UNSEREN GESAMTKATALOG.

Senden Sie entweder eine kurze 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/>

aus und wir liefern Ihnen unseren Katalog kostenlos an Ihren Wunschort.



KOMPAKTER LINEAR-MOTOR MIT DOPPELTER SPITZENKRAFT

DUNKERMOTOREN MIT MODULAREM LINEARMOTOREN-KONZEPT AM MARKT.

Mit der Baureihe SA/ SC 38 stellt Dunkermotoren ein völlig neues modulares Konzept für tubulare Lineardirektantriebe vor. Die hochdynamischen dreiphasigen Linearmotoren leisten bis zu 3690 N und beschleunigen mit über 200 m/s². Das modulare Design ist aktuell als Aktuatorausführung SA (mit wartungsfreiem Gleitlagersystem) und Komponentenausführung SC (für Module) erhältlich. Sollte der Linearmotor bei seinen „Kraftanstrengungen“ mal ins „schwitzen“ kommen, so sorgt der standardmäßige Wasseranschluss für Abkühlung und Verdoppelung der Dauerkraft. Neben dem integrierten SIN/ COS Linearencoder stehen weitere Motorfeedback-Varianten (SSI, BISS & TTL) ab nächstem Jahr zur Ver-

fügung. Aufgrund des zum Patent angemeldeten Encodersystems können handelsübliche Servoregler den kompakten Linearmotor schnell, präzise und zuverlässig in seine Position bringen.

Haupteinsatzgebiet des SA/ SC 3806, 3810 oder 3814 werden Highspeed Anwendungen in der Lebensmittel- und Verpackungsindustrie sein. Da Dunkermotoren seit Jahrzehnten Systemanbieter in der Antriebstechnik ist, wird es auch hier nicht nur bei einem Solomotor bleiben. Pick & Place Module, komplette Linearachsen und eine für den Lebensmittelbereich designte Ausführung werden demnächst folgen und die Systemintegration beim Kunden erleichtern.



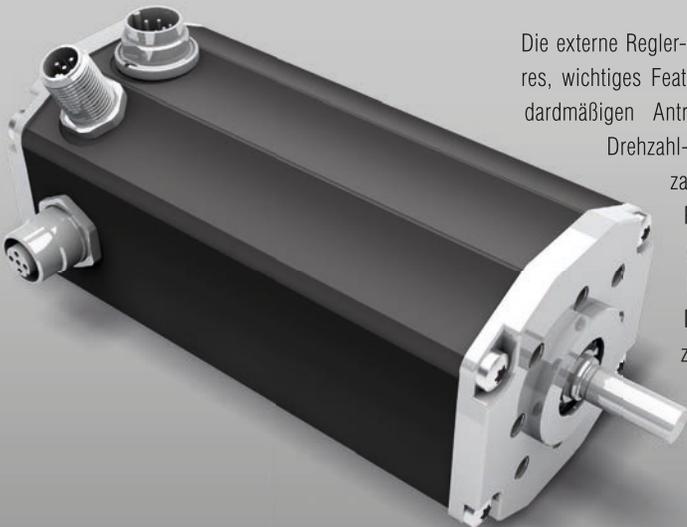
NEWS

BG 66 dMOVE – JETZT NOCH MEHR POWER IN BAUGRÖSSE 65 MM

IRGENDWANN SIND DIE GRENZEN DER PHYSIK ERREICHT. DOCH BIS DAHIN IST DIE DEVISE: OPTIMIEREN, SO LANGE ES WIRTSCHAFTLICH SINNVOLL IST!

Dunkermotoren hat mit dem BG 66x75 dMove die Leistungsdichte, also mechanische Abgabeleistung pro Bauraum deutlich optimiert. Gleichzeitig durchbricht der BG 66x75 in dieser Motorbaugröße erstmals seit ihrer Einführung vor 20 Jahren die Schallmauer von über 300 W Dauerabgabeleistung bei Industriemotoren.

So wie in vielen sportlichen Disziplinen, ist auch bei Elektromotoren Kraft nicht das einzige Kriterium



für den Erfolg. Erst gepaart mit Intelligenz kann das Kraftpaket eine Vielzahl von Aufgaben erfüllen. Neben einfacher Drehzahl- und Positionssteuerung kann der BG 66x75 dMove per CANopen und per frei definierbaren digitalen Eingängen angesteuert werden. Um dem Bedarf nach maximaler Flexibilität in Kundenapplikationen nachzukommen, können diese Motoren frei programmiert werden.

MIT „SICHERHEIT“ DIE RICHTIGE ENTSCHEIDUNG FÜR NEUE ANTRIEBS-AUFGABEN

ANTRIEBSREGLER VON DUNKERMOTOREN MIT SAFE-TORQUE-OFF (STO) FUNKTIONALITÄT.

Die externe Regler-Serie BGE wurde um ein weiteres, wichtiges Feature erweitert. Neben den standardmäßigen Antriebsarten wie Positionierung, Drehzahl- und Drehmomentregelung und zahlreichen Condition Monitoring Parametern wurde eine wichtige Sicherheitsfunktion ergänzt. Mit der STO-Funktion wird die Leistungsendstufe der Elektronik zweikanalig sicher abgeschaltet. Verliert eines der beiden Sig-

nale den Eingangspegel von 24 V DC, so schaltet die Elektronik die Transistoren, welche die Ansteuerung der Motorphasen übernehmen, sicher ab. Die Elektronik BGE 6060A STO ist für Antriebe (bürstenlos oder bürstenbehaftet) in der Leistungsklasse von 200 W bis 1200 W geeignet. Neben den Schnittstellen CANopen und EtherCAT lässt sich der Regler auch als Stand-Alone-Variante betreiben.



Haupteinsatzgebiete des Antriebsreglers BGE 6060A STO werden, aufgrund des Spannungsbereiches von 10 - 60 V DC, batteriebetriebene Anwendungen, wie zum Beispiel AGVs oder auch industrielle Applikationen sein. Für Antriebsanwendungen mit STO-Funktionalität bietet Dunkermotoren auch für Leistungen < 200 W projektbezogen den passenden Regler an. In Kombination mit einem Antrieb und Anbau aus dem Dunkermotoren Portfolio liefern wir mit „Sicherheit“ ein zuverlässiges und zukunftsfähiges Antriebssystem.

NEWS

BLITZSCHNELL ZUR OPTIMALEN ANTRIEBS- LÖSUNG

DUNKERMOTOREN STELLT NEUEN
ONLINE-KONFIGURATOR VOR.

Bei Systemlösungen für die Antriebstechnik im Leistungsbereich von 1 - 4000 W ist Dunkermotoren seit vielen Jahrzehnten die unangefochtene Nummer eins am Markt. Das breite Portfolio aus DC- und BLDC-Motoren, integrierten Steuerungen, Getrieben, Bremsen, Gebern und Software ermöglicht über 50 Millionen verfügbare Produktkombinationen.

Mit dem neuen Online-Konfigurator ermöglicht Dunkermotoren nun eine unkomplizierte und schnelle Selektion aus über 100.000 Produkten der Vorzugsreihe. Optional kann die Suche auch auf über 3.000 innerhalb weniger Tage verfügbare Lagerartikel eingeschränkt werden.

Der Konfigurator schlägt dem Anwender passende Produkte und Produktkombinationen für die individuell angegebenen Parameter vor. Zu den möglichen Suchkriterien zählen bspw. das benötigte Drehmoment, die Drehzahl, die zur Verfügung stehende Spannungsversorgung, die Anforderungen an die Motorregelung und die Kommunikationsschnittstellen sowie der Bedarf zusätzlicher An-

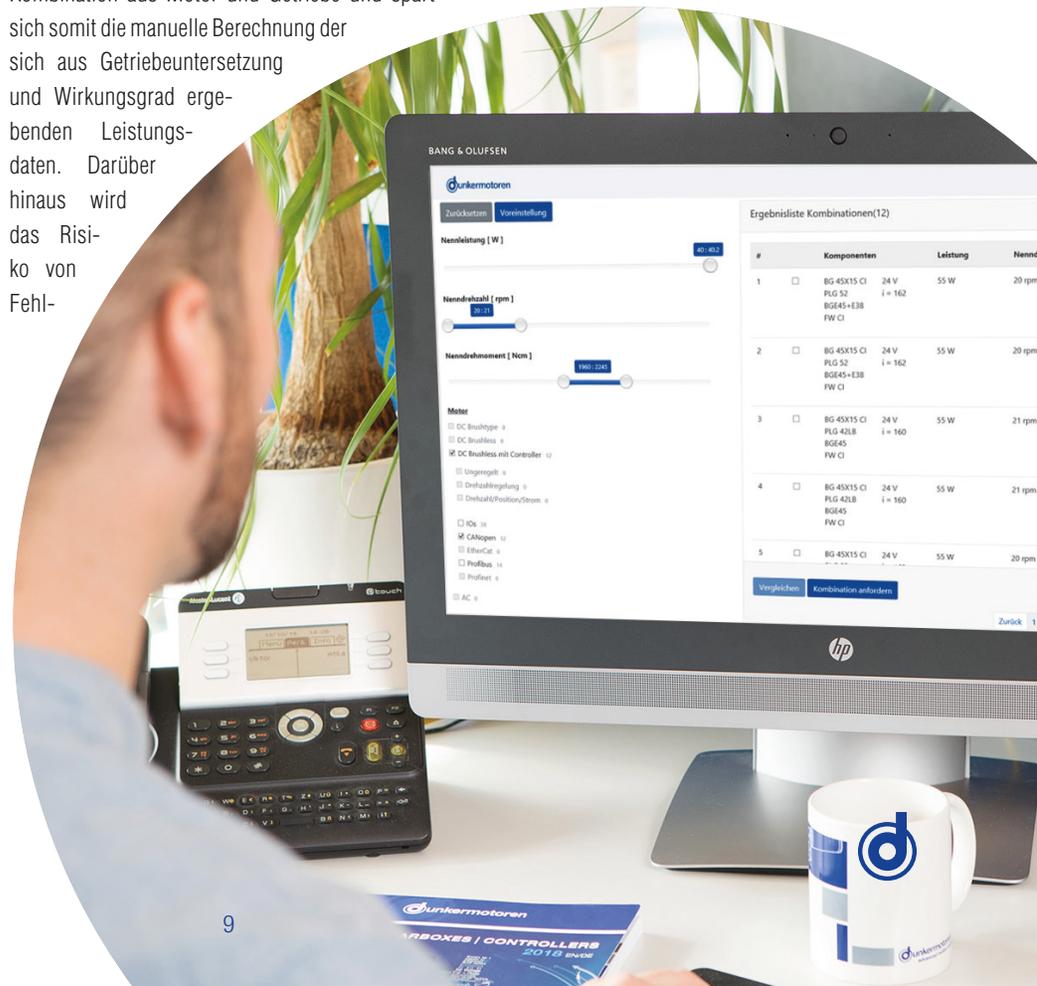
bauten wie Bremsen oder IP-Schutzhauben. Für den erfahrenen Dunkermotoren-Kunden ist auch die Direkteingabe der gewünschten Motor- und Getriebebaureihen möglich.

Für die ausgewählten Produktkombinationen werden dem Nutzer online und als Download die benötigten Produktspezifikationen sowie Zeichnung und 3D CAD-Modelle dargestellt. Dabei erhält der Kunde Spezifikation und Kennlinien auch für die Kombination aus Motor und Getriebe und spart sich somit die manuelle Berechnung der sich aus Getriebeuntersetzung und Wirkungsgrad ergebenden Leistungsdaten. Darüber hinaus wird das Risiko von Fehl-

konfigurationen weitgehend eliminiert. Für ausgewählte Konfigurationen kann jederzeit auf Knopfdruck ein Angebot angefordert werden.

Seien Sie effizient und konfigurieren Sie Ihren Bedarf an Antriebstechnik bei Dunkermotoren!

Der Konfigurator ist unter <https://www.dunkermotoren.de/konfigurator/> verfügbar.



NEWS MIT DER BREMSE E 310R STEHT DER LEGITIME NACHFOLGER FÜR DIE E 300R FEST

DIE NEUE E 310R ÜBERZEUGT MIT IHRER ROBUSTHEIT UND IST GEGEN EINFLÜSSE VON AUSSEN GESCHÜTZT.

Die Abmessungen sind denen des Vorgängermodells E 300R ähnlich. Die E 310R funktioniert zuverlässig auch bei hohen Temperaturschwankungen und bei axialer Belastung der Motorwelle.

Aktuell ist die Bremse umfangreich qualifiziert, in den Antrieb integriert und erfolgreich getestet. Die E 310R steht bereits für Bemusterungen zur Verfügung.

Bevorzugt wird diese Bremse mit dem bürstenlosen Gleichstrommotor BG 75 kombiniert. Der Inkrementalgeber RE 30 und Absolutwertgeber AE 38 lassen sich problemlos an die Bremse montieren.

Die Varianten mit Haube zur Erreichung eines hohen Schutzgrades bleiben in den Abmessungen gleich wie bisher, so dass kundenseitig keine Umkonstruktion erforderlich ist.

DAS PLG 22 – DAS KLEINSTE GETRIEBE VON DUNKERMOTOREN KOMMT GROSS RAUS

DUNKERMOTOREN STELLT MIT DEM PLG 22 EIN LEISTUNGSSTARKES 22 MM GETRIEBE VOR.

Dieses ist nicht nur im Durchmesser, sondern auch in Bezug auf die Drehmomente optimal auf den eisenlosen BLDC-Motor BGA 22, der nach dem Axialflussprinzip arbeitet, abgestimmt.

Um die Robustheit des Getriebes zu erhöhen, ist das Getriebe aus Metall gefertigt. Herausragend ist da-

bei auch das geringe Geräuschniveau. Bemessen am Außendurchmesser kann das PLG 22 mit bis zu 3,5 Nm ein hohes Drehmoment übertragen. Zur Herstellung des Planetengetriebes kommen modernste ressourcenschonende Fertigungstechniken zum Einsatz. Spezielle Montageprozesse ermöglichen ein hermetisch abgeschlossenes und glattes Gehäuse. Somit sammeln die Getriebe keinen Schmutz an und sind leicht zu reinigen. Sowohl die Welle als auch das Gehäuse sind korrosionsgeschützt, was die Sauberkeit weiter optimiert.

Aufgrund des geringen Durchmessers können pro Stufe lediglich kleine Übersetzungen realisiert werden. Da aber, um den Motor optimal zu nutzen, die Eingangsdrehzahlen hoch sind, werden auch Getriebe mit bis zu fünf Stufen realisiert. Theoretisch sind dadurch Gesamtübersetzungen bis 4685:1 möglich. Getriebe bei Dunkermotoren sind für maximale Eingangsdrehzahlen bis 6000 1/min ausgelegt, was aber für den BGA 22 nicht ausreichend ist. Beim PLG 22 sind die Eingangsdrehzahlen zu diesem Motortyp mit max. 10.000 1/min festgelegt.

Anwendung finden solche Getriebe typischerweise in Greifern für die Robotik, Elektronik-Bestückungsautomaten, in professionellen Kamerasystemen sowie in den beiden Medizintechniksparten Analyse und Therapie.



NEWS

DUNKERMOTOREN GEWINNT DEN BEST OF INDUSTRY AWARD IN DER KATEGORIE ANTRIEBSTECHNIK

ES IST AMTLICH – NACH EINEM MEHRWÖCHIGEN VOTING STEHT DER SIEGER DES BEST OF INDUSTRY AWARDS IN DER KATEGORIE ANTRIEBSTECHNIK FEST.

Der BG 95 dPro scheint die Leser und die Jury des Magazins „MM Maschinenmarkt“ überzeugt zu haben – mit 37,55 % gewinnt der hochintegrierte Servomotor BG 95 vor den Produkten der Wettbewerber. Besonders hervorzuheben ist, dass nur Unternehmen nominiert werden, die bereits einen Industriepreis gewonnen, es bei einer Verleihung auf die Shortlist geschafft haben oder deren Innovation auf der Website des Maschinenmarktes auf großes Leserinteresse gestoßen ist. Mit 31 Nominierten in elf Kategorien waren diverse Industriezweige mit ihren innovativen und zukunftsgerichteten Produkten vertreten.

Der Trend zu immer höher integrierten Servoantrieben ist ungebrochen. Der BG 95 dPro setzt einen neuen Maßstab und verbessert gleichzeitig auch Flexibilität, Funktionsumfang und Betriebssicherheit. Der BG 95 dPro ist der erste Servomotor mit einer Spitzenleistung bis 3900 W, der bei Kleinspannung bis 60 V kein externes Steuergerät benötigt, da er dieses integriert beinhaltet. Der Motor bietet auf kleinstem Bauraum CANopen- und Industrial Ether-

net-Kommunikationsschnittstellen. Er kann über die Sprache „C“ programmiert werden und damit autonom Aufgaben ausführen. Somit übernimmt er Funktionen einer übergeordneten Steuerung (SPS).

In einer feierlichen Galaveranstaltung im Vogel Convention Center in Würzburg nahmen die Vertreter von Dunkermotoren den Preis mit großer Freude entgegen.



NEWS DUNKERMOTOREN VERÖFFENTLICHT FORMELSAMMLUNG ZUR ANTRIEBSAUSLEGUNG FÜR INGENIEURE, PRAKTIKER UND STUDIERENDE

GEMEINSAM MIT DEM RENOMMIERTEN ANTRIEBSTECHNIK-EXPERTEN DR. JENS WEIDAUER HAT DUNKERMOTOREN EINE KOSTENLOSE FORMELSAMMLUNG ZUR ANTRIEBSTECHNIK PUBLIZIERT.

Die ausführliche Sammlung mit Illustrationen und Beschreibungen beinhaltet Formeln, Begriffe und Erläuterungen für die Berechnungen rund um Antriebssysteme. Sie soll Anwendern als praktische Hilfe zur Antriebsauslegung dienen. Der systematische Aufbau der Formelsammlung erleichtert den Einstieg in die Thematik und macht diese Formelsammlung zu einem wertvollen Instrument für Auszubildende, Studierende, Berufseinsteiger und Berufserfahrene. Die Breite der behandelten Antriebskomponenten und -lösungen genügt den Ansprüchen von Ingenieuren, die in der täglichen Arbeit elektrische Antriebe auslegen, auswählen oder an ihre konkrete Applikation anpassen müssen. Für Praktiker enthält die Formelsammlung durchgerechnete Beispiele, die als Anleitung für eigene Berechnungen dienen und so die Anwendung der Formeln für reale Auslegungsaufgaben er-

leichtern. Übersichtliche Tabellen ermöglichen die Auswahl der passenden Motoren- und Getriebetechnologie anhand praxisnaher Auswahlkriterien.

Die Formelsammlung wurde vom Antriebsspezialisten Dr. Jens Weidauer in Zusammenarbeit mit den Produktmanagern der Dunkermotoren GmbH erstellt. Sie umfasst 96 Seiten und ist in deutscher, englischer und italienischer Sprache in gedruckter Ausführung oder digital erhältlich.

Ein PDF-Exemplar können Sie unter <https://www.dunkermotoren.de/knowledge/publikationen/formelsammlung/> herunterladen.

Gedruckte Exemplare können bei Dunkermotoren direkt bestellt werden unter: Sales.Dunkermotoren@ametek.com



10 JAHRE HEDU-AUSBILDUNGSKOOPERATION

DURCH DIE HEDU-AUSBILDUNGSKOOPERATION MIT DEM BENACHBARTEN UNTERNEHMEN HECTRONIC, DIE ERST KÜRZLICH MIT DEM IHK-BILDUNGSPREIS AUSGEZEICHNET WURDE, PROFITIEREN IN ERSTER LINIE NATÜRLICH UNSERE AUSZUBILDENDEN.

Sie haben die Möglichkeit, ihre Ausbildung im technischen Bereich, in zwei gut ausgestatteten Lehrwerkstätten zu absolvieren und sich Wissen von Fachkräften zweier Unternehmen anzueignen.

Hectronic, deren Schwerpunkt in der Elektronik liegt, stellt Tank- und Parkscheinautomaten her. So deckt auch die übergreifende Ausbildung zwei Bereiche in der Industrie ab – Mechanik (Dunkermotoren) und Elektronik. Die Auszubildenden sind in Bezug auf die verschiedenen Ausbildungseinheiten, jeweils im anderen Unternehmen eingebunden.

Um die Kooperation noch mehr zu verdeutlichen und zu stärken, startete man im Jahr 2009 das Pilotprojekt der HeDu-Ausbildungstage, die in den ersten Zügen in den eigenen Unternehmen veranstaltet wurden, wo auch vorerst nur diese beiden Unternehmen präsentiert wurden. Im Laufe der Jahre nahm die Besucherzahl immer weiter zu, sodass man etwas am Konzept ändern wollte, um sich breiter aufstellen zu können und sich neu zu präsentieren.

NEWS

Zum 10-jährigen Jubiläum war dieses Konzept auch an der diesjährigen HeDu-Ausbildungsmesse ein voller Erfolg. Mit einem Festakt für geladene Gäste aus den Unternehmen und Ausstellern wurde dies gebührend gefeiert.

Faktenbox: HeDu-Ausbildungstage:

- 40 Aussteller aus Industrie, Handel und Gewerbe
- Ca. 700 teilnehmende Schüler jährlich
- Seit 2017: Neuer Veranstaltungsort Stadthalle Bonndorf aufgrund des großen Interesses

Seit den letzten Jahren zählen die HeDu-Ausbildungstage für Schüler als „die einzigartige Möglichkeit“ in der Region, verschiedene Unternehmen, Dienstleistungseinrichtungen und weiterführende Schulen kennenzulernen. Neben der Vorstellung der einzelnen Berufe wurden auch verschiedene Workshops und Betriebsbesichtigungen angeboten, sodass die Schüler sich an vielen Dingen selbst ausprobieren konnten.

Zurückblickend kann man sagen, dass das in den letzten 10 Jahren entwickelte Konzept, den heutigen Anforderungen entsprechend, ein voller Erfolg ist. Dunkermotoren und Hectronic werden aber nicht aufhören Energie und Invest in das damalige Pilotprojekt zu stecken, was sich heute zu einem einzigartigen Angebot entwickelt hat.

Autor: Nina Zoller, Human Resources Manager, Apprenticeship



FACTS & FIGURES

1999

DUNKERMOTORENS
ERSTER SMART
MOTOR WIRD
ZUM LEBEN
ERWECKT.

AKTUELLE LIEFER-
ZEIT FÜR LAGER-
PROGRAMM-BESTEL-
LUNGEN BIS FÜNF
STÜCK –
**10 ARBEITS-
TAGE.**

**50 JAHRE
MOND-
LANDUNG:**
DUNKERMOTOREN
WAR MIT DEM GK22
DABEI.

**3950 W –
MAX.
ABGABE-
LEISTUNG**
IN BAUGRÖSSE
95 MM.

**29 %
UMSATZ-
WACHSTUM**
VON 2016 (183 MIO.)
BIS 2018
(236 MIO.).

HÄTTEN ALLE ELEKTRO-
MOTOREN IN DER DEUTSCHEN IN-
DUSTRIE DEN WIRKUNGSGRAD VON
BLDC-ANTRIEBEN VON DUNKERMOTO-
REN, WÜRDIE DIES ZU EINER
**SENKUNG DES JÄHR-
VERBRAUCHS UM
7.910.000.000 KWH**
FÜHREN UND SOMIT DEN CO₂ AUS-
STOSS UM 4.524.000.000 KG
REDUZIEREN.

1.504
KONFIGURATIONEN
IN DEN ERSTEN
4 WOCHEN MIT DEM
NEUEN ONLINE-
KONFIGURATOR.

(Berechnung / Schätzung
Dunkermotoren).

2018
ANZAHL
VERBAUTE
ZAHNRÄDER:
7.717.833.

ANTRIEBSAUSLEGUNG

GETRIEBE ENERGIE-EFFIZIENT UND KOSTENBEWUSST AUSLEGEN

Warum kann es heute bei Autos noch vorkommen, dass Getriebe ausfallen? Ganz einfach, Sie sind für eine bestimmte Fahrleistung, sagen wir 150.000 km, ausgelegt, jedoch nicht dafür, unter keinen Umständen kaputt zu gehen. Dies spart Kosten, aber auch Gewicht, was wiederum den Verbrauch senkt. Je nach Fahrprofil und Fahrweise kann es innerhalb eines Autolebens somit durchaus auch zu Getriebeausfällen kommen.

Warum ist der Rückwärtsgang so laut? Die Auslegung erfolgt vor allem bei kostengünstigen Fahrzeugen auf die Größenordnung von 200 km Gesamtfahrstrecke. Die Verzahnungsteile sind in entsprechend schlechter, aber dennoch ausreichender Qualität gefertigt – das hört man übrigens auch!

Warum also sollten in der Antriebstechnik Getriebe für die Ewigkeit ausgelegt werden?

Ist es nicht wesentlich sinnvoller, bei Servo-Anwendungen die erwartete Lebensdauer und das Lastprofil für die Auslegung in Betracht zu ziehen? Wenn man es dann noch schafft, den kumulierten Wirkungsgrad zu optimieren, führt dies zu nachhaltigen und kostenbewussten Antriebslösungen.

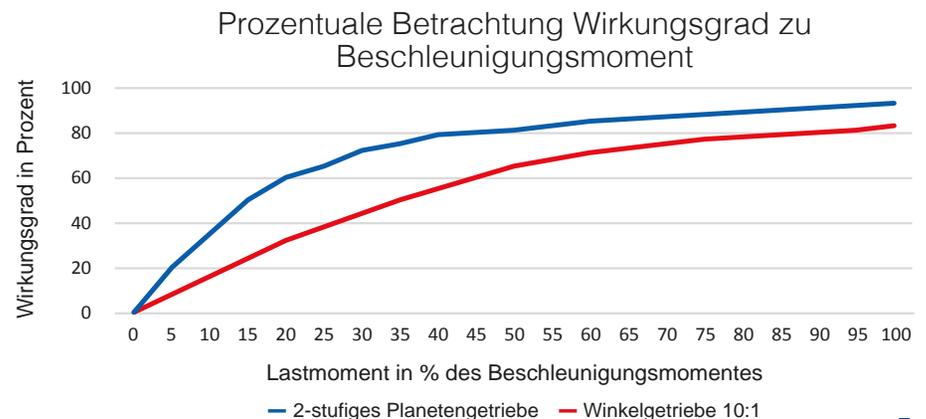
EINBAUVERHÄLTNISSBESTIMMEN DIE GETRIEBEBEAUFORM

Die Getriebebauform wird neben anderen Gesichtspunkten in Abhängigkeit von den Einbauverhältnissen ausgewählt. Dabei gilt, dass Getriebe mit zum Motor axialem Abgang effizienter und auch auf das übertragbare Drehmoment bezogen günstiger, als Getriebe mit rechtwinkligem Abgang sind. Wenn es die Konstruktion zulässt, sollten aus Wirtschaftlichkeits- und Wirkungsgradüberlegungen Getriebe mit axialem Abgang gewählt werden. Warum sind Winkelgetriebe teurer und weniger effizient? Winkelgetriebe sind meist mit flüssigem Schmierstoff versehen, weshalb sie abgedichtet werden müssen. Es entstehen Verluste durch die

Reibmomente der dynamischen Dichtungen, also den Dichtlippen der Radialwellendichtringe und durch das Walken des Schmierstoffes, die sogenannten Planschverluste. Die erhöhte Stromaufnahme des antreibenden Motors ist ein Maß für diese Verluste.

Im kalten Zustand vermitteln solche Getriebe einen schlechten Eindruck, der sich im realen Einsatz jedoch relativiert. Diese Betrachtung ist vor allem wichtig beim Erreichen der maximalen Einsatztemperatur des Antriebes. Bei hohen Temperaturen sind die Dichtlippen sehr flexibel und reibungsarm. Der Schmierstoff wird niederviskos, was wiederum die Reibung reduziert.

Vergleich eines 2-stufigen Planetengetriebes mit einem Winkelgetriebe:



ANTRIEBSAUSLEGUNG

Zu beachten ist, dass es sich dabei um Kaltangaben handelt. Im warmen Zustand oder gar nahe der maximalen Einsatztemperatur stellt sich das Winkelgetriebe besser dar, als im Graphen gezeigt.

WIRKUNGSGRAD-MAXIMIERUNG

Je geringer die Stufenzahl, desto besser ist die Effizienz eines Getriebes. Diese Form der Wirkungsgradmaximierung führt zu hohen Übersetzungen innerhalb einer Stufe, was auf Kosten der Robustheit bzw. der Lebensdauer geht. Wie weit man dieses Thema treiben kann, bestimmen die Anforderungen aus der Applikation.

Bei einer konservativen Auslegung wird das Nennmoment M_N des Getriebes größer gewählt als das in der Anwendung maximal auftretende Last-

moment M_{Last} . Dies führt zu einer sicheren Auslegung, aber auch zum Überdimensionieren, was einen schlechten Wirkungsgrad zur Folge hat.

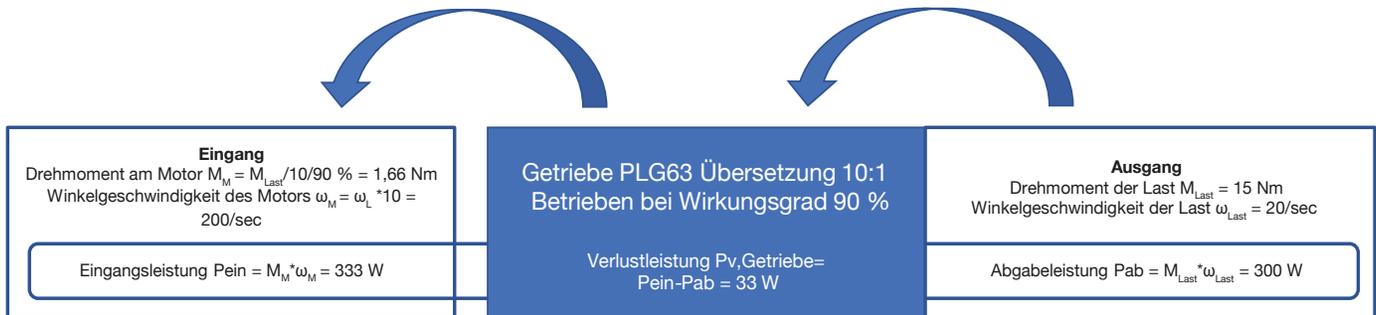
Bei einer energieeffizienten Auslegung wird das Beschleunigungsmoment M_{Acc} des Getriebes größer als das in der Anwendung maximal auftretende Lastmoment M_{Last} gewählt. Diese Art der Auslegung führt zu kompakteren Antrieben und erhöht den Wirkungsgrad.

Um Frühausfälle zu verhindern, muss das Not-Aus Drehmoment $ME-STOP_{Getriebe}$ größer als das im Not-Aus Fall tatsächlich auftretende Drehmoment $ME-STOP_{Last}$ sein. Dadurch werden teure Reparaturen, z. B. verursacht durch Not-Aus Betätigung, vermieden.

WÄRMEMANAGEMENT

Zur thermischen Überprüfung müssen Leistungsgrenzen, also das Produkt aus Drehmoment (M) und Winkelgeschwindigkeit (ω), eingehalten werden. Beim einstufigen PLG 63 von Dunkermotoren liegt die zulässige mittlere Abgabeleistung bei 315 W und die kurzzeitige Abgabeleistung bei 395 W. Da in den meisten Anwendungen die Last nicht konstant ist, sowie Pausenzeiten auftreten, ist die mittlere Abgabeleistung zu errechnen. Diese soll die zulässige mittlere Abgabeleistung der Getriebe nicht überschreiten.

Für die Eigenerwärmung des Getriebes sind die Verluste im Getriebe maßgeblich. In einem Getriebe mit einem Wirkungsgrad von 80 % tritt die doppelte Erwärmung auf, als in einem mit 90 % Wirkungsgrad. Thermisch gesehen ist das Getriebe mit 80 % Wirkungsgrad nur halb so gut wie das mit 90 %.



Grafik: Leistungsdurchsatz und Verlustleistung eines Getriebes

ANTRIEBSAUSLEGUNG

- Siehe Grafik zu Leistungsdurchsatz und Verlustleistung eines Getriebes

Beim direkten Anbau an einen Motor ist allerdings die Wärmezufuhr durch den Motor relativ hoch, so dass sich auch bei Getrieben mit gutem Wirkungsgrad eine Temperatur einstellt, die typischerweise lediglich um ca. 10 K geringer ist, als die des Motors. Kombiniert man für diese Anwendung das Getriebe mit einem BG 65Sx55, was bei Aussetzbetrieb durchaus funktioniert, so wird dieser sicherlich heißer als dies in Kombination mit einem BG 75x50 der Fall ist. Die Wärmeabfuhr durch die Anbindung an die Maschine nimmt ebenfalls wesentlichen Einfluss auf die Temperaturen, die sich im Betrieb einstellen. Der direkte Anbau an einen Stahlrahmen sorgt für eine bessere Wärmeabfuhr, als wenn man den Antrieb aus Geräuschgründen mit Schwingungsdämpfern abkoppelt.

Praxistipp: Bei der Qualifizierung der Maschine oder des Gerätes ein Thermometer an das Getriebe halten. Bleibt die Temperatur unter 60°C, ist von einer belastbaren Auslegung auszugehen.

Betrachtung des kumulierten Wirkungsgrades gibt Aufschluss über die Energieeffizienz. Kennt man die unterschiedlichen Lastfälle der Anwendung und deren Zeitdauer sowie den lastabhängigen Wirkungsgrad des Getriebes, hat man die Basis zur Betrachtung der Energieeffizienz. Ordnet man den unterschiedlichen Lastfällen die Getriebewirkungsgrade zu, kann man die Verluste errechnen. Energieeffizienzbetrachtung am vereinfachten Beispiel eines Türantriebes:

- Siehe Vergleich von Winkelgetrieben und 2-stufigem Planetengetriebe.

Daraus kann geschlossen werden, dass das Planetengetriebe mit 69,67 % zu 47,33 % die zugeführte Energie um 47 % besser nutzt!

Praxistipp: Wer Getriebe richtig dimensioniert, schont die Ressourcen und treibt ein Lächeln auf das Gesicht des Buchhalters!

Autor: Stefan Tröndle,
Product Manager Brushed Motors and Gearboxes

	Beschleunigen Tür öffnen		Fahrt öffnen		Bremsen vor Endlage		Beschleunigen Tür schließen		Fahrt schließen		Bremsen vor Endlage		Kumulierter Wirkungsgrad
Last in Prozent des Beschleunigungsmomentes	80	20	80	80	20	80	80	20	80				
Zeitdauer [s]	1	4	1	1	4	1	1	4	1				
Winkelgetriebe Wirkungsgrad	78,00 %	32,00 %	78,00 %	78,00 %	32,00 %	78,00 %	78,00 %	32,00 %	78,00 %				47,33 %
2-stufiges Planetengetriebe Wirkungsgrad	89,00 %	60,00 %	89,00 %	89,00 %	60,00 %	89,00 %	89,00 %	60,00 %	89,00 %				69,67 %

Grafik: Vergleich von Winkelgetrieben und 2-stufigem Planetengetriebe



TEMPERATUR- BETRACHTUNG VON GETRIEBEN IN ANTRIEBS- SYSTEMEN

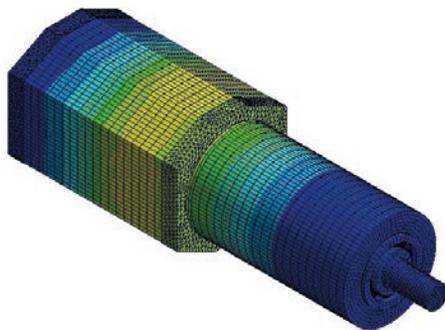
Die Kombination eines Motors mit einem Getriebe ermöglicht eine deutliche Erhöhung des Drehmoments. Als Antriebseinheit ist die Abstimmung des Getriebes auf den Motor und die Anwendung unverzichtbar. Nicht nur der Motor muss die hohen Anforderungen bezüglich Robustheit, Zuverlässigkeit und Langlebigkeit erfüllen, sondern auch das Getriebe.

Charakteristisch für jede Antriebseinheit bestehend aus Motor und Getriebe ist das Drehmoment und die Drehzahl. Anhand dieser Größen kann das Überführen der elektrischen Eingangsleistung in eine mechanische Abgabeleistung definiert werden. Wie auch bei den elektrischen Antrieben gibt es eine Vielzahl an mechanischen Getrieben. Die Wahl des Getriebes hat einen großen Einfluss auf die Effizienz, die Kosten und die Lebensdauer.

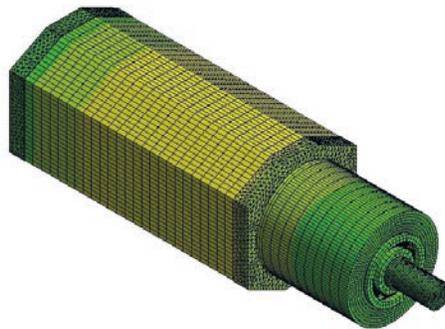
Besonders durch die gesteigerte Leistungsdichte bei permanent-erregten Synchronmaschinen ist eine kompakte Bauweise und die Übertragung von hohen Leistungen von Getrieben gefordert. Aus diesem Grund werden bevorzugt Planetengetriebe eingesetzt. Ein Planetengetriebe besteht in der Regel aus einem zentral gelagerten Sonnenrad, einem Hohlrad und mehreren Planetenrädern, die zwischen Sonnenrad und Hohlrad abrollen. Planetengetriebe bieten enorme Vorteile durch die

Übertragung von hohen Drehmomenten, da das Drehmoment auf mehrere Zahnräder verteilt wird. Die Funktion des Planetengetriebes ist somit die Übertragung bzw. Steigerung des Drehmoments. Außerdem hat das Planetengetriebe keine Trennung des Kraftflusses und zeichnet sich durch einen hohen Wirkungsgrad und einen niedrigen Geräuschpegel aus. Um sehr hohe Drehmomente zu erreichen, ist eine Aufteilung in mehrere Getriebestufen mit verschiedenen Untersetzungen zu empfehlen. Die erste Getriebestufe ist für eine hohe Laufruhe oft schrägverzahnt ausgeführt, wohingegen die zweite und die dritte Getriebestufe in der Regel geradverzahnt sind. Die einzelnen Getriebestufen sind standardmäßig mit drei Planetenrädern aufgebaut. Aufgrund der hohen Belastung sind die Verzahnungsteile aus Stahl hergestellt. Geeignet ist das Planetengetriebe für den Dauerbetrieb, sowie den Aussetz- und Wechselbetrieb in Links- und Rechtslauf. Nachteil der kompakten Bauweise ist eine aufwändige Konstruktion und die damit verbundene Teileanzahl und Verlustanfälligkeit. Durch die Anforderung, die Kräfte und Drehmomente effizient zu übertragen, ist die Lagerung von besonderer Bedeutung. Zu beachten ist die Belastung in der Applikation, mit radialen oder axialen Kräften, punktuellen Belastungen oder einer Umfassungslast. Planetengetriebe für Servoanwendungen sind üblicherweise eigengelagert und bieten den Vorteil, dass die Getriebe mit verschiedenen Motoren kombiniert werden können. Bei der Betrachtung der nachfolgenden Antriebe handelt es sich um fremdgelagerte Getriebe. Hierbei ist das Sonnenrad direkt auf der Motorwelle aufgebracht und die zusätzliche Lagerstelle am Antriebsflansch entfällt.

In Abhängigkeit der Kombination zwischen Elektromotor und Planetengetriebe kann der Wärmeübergang und die Wärmeverteilung sehr stark variieren. Beispielhaft ausgeführt ist die Wärmeverteilung eines bürstenlosen Gleichstrommotors BG 75x25 mit einem dreistufigen Getriebe PLG 63. Im Gegensatz dazu bildet ein einstufiges Getriebe, angebauet an einen langen BG 75x75 Motor eine andere Wärmeverteilung.



BG 75x25 und dreistufiges PLG 63



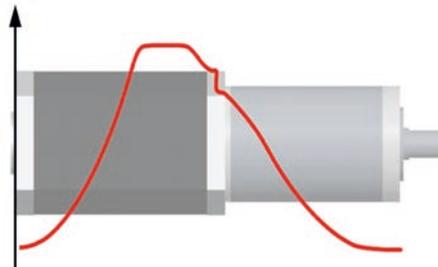
BG 75x75 und einstufiges PLG 63

Abbildung 1: Wärmeentwicklung bei unterschiedlichen Antriebskonfigurationen

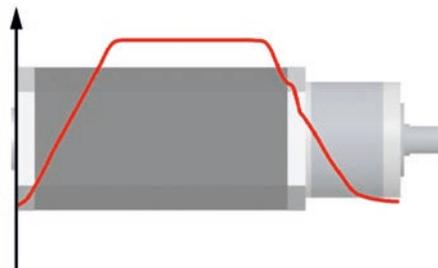
Hauptwärmequelle des BG 75 Motors ist die Wicklung, welche im Gehäuse verbaut ist. Im hinteren Teil des Motors befindet sich die Elektronik. Im Getriebe entsteht Wärme vorwiegend durch Reibung. Die Wärmeübertragung zwischen Motor, Getriebe und Umgebung kann anhand der drei Arten, Wärmeleitung, Konvektion und Wärmestrahlung, erfolgen. Wärmeleitung ist die mechanische Kopplung zwischen Motor und Getriebe. Konvektion bezeichnet das Mitführen der thermischen Energie in einem strömenden Medium wie beispielsweise Öl und Schmierstoff im Getriebe. Wird dem festen Körper Energie in Form von Wärme zugeführt, dann ist dies immer mit einer Temperaturerhöhung verbunden. Der Körper speichert die zugeführte Wärme. Schmieröle sind die wichtigsten technischen Schmierstoffe. Durch Verminderung der Reibung wirkt die Schmierung dem Verschleiß entgegen, zusätzlich hemmen sie die Geräuschentwicklung und sorgen für die Wärmeabfuhr. Die Temperaturdifferenz aufgrund der Wärmeübertragung und Wärmeleitung ist abhängig von der Antriebskonfiguration. Wärmeabstrahlung ist jedoch unabhängig von dem Medium. Jeder Körper emittiert Wärme an seine Umgebung. Mit zunehmender Temperatur steigt auch die Intensität der Wärmestrahlung, wobei die maximale Strahlung von einem schwarzen Körper ausgeht.

Die Wärmeverteilung entlang der Länge der Antriebskombination ist nachfolgend dargestellt. Man erkennt die deutlichen Unterschiede im Temperaturverlauf entlang der Baulänge. Die Wärmequelle bildet der Motor mit einer maximalen Temperatur von 120°C. Die Abgabeleistung kann bei einem BG 75x25 in Kombination mit einem dreistufigen

PLG 63 gesteigert werden, da die Erwärmung zusätzlich durch das Getriebe abgeführt werden kann. Wird hingegen ein kleineres Getriebe an einen leistungsfähigeren Motor angeschlossen, muss die zulässige Abgabeleistung reduziert werden, da im Nennarbeitspunkt die Betriebstemperatur des Getriebes von 60°C überschritten wird. Bei einer zusätzlichen Erwärmung über die Betriebstemperatur hinaus, muss mit einer Verkürzung der Lebensdauer gerechnet werden.



BG 75x25 und dreistufiges PLG 63



BG 75x75 und einstufiges PLG 63

Abbildung 2: Normierter Temperaturverlauf bei unterschiedlichen Antriebskonfigurationen

Erkenntnisse aus Lebensdauerversuchen von Motoren in Kombination mit Planetengetrieben zeigen, dass das Drehmoment und die Drehzahl nicht die alleinigen bestimmenden Kenngrößen sind. Die Baugröße des Motors, das Übersetzungsverhältnis und die Anzahl der Getriebestufen besitzen einen wesentlichen Einfluss auf die Abgabeleistung. Auch ist die Verlustleistung des Getriebes ausschlaggebend für die Leistungsbetrachtung. Die maximale Erwärmung des Getriebes wird durch die Umgebungstemperatur und die Temperatur im Inneren des Getriebes definiert. Zusammen mit der Wärmeabfuhr des Planetengetriebes resultiert die maximal zulässige Verlustleistung. Ein uneingeschränkter Betrieb des Antriebs bei Dauerdrehmoment und Eingangsnenn Drehzahl ist zulässig, wenn die maximale Abgabeleistung und die Erwärmung berücksichtigt werden.

Autor: Dr. Bruno Basler | Head of R&D Predevelopment



ANTRIEBSAUSLEGUNG

KATALOGANGABEN SIND DAS EINE, DAS MÖGLICHE AUS DEM ANTRIEB HERAUSHOLEN IST DAS ANDERE

Mit den Katalogangaben wird das Produkt in einer ausgeglichenen Form beschrieben, die gleichermaßen den physikalischen Gegebenheiten, als auch den Anwendungen gerecht zu werden versucht. In konkreten Fällen macht es jedoch durchaus Sinn, sich im Betrieb von den Katalogvorgaben zu lösen, um den Antrieb besser an die Anwendung anzupassen. In diesem Artikel werden unterschiedliche Optimierungsziele vorgestellt.

GERÄUSCHE MINIMIEREN:

Motoren und Getriebe verursachen Geräusche. Diese können in Form von Kugellagern, Bürstensystemen und Zahnrädern mechanischer Natur sein. Da beim Kommutieren Induktivitäten geschaltet werden, kommt es auch dort zur Geräuschbildung. Auch durch magnetische Kräfte, die im Motor wirken z. B.

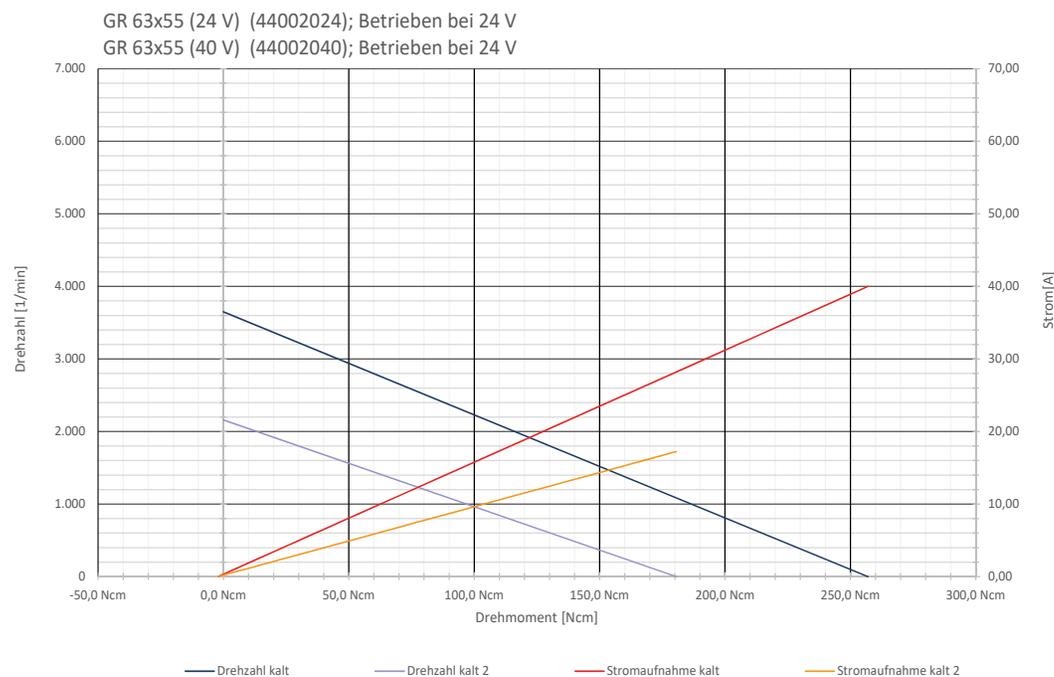
Rastkraft und Ummagnetisierung, kommt es zu Geräuschen. Ferner kann der Antrieb auch Strukturen der Maschine oder des Gerätes zum Schwingen anregen, was die Geräusche verstärkt und manchmal zu überraschenden Klangeffekten führt.

Durch Absenken der Betriebsspannung kann die Motordrehzahl reduziert werden, was zu niedrigeren Frequenzen führt, wodurch die Geräusche geringer und angenehmer werden. In *Grafik 1* wird ein GR 63x55, ausgelegt auf 24 V, mit einem GR 63x55 ausgelegt auf 40 V verglichen. Beide

Motoren werden bei einer Spannung von 24 V betrieben. Der GR 63x55 mit 40 V läuft mit deutlich geringerer Drehzahl und ist im Betrieb leiser.

STROM MINIMIEREN:

Es gilt der Leitsatz: „Spannung ist umsonst, Strom kostet Geld.“ Sowohl bei Netzteilen als auch bei Steuerungen hängt der Preis vom Dauerstrom und vom maximalen Strom ab. Gelingt es, Antriebe so auszulegen, dass sie wenig Strom benötigen,



Grafik 1

ANTRIEBSAUSLEGUNG

sind die Systeme kostengünstig und kompakt. Die Kompaktheit begründet sich in kleinen Netzteilen und kleinen Steuerungen sowie einem reduzierten Leitungsquerschnitt für die Verdrahtung.

Gemäß **Grafik 1** liefert der GR 63x55 ausgelegt auf 40 V das gleiche Moment mit deutlich geringerem Strom. Voraussetzung für diese Auslegung ist natürlich, dass die Drehzahl noch ausreicht. Sollte die Drehzahl nicht ausreichend sein, funktioniert die Stromminimierung nur, indem man die Betriebsspannung erhöht. **Grafik 2** zeigt hierzu

den Vergleich des GR 63x55 mit 24 V Auslegung, betrieben an 24 V mit einem GR 63x55 mit 40 V Auslegung, betrieben an 40 V. Die Drehzahlen sind quasi gleich, aber der Strom ist deutlich reduziert.

Ich lade Sie an dieser Stelle zu einem kleinen Ausflug in die Elektromobilität ein, der dies veranschaulicht. Haben Sie sich je gefragt, warum bei batteriebetriebenen Fahrzeugen nicht einfach die Spannung 12 V, wie bei den Starterbatterien, verwendet wird? Es wäre doch naheliegend und vor allem sicher? Renommierete Hersteller setzen

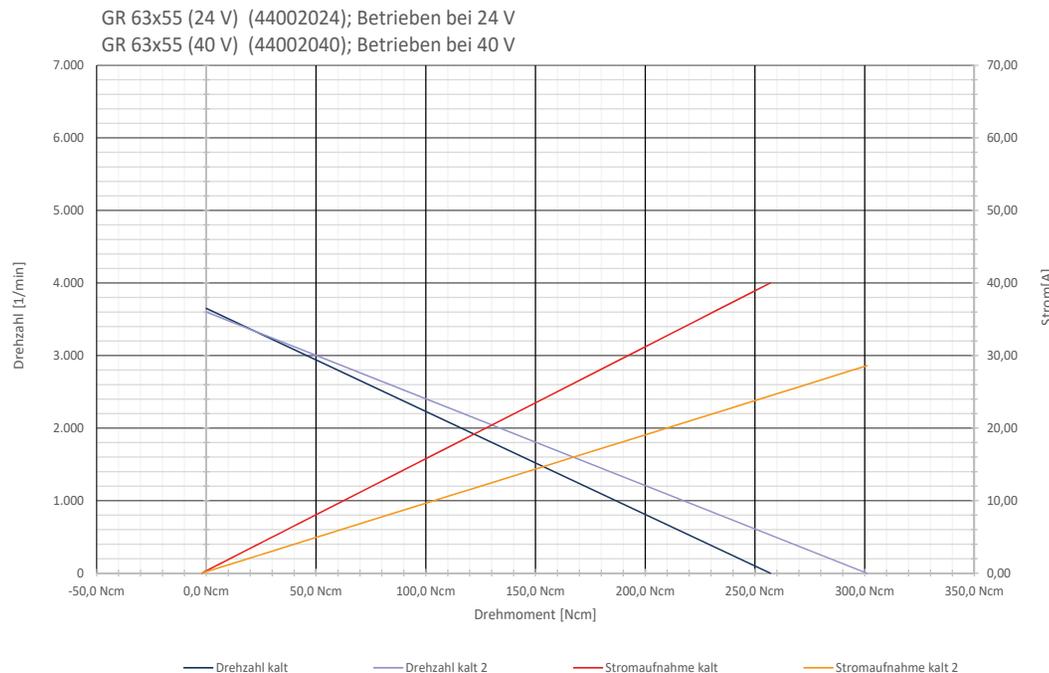
auf Gleichspannungen von 650 V, ja sogar bis 800 V. Dies minimiert die Ströme, senkt somit die Kosten, reduziert das Gewicht und verkürzt die Ladezeiten. Das Risiko der hohen Spannung wird dafür in Kauf genommen.

Praxistipp: Will man beim Betrieb eines BLDC Motors Strom sparen, um einen Regler mit kleinerem Nennstrom und somit geringeren Kosten einsetzen zu können, bietet z. B. die 48 V Wicklung einen Vorteil gegenüber der 24 V Wicklung. Da aber die Logikversorgung dennoch 24 V verlangt, sollte der Regler diese zur Verfügung stellen. Kann er dies nicht, kann man sich mit einem kleinen DC/DC Wandler für 24 V behelfen.

Praxistipp: Nutzen Sie die Sicherheitskleinspannung bis 60 V für Ihre Anwendung nach Möglichkeit voll aus.

LEISTUNG MAXIMIEREN:

Antriebe lassen sich auf maximale Leistung auslegen, insbesondere wenn es sich um Kurzzeitbetrieb handelt. Die abgegebene Leistung errechnet sich aus dem Produkt der Drehzahl und dem Drehmoment.



Grafik 2

ANTRIEBSAUSLEGUNG

ANTRIEBSAUSLEGUNG



ANTRIEBSAUSLEGUNG

Grafik 3 zeigt hierzu den Vergleich des GR 63x55 mit 40 V Auslegung betrieben an 40 V, mit einem GR 63x55 mit 24 V Auslegung betrieben an 40 V. Durch diese Auslegung kann man aus der gleichen Baugröße und zu gleichen Kosten wesentlich mehr Leistung abrufen.

Dabei ist zu beachten, dass dies bei Drehmomenten oberhalb des Nennmomentes aufgrund der Überhitzungsgefahr nur zeitlich begrenzt möglich ist. Der Entmagnetisierungsstrom darf nicht überschritten werden.

Das Maximum der Leistungsabgabe errechnet sich aus dem Produkt aus halbem Anlaufmoment und halber Leerlaufdrehzahl. Dieses Maximum kann in der Praxis allerdings selten genutzt werden, da abweichende Momente oder Drehzahlen gefordert sind.

DYNAMIK MAXIMIEREN:

Um Motoren möglichst dynamisch zu nutzen, benötigt man Ströme, die deutlich über dem Nennstrom liegen. Bei dem häufig zitierten GR 63x55 mit 40 V Auslegung beträgt der Nennstrom 3 A. Der maximale zulässige Strom beträgt stolze 20 A. Man kann theoretisch kurzzeitig ca. den 7-fachen Strom und somit

gut das 7-fache Nennmoment mit 210 Ncm abrufen. In der Regel wird allerdings nur das 3 bis 4-fache realisiert. Steht nur ein bestimmter Strom zur Verfügung, kann mit geschickter Auslegung des Motors (siehe Kapitel „Strom minimieren“), dennoch eine hohe Dynamik erreicht werden.

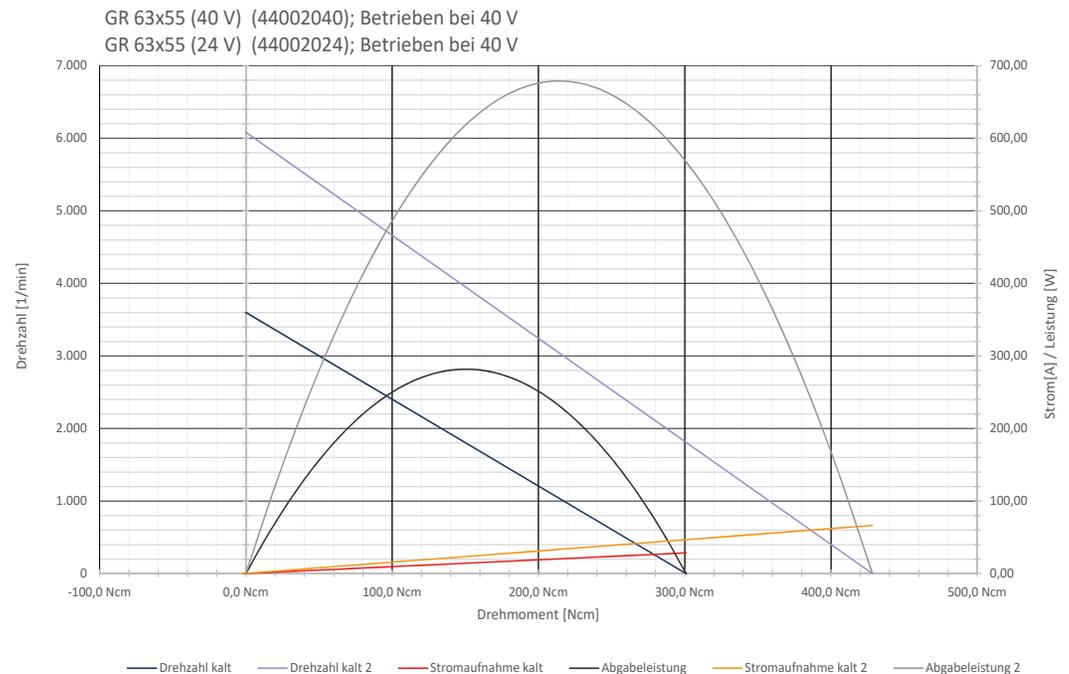
DISKUSSION:

Bei den beschriebenen Optimierungen sind Schranken, z. B. maximal zulässige Drehzahlen, maximal zulässige Spannungen, thermische Grenzen und

Einschränkungen in der Lebensdauer, insbesondere der Bürstenstandzeit bei bürstenbehafteten Motoren (Baureihe GR) zu berücksichtigen. Dennoch sind die Ansätze lohnend. Man kann dadurch eine Verbesserung von Maschinen und Geräten sowie eine Kostensenkung erreichen.

Wer an die Grenzen gehen möchte, sollte mit uns als Hersteller Kontakt aufnehmen, um sicher zu stellen, dass die Optimierung Wirkung zeigt.

Autor: Stefan Tröndle, Product Manager Brushed Motors and Gearboxes



Grafik 3

STANDORTE

STANDORTE



STANDORTE

DUNKERMOTOREN CHINA – TAICANG

TAICANG IST EINE STADT SÜDLICH DES YANGTSE-FLUSSES IN DER PROVINZ JIANGSU, DIE ZU DEN TOP-10-STÄDTEN CHINAS ZÄHLT.

Neben ihrer Lage entlang des Yangtzes ist Taicang die nächstgelegene Stadt an Shanghai mit nur 50 km Entfernung zum Flughafen Hong Qiao und 90 km zum Flughafen Pu Dong.

Die Stadt ist für ihre langjährige Geschichte, ihre vielfältige Kultur und ihr gut entwickeltes Bildungssystem bekannt. Mit einer mehr als 4.500-jährigen Geschichte bezeichnet man die Stadt auch als "schöne goldene Stadt des südlichen Yangtse-Flusses". Bereits in den Dynastien Yuan und Ming war Taicang als "Hafen der sechs Königreiche" bekannt, als der berühmte Seemann Zheng He seine sieben Seereisen von diesem Hafen aus begann. Heute gehört der Hafen Taicangs zu den besten zehn Häfen Chinas.

Als Stadt mit vielen ökologischen Ressourcen erhielt Taicang zahlreiche nationale Auszeichnungen, darunter die Auszeichnung für die ökologischste Stadt, die hygienischste Stadt, die Gartenstadt, die exzellente Touristenstadt, die Modellstadt für Um-

weltschutz und die Stadt mit der fortschrittlichsten öffentlichen Sicherheit. Außerdem wurde Taicang vier Jahre lang in Folge zur "glücklichsten Stadt Chinas" gewählt.

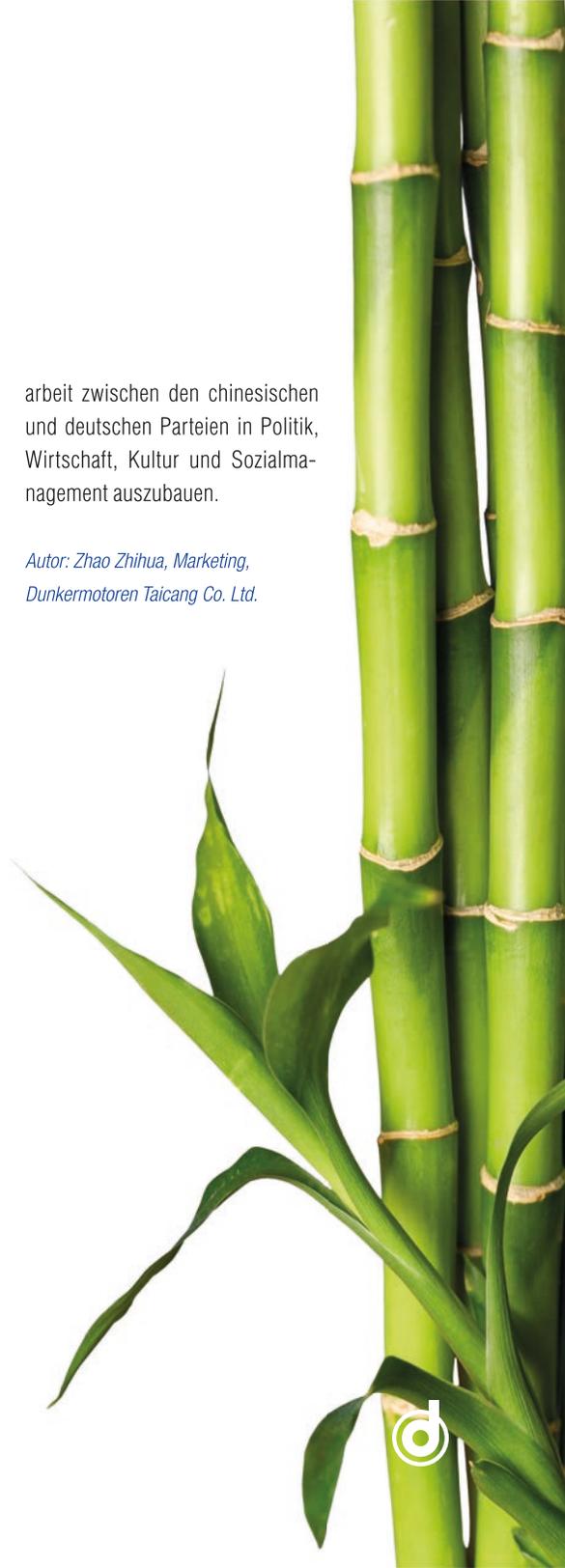
Shaxi, auch "Shatou" genannt, ist eine Stadt 10 km von Taicang entfernt. Die 1.300 Jahre alte Stadt bietet eine große Anzahl von Uferarchitekturen, alten Straßen und Gassen, alten Brücken und ehemaligen Residenzen von Prominenten. Shaxi gehört zu den berühmtesten historischen und kulturellen Städte Chinas.

Im Jahr 1993 nahm das erste deutsche Unternehmen seine Tätigkeit in Taicang auf. Seitdem haben sich mehr als 300 deutsche Unternehmen in Taicang niedergelassen. Daher erhielt Taicang die Anerkennung als erste "deutsch-chinesische Basis für Unternehmenskooperationen" und als erste "deutsch-chinesische Demonstrationszone für die Zusammenarbeit zwischen chinesischen und deutschen KMUs".

Die Zusammenarbeit zwischen der Stadt Taicang und deutschen Partnern konzentriert sich hauptsächlich auf Autoteile, Präzisionsmaschinen und andere verwandte Branchen. In Zukunft wird Taicang den Aufbau der industriellen China-Deutschland Zusammenarbeit und Innovationspilotzone weiter vorantreiben, um Taicang zu einem Pilot- und Pioniergebiet für eine intensive Zusammen-

arbeit zwischen den chinesischen und deutschen Parteien in Politik, Wirtschaft, Kultur und Sozialmanagement auszubauen.

*Autor: Zhao Zhihua, Marketing,
Dunkermotoren Taicang Co. Ltd.*



INSIGHTS

PREVENTIVE MAINTENANCE – INSTANDHALTUNG BEI DUNKERMOTOREN ALS TEIL DER SMART FACTORY

IN ZEITEN VON DIGITALISIERUNG UND INTERNET OF THINGS BEKOMMT DAS THEMA „PREVENTIVE MAINTENANCE“ EINE IMMER GRÖßERE BEDEUTUNG.

Nicht nur die intelligenten bürstenlosen Gleichstrommotoren der Baureihe BG werden in smarten Fabriken eingesetzt und helfen Anwendern bereits mit Motordaten, die den Wartungsprozess unterstützen. Dunkermotoren selbst hat den eigenen Instandhaltungsprozess durch die Verarbeitung tausender Maschinendaten bis ins letzte Detail optimiert.

Seit 2002 ist der Hauptstandort in Bonndorf an die Software SAP angebunden. Die beiden Standorte Subotica in Serbien und Taicang in China folgten direkt nach Aufnahme des Betriebs. Durch die konsequente Einbindung aller Werke ist eine globale Sicht auf alle Prozesse und Abläufe möglich.

Alle Maschinen sind im System hinterlegt. Die zentrale Steuerung der Maschinen erfolgt über ein Instandhaltungscockpit. Derzeit sind 787 Maschinen und Haustechnik-Anlagen zentral gespeichert. Damit sich auch neue Mitarbeiter leicht im Haus und auch im System zurechtfinden, befindet sich an jeder Maschine ein

QR-Code. Dieser verweist auf hinterlegte Fotos und Daten der Maschine wie bspw. Schaltpläne, Qualifikationspläne, Betriebs- und Wartungsanleitungen und dazugehörige Betriebsmittel.

Jeder Mitarbeiter des Instandhaltungsbereiches ist über ein Tablet mit dem Instandhaltungscockpit verbunden. Die Daten können somit direkt über den Barcode ausgelesen werden. Je nach Schichtplan können die Maschinen so direkt einem Instandhalter zugeordnet werden. Jeder Instandhalter erhält dadurch auf einen Blick den Arbeitsvorrat für den jeweiligen Arbeitstag. Ein Ampelsystem ermöglicht, die Terminplanung der anfallenden Wartungen oder Tätigkeiten zu kategorisieren. Die Priorisierung der Arbeiten wird somit vereinfacht. Durch das übersichtliche Ampelsystem wird vermieden, dass die Ampel auf rot steht – Preventive Maintenance ist hiermit bei Dunkermotoren schon allgegenwärtig. Bestehende Termine werden eingehalten und es wird nur im gelben Bereich gearbeitet.

Ähnlich einem Fertigungsauftrag werden die nötigen Arbeitsschritte und Aufgaben in einen Wartungsplan bzw. Arbeitsplan im SAP-System eingetragen. Zudem befinden sich in den Verwaltungsdaten Informationen zur letzten Wartung, dem Instandhalter, der diese Wartung durchgeführt hat, Informationen zum festgelegten Wartungsturnus sowie zur nächsten geplanten Wartung und deren Instandhalter. Zu jeder Wartung steht im Wartungscockpit ein entsprechendes Logbuch zur Verfügung,

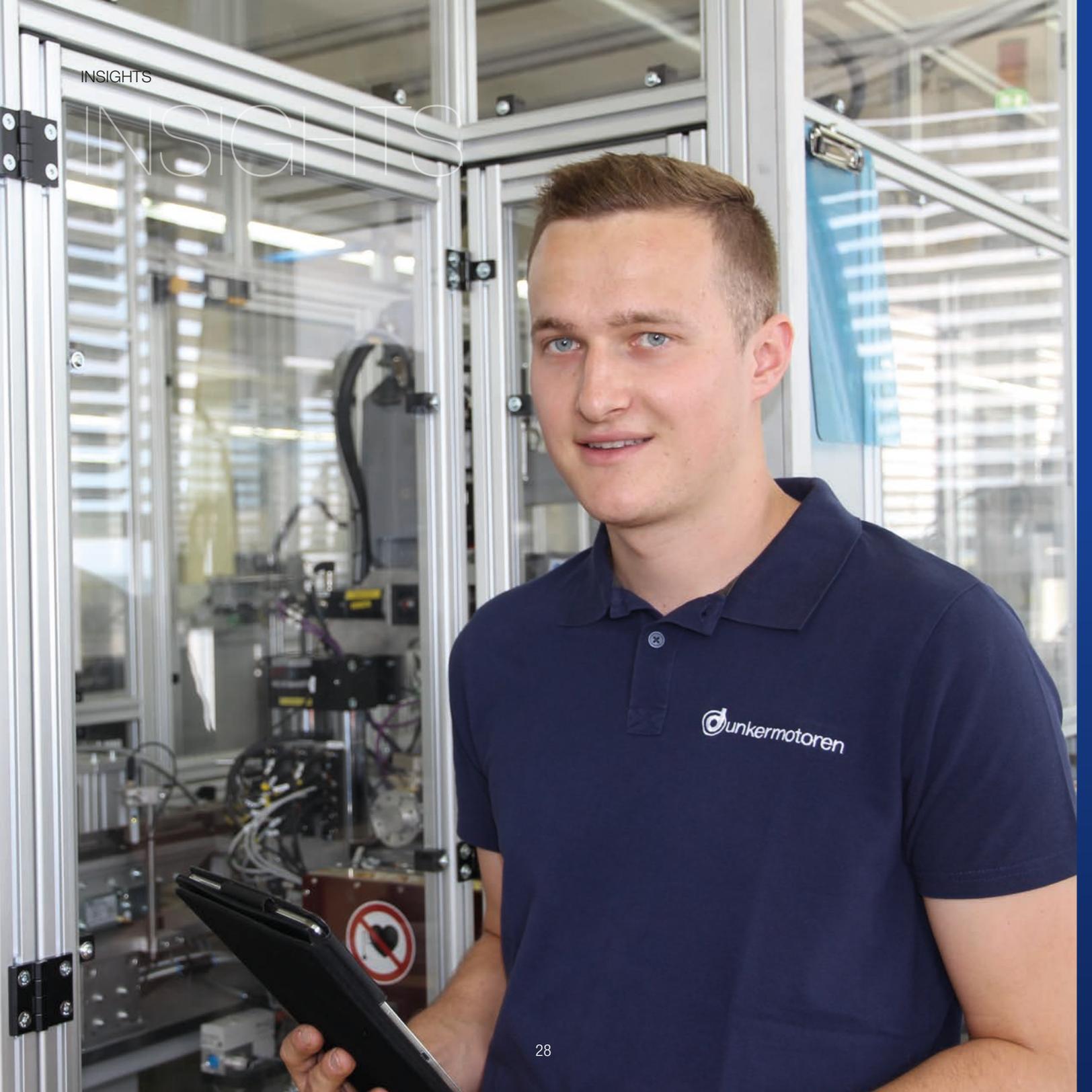


INSIGHTS



INSIGHTS

INSIGHTS



INSIGHTS

in dem alle Daten/Wartungen der Vergangenheit in einer sogenannten Maschinenhistorie dokumentiert sind. Jeder Instandhalter hat durch eine Wifi-Connection der Tablets jederzeit Zugriff auf die aktuellsten Daten aus dem SAP-System. Nach Abschluss der Wartungsarbeiten oder der Reparatur trägt der Mitarbeiter über das Tablet die Arbeitszeiten und ausgeführten Tätigkeiten ein. Anschließend wird die Wartung/ Reparatur über eine Rückmeldung im System abgeschlossen. Ist nach einer Reparatur eine Qualitätskontrolle erforderlich, wird ein sogenannter „Check after Repair“ im System hinterlegt. Der Instandhalter startet über den Button „Check after Repair“ einen Workflow mit Informationen zur getätigten Reparatur, welcher vom zuständigen Qualitätsmitarbeiter bearbeitet und anschließend freigegeben werden muss. Die Produktionsfreigabe ist somit im SAP-System hinterlegt und dokumentiert.

Dem Leiter der Instandhaltungsabteilung ist es über das Cockpit jederzeit möglich, die gesamten Wartungsprozesse in Echtzeit zu monitoren. Es werden alle zu wartenden Anlagen sowie die Wartungen pro Mitarbeiter im Cockpit aufgeführt. Ebenfalls ist es möglich, auf Ausfälle der Mitarbeiter z. B. durch Krankheit kurzfristig zu reagieren und die Wartungen der Maschinen innerhalb der Instandhalter zu verschieben. Über das Cockpit stehen des Weiteren diverse Auswertungen zur Verfügung, die sich über Art und Zeitraum einschränken lassen. Für detailliertere Auswertungen können die SAP Reporte auch in Excel exportiert werden. Dadurch ist es möglich

die Teams und Führungskräfte über den aktuellen Stand zu informieren.

Für Dunkermotoren bringt der Einsatz des SAP-basierten Instandhaltungscockpits einige Vorteile mit sich. So wurde der bestehende Prozess komplett verändert, hin zur aktiven Zukunftsplanung im Sinne von Preventive Maintenance. Wartungen lassen sich dadurch deutlich besser planen und erlauben die Durchführung größerer Aufwendungen in absehbaren Produktionslücken. Durch die detaillierte Dokumentierung und Auswertung sind mögliche Schwächen der Maschinen vorhersehbar und können dadurch eliminiert werden. Interdisziplinäre Teams ermitteln Verbesserungsmaßnahmen. Durch die Zuordnung der angefallenen Zeiten und den dazugehörigen Kosten ist ein Controlling möglich. Daten der Anlagen und Maschinen können über eine App via Smartphone abgerufen werden. Somit ist ein durchgängiger Informationsfluss gewährleistet.

Doch nicht nur für Dunkermotoren bietet der Einsatz des Instandhaltungscockpits enorme Vorteile. Auch für Kunden von Dunkermotoren bedeutet dies Qualitätssicherung und Vermeidung von Produktionsstopps durch unvorhersehbare Ausfälle.

Autor: Janina Dietsche, Public Relations



ENGINEERING

SO BEWAHRT IHR ANTRIEB EINEN KÜHLEN KOPF

Die Produktion läuft auf Hochtouren. Wenn die Fertigungslinien so weiterarbeiten, schaffen Sie einen neuen Monatsrekord. Diesen kann der Produktionsleiter dann stolz der Geschäftsführung mitteilen, die damit das gewünschte Quartalsergebnis doch noch erreichen kann. Doch dann: Bandstillstand. Ursache: Der Antrieb in der Verpackungsanlage ist überhitzt und muss ausgetauscht werden.

Dieses „Schreckensszenario“ können Sie vermeiden. Führen Sie sich die gesamte Kette vor Augen, von der Wärmeentstehung im elektrischen Antrieb bis hin zur Umgebungsluft, in welche am Ende die ganze Wärmeenergie übergeht. Jeden einzelnen Schritt sollten Sie betrachten und gegebenenfalls verbessern.

STARTEN WIR MIT DEN DREI HAUPTWÄRMEQUELLEN:

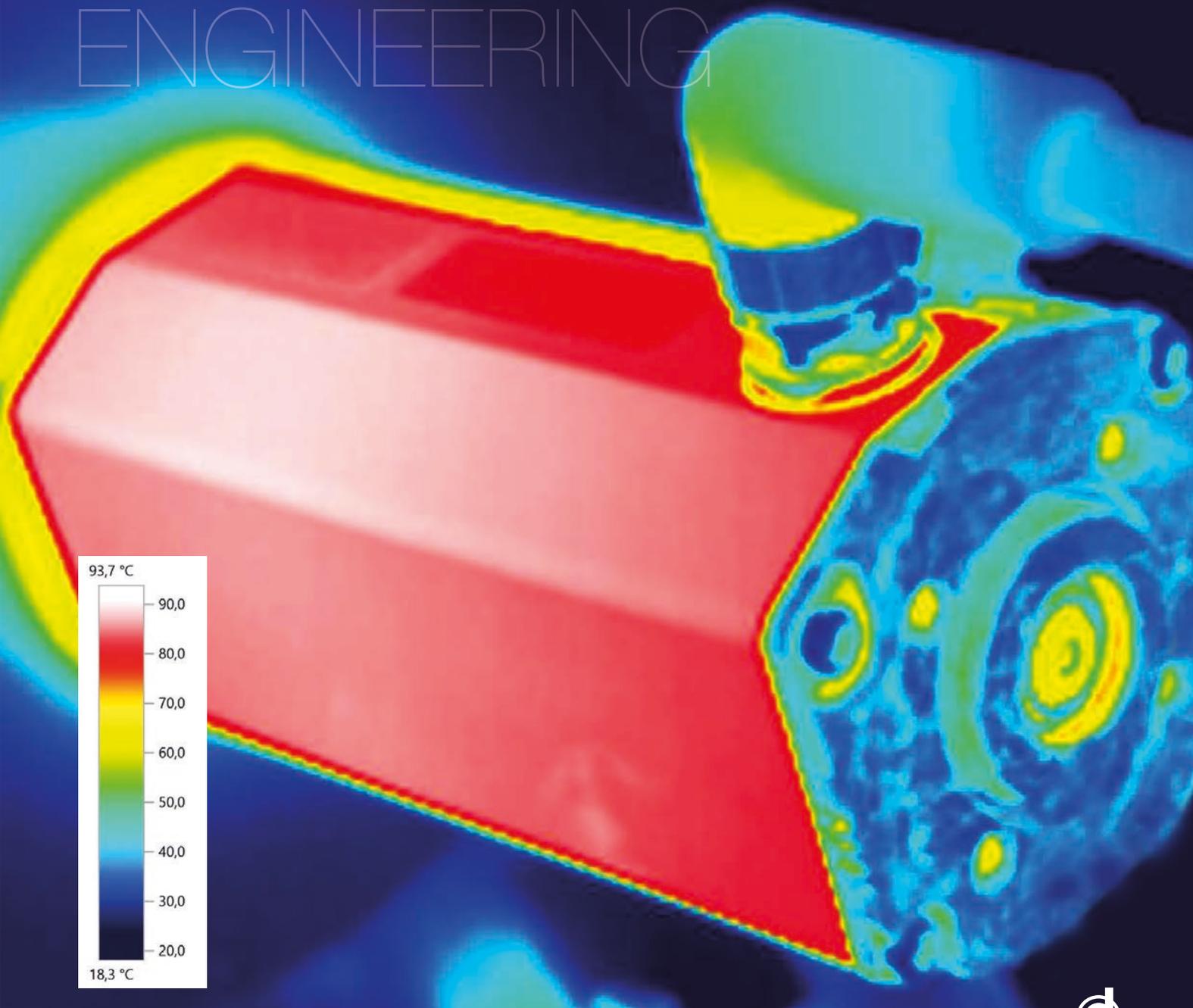
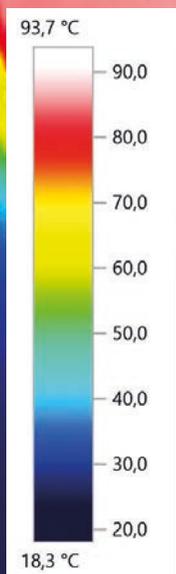
- **Elektrischer Widerstand:**
Strom fließt durch die Kupferwicklungen eines Motors, durch Lötstellen und elektronische Bauteile. Je nach Motorstrom, Schaltungsauslegung und Qualität der Bauteile wird mehr oder weniger elektrische Energie in Wärme umgewandelt.
- **Wirbelströme/ Ummagnetisierungsverluste:**
Durch ständiges Ummagnetisieren des verwendeten Motorblechs bzw. durch Wirbelströme wird elektrische Energie und Rotationsenergie in Wärmeenergie umgewandelt.
- **Reibungsverluste:**
Abrollende Kugellager, Zahnräder und Schmierstoffe, die bewegt werden, wandeln Bewegungsenergie in Wärmeenergie um.

Ihr Einwand könnte jetzt sein, dass Sie als Nutzer wohl kaum die Wärmequellen verändern können. Schließlich haben Sie ja keinen Einfluss auf verwendete Getriebematerialien, die Eisenbleche oder die elektrischen Bauteile, die der Hersteller einsetzt. Aber gerade hier an der Wärmequelle haben Sie viele Möglichkeiten zu steuern, dass möglichst wenig Wärme entsteht, die sonst später mit großem

Aufwand abgeführt werden müsste:

- Wählen Sie einen Motor mit hohem Wirkungsgrad und betreiben Sie den Motor am Punkt mit dem höchsten Wirkungsgrad. Die Angaben dazu stellt Ihnen der Hersteller zur Verfügung. Motoren, die mit Vektor-Control betrieben werden, haben einen besonders hohen Wirkungsgrad.
- Vergleichen Sie dabei nicht Äpfel mit Birnen. Nur wenn die Spezifikationswerte ohne zusätzliche Kühlplatte aufgenommen wurden (nach EN 60034), sind sie repräsentativ und vergleichbar. Auch bei Getrieben ist Vorsicht geboten. Gibt der Hersteller den Gesamtwirkungsgrad oder nur den theoretischen Verzahnungswirkungsgrad an? Aus einem 97 % Verzahnungswirkungsgrad kann schnell ein 80 % Gesamtwirkungsgrad werden und damit das Getriebe zu einer starken Wärmequelle.
- Testen Sie im Zweifelsfall Ihren Antrieb in der Applikation unter „Worst-Case“ Bedingungen. Smarte Motoren haben integrierte Temperatursensoren, deren Werte Sie auslesen können.
- Je nach Anwendungsfall können spezielle Hochtemperaturfette in Getrieben eingesetzt werden, damit diese weniger Verlustwärme erzeugen.

ENGINEERING



ENGINEERING

SO BEWAHRT IHR ANTRIEB EINEN KÜHLEN KOPF

Die Entstehung von Wärme lässt sich natürlich nicht komplett vermeiden. Diese Wärme muss nun in die Umgebungsluft abgegeben werden. Ganz spontan könnten Sie jetzt sagen: Wenn der Antrieb zu warm wird, setze ich einen Lüfter ein. Aufgrund von Geräuschen, Kosten und begrenzter Lebensdauer von Lüftern sollte Zwangslüftung wirklich nur dann eine Option sein, wenn alle anderen Möglichkeiten versagen. Doch Möglichkeiten gibt es genug.

Um sich den Wärmefluss vom Antrieb bis zur Umgebungsluft zu veranschaulichen, können Sie die Wärme mit Wasser vergleichen. Dieses Wasser fällt als Dauerregen (konstante Zufuhr von Wärmeenergie) bis zum Meer (Umgebungsluft). Muss das Wasser durch fast undurchdringliches Gestein, staut es sich und fließt nur langsam ab. Fließt es dagegen durch ein breites Flussbett, gibt es keinen Wasserstau und es fließt ungehindert ab.

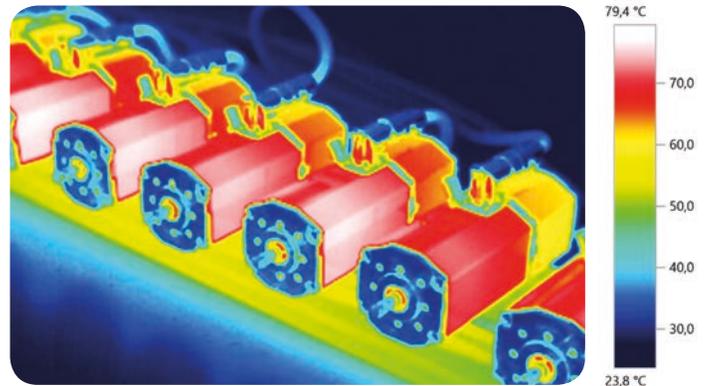
Das undurchdringliche Gestein sind in diesem Vergleich Stoffe mit schlechter Wärmeleitfähigkeit. Hochlegierter Stahl leitet Wärme bis ca. 10-mal

schlechter, als Aluminium-Legierungen. Diese Legierungen leiten Wärme wiederum bis ca. 1.000-mal besser, als viele technische Kunststoffe und fast 10.000-mal besser, als Luft. Das breite Flussbett ist in diesem Vergleich gut wärmeleitfähiges Material mit einem großen Querschnitt.

Um die Wärme gut abfließen lassen zu können, sorgen Sie also dafür, dass der Antrieb großflächig an gut wärmeleitfähiges Material befestigt wird. Schon ein Luftspalt würde die Wärme etwa so schlecht ableiten wie über die Distanz von ca. 1000 mm Aluminium. Durch gute thermische Anbindung verteilt sich die Wärme gut in der Applikation und hat eine große Oberfläche, von welcher aus die Wärme an die Umgebungsluft abgegeben wird.

Vermeiden Sie geschlossene Gehäuse. Wo immer es möglich ist, sorgen Sie für großflächige Lüftungss-

schlitze in der Maschine oder im Gerät. Durch natürliche Konvektion wird an der Unterseite der Gehäuse Umgebungsluft angesaugt, darin nimmt die Luft die Verlustwärme der Komponenten auf und wird an der Oberseite erwärmt abgegeben. Dies gilt natürlich nur, wenn auch Lüftungsschlitze mit entsprechend großem Querschnitt vorhanden sind.



Verwenden Sie dezentrale Antriebstechnik mit integrierter Elektronik. Die Verlustwärme der Motorelektronik entsteht damit dezentral und wird in Maschinen verteilt und ist nicht konzentriert in einem Schaltschrank. Vergleichen Sie es mit dem Dauerregen: Regnet eine große Wassermenge auf einen Fleck, fließt sie deutlich schlechter ab, als verteilt auf viele Bereiche.

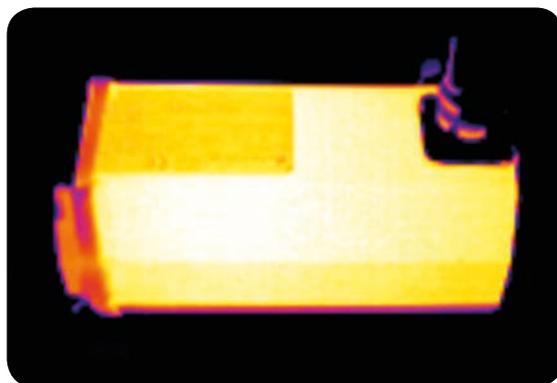
ENGINEERING

Berücksichtigen Sie alle diese Punkte, bewahrt Ihr Antrieb einen kühlen Kopf. Doch was, wenn die Antriebe unvorhergesehen überlastet werden, beispielsweise durch Verschleiß in der Maschine oder durch Fehlbedienung? Für diese Fälle muss der Antrieb vorbereitet sein. Zeitgemäße smarte Motoren und Antriebe arbeiten mit Algorithmen, welche nicht nur die

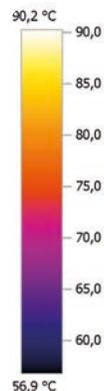
formationen. Wenn sich Temperatur oder Ströme im Vergleich zu den vorherigen Zyklen stark verändern, können diese ein Indikator für anstehende Defekte sein.

Dunkermotoren baut schon seit ca. 20 Jahren voll integrierte smarte Motoren und Antriebe und hat entsprechend weitreichende Erfahrung mit ausgereiftem

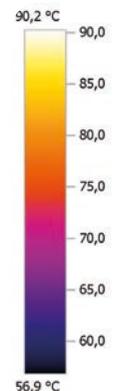
Die Applikationsberatung von Dunkermotoren hilft Kunden bei der thermischen Auslegung der Antriebe, damit diese auch bei Extrembedingungen nicht überhitzen. Schließlich wollen die Kunden nicht die Quartalsergebnisse aufs Spiel setzen, sondern mit zuverlässigen Antrieben arbeiten.



Antrieb thermisch isoliert



Flansch direkt angebunden



Motortemperatur berücksichtigen, sondern schon auf Basis der aktuellen Belastung im Voraus berechnen, wie lange der Motor noch laufen darf bis er überhitzt und vorher die Abgabeleistung begrenzen.

Überprüfen Sie daher auch zyklisch die über die Buschnittstelle des Motors auslesbaren Zustandsin-

thermischem Design. Dies gilt nicht nur für den Wärmeabfluss in der Applikation, sondern beginnt im Inneren des Motors. Der optimierte Wärmefluss im Motorgehäuse sorgt dafür, dass die Wärme optimal an die Gehäuseoberfläche transportiert wird und dass die temperaturkritischen Bauteile im unkritischen Bereich arbeiten.

*Autor: Michael Burgert, Product Manager
Brushless DC Motors*



ENGINEERING

ENGINEERING



ENGINEERING

LEISTUNGSSTEIGERUNG BEI DC-MOTOR

GR 80 TRÄGT DAS KLEID EINES SCHWARZEN LEOPARDEN .

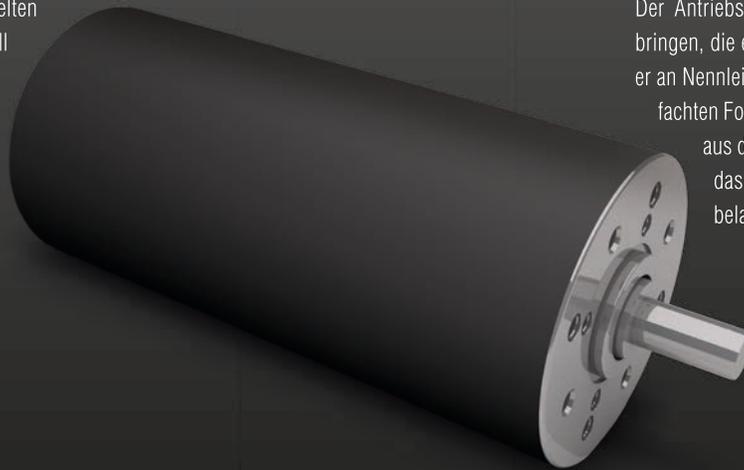
Die Sonne senkt sich über der Savanne und die Tageshitze weicht den erträglichen Abendtemperaturen. Jetzt ist es für den schwarzen Leopard, der sich am Fuße des Kilimandscharo aufhält, Zeit zur Jagd. Um an die besten Stücke zu kommen, gilt es nun das Terrain zu wechseln. Der Weg führt steil hinauf und in einem 20-minütigen Dauerlauf wird der Hang erklommen. Um keine Zeit zu verlieren, absolviert er dies mit seiner doppelten Normalleistung. Sein schwarzes Fell hilft ihm dabei die Wärme abzustrahlen und sich trotz Höchstleistung nicht zu überhitzen. In der Nähe der Beute angekommen, gilt es, sich nun behutsam voran

zu tasten. So leise wie sich der Leopard voran bewegt, so leise schnurrt auch der Bürstenapparat des geräuschoptimierten GR 80. Die samtweich laufenden Kugellager, stellen den Kontakt zur feststehenden Welt her. Nicht wahrnehmbar für das Umfeld ist die elektromagnetische Abstrahlung dank des integrierten Entstörfilters. Dies, gepaart mit der schwarzen Färbung, macht die Tarnung des Angreifers perfekt und die Beute nahezu chancenlos.

Der seit Jahren erfolgreich am Markt platzierte GR 80 wird künftig ein schwarzes Gehäuse tragen. Aufgrund der schwarzen Beschichtung werden Wärmeabfuhr und die Beständigkeit der Oberfläche gegen Umwelteinflüsse erheblich verbessert.

In der Tat lässt sich der GR 80 über lange Zeit bei doppelten oder noch höheren Momenten betreiben. Wie kann das gehen? Die enorm hohe thermische Zeitkonstante (T_{th}), die beim GR 80x80 39 Minuten beträgt, ermöglicht dies. Der GR 80 ist somit extrem überlastfähig, was durch die schwarze Beschichtung noch verstärkt wird. Die Wärmeabstrahlung wird derart verbessert, dass um ca. 10 % höhere Dauer-momente abgerufen werden können. Die hohe thermische Überlastfähigkeit kommt dem GR 80 in verschiedenen Anwendungen zugute. Stellen Sie sich eine Schiebetür an einer zentrumsnahen U-Bahnstation in einer Großstadt vor. In Stoßzeiten muss sich diese permanent öffnen und schließen.

Der Antriebsmotor muss dabei Höchstleistung erbringen, die effektiv (M_{eff}) weit über dem liegt, was er an Nennleistung (M_N) bereitstellt. Mit der vereinfachten Formel zur Berechnung des Effektivwertes aus den einzelnen Lastabschnitten lässt sich das Moment, mit dem der Motor thermisch belastet wird, ermitteln.



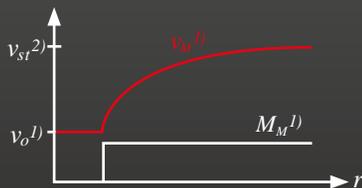
ENGINEERING

$$M_{eff} = \sqrt{\frac{M_{MI}^2 \cdot T_I + M_{MII}^2 \cdot T_{II} + M_{MIII}^2 \cdot T_{III} + \dots}{T_I + T_{II} + T_{III} + \dots}}$$

Um herauszufinden wie lange man das $M_{eff} = 2 \cdot M_N$ fahren kann, muss man die thermische Zeitkonstante T_{th} einbeziehen.

Grundsätzlich gilt: Bei Belastung des Motors steigt seine Temperatur zeitverzögert an. Die zeitliche Verzögerung wird durch die thermische Zeitkonstante des Motors bestimmt.

Auszug aus der Formelsammlung von Dunkermotoren:



v_o : Umgebungstemperatur

v_{st} : Stationäre Endtemperatur

Motortemperatur $\vartheta_M = \vartheta_o + \vartheta_{ov} \left[1 - e^{-\frac{t}{T_{th}}} \right]$

Nach $t = 3 \cdot T_{th}$ hat der Motor 95 % seiner stationären Übertemperatur erreicht.

ϑ_{ov} : Übertemperatur

T_{th} : Thermische Zeitkonstante des Motors

Diese kann unter:

<https://www.dunkermotoren.de/knowledge/publikationen/formelsammlung/> kostenlos heruntergeladen werden.

Im Beispiel wird der Motor mit einer Temperatur, die der Umgebung mit $\vartheta_o = 20^\circ\text{C}$ entspricht, gestartet. Wie lange kann er nun mit einer effektiven Belastung, die dem doppelten Nennmoment entspricht, betrieben werden? Die Rechnung kann näherungsweise wie folgt vorgenommen werden:

$$t_{max} = M_N / M_{eff} \cdot T_{th} \quad (39 \text{ min}) = 20 \text{ min.}$$

Dem schwarzen Kraftpaket geht die Puste auch bei dieser Anstrengung nicht aus, und das Gute dabei: Aufgrund seiner geräuscharmen Bauweise fällt er auch nicht unangenehm auf und behält seine "Tarnung" bei.

Der für die Baureihe GR typischen geräuscharmen Bauweise, ist es neben der robusten Bauform und der hohen Zuverlässigkeit zu verdanken, dass der GR 80 zunehmend in der Medizintechnik verwendet wird. Mittlerweile gehen über 30 % der hergestellten GR 80 in dieses Marktsegment. In Anwendungen wie Patientenliegen (Röntgengeräte, CRT und MRT) sowie in Reha-Geräten läuft der Antrieb ruhig. Als weitere Applikationen im medizinischen Bereich sehen wir Pumpen in OP-Tischen, Massagerollen sowie Aktuatoren.

Zögern Sie nicht, den GR 80 in Ihrer Anwendung unter Nutzung seiner Überlastfähigkeit einzusetzen. So lassen sich kostengünstige kompakte Antriebslösungen umsetzen.

Autor: Stefan Tröndle, Product Manager
Brushed Motors and Gearboxes

ENGINEERING

DIE WICHTIGSTE NEBENSACHE DER ANTRIEBSTECHNIK-WELT: ZUBEHÖRTEILE

HIN UND WIEDER IST ES WICHTIG, DINGE AUS DEM SCHATTENDASEIN INS SCHEINWERFERLICHT ZU RÜCKEN, UM DEREN WICHTIGKEIT ZU BELEUCHTEN.

Bremsscheiben sind so ein Beispiel. Bei einem Auto stehen meist Motorisierung, Felgen oder die neuesten elektronischen Spielereien im Vordergrund, aber nicht die Bremsscheiben. Dabei gehören diese doch zu den wichtigsten Teilen im Fahrzeug.

Ähnlich verhält es sich mit dem Antriebstechnik-Zubehör von Dunkermotoren. Für die Funktion eines Antriebes ist es unerlässlich, wird aber nur selten erwähnt. Dabei müssen sämtliche Zubehörteile für Elektromotoren und Kompletantriebe mindestens den gleichen Anforderungen genügen, wie auch die Antriebe selbst, teilweise sogar höheren Ansprüchen.

Ein Kabel muss beispielsweise bei vielen Kunden millionenfach in einer Schleppkette hin- und her

bewegt werden können, ohne dass dabei auch nur ein Drähtchen abbrechen darf. Da andere Kunden das gleiche Kabel vielleicht im Freien einsetzen, muss es den Widrigkeiten der Umwelt, wie extremer Hitze, Kälte, Schnee, Eis und Dauerregen über die gesamte Lebensdauer standhalten.

Schutzdeckel, die das hintere Kugellager abdecken, müssen komplett wasserdicht, platzsparend, korrosionsbeständig, sehr dünn und leicht zu montieren sein. Gleichzeitig müssen sie so fest sitzen, dass sie auch im robusten Einsatz, wie in einer Landmaschine, sogar bei höchster Beanspruchung ihre Dichtwirkung nicht verlieren. Hier genügt es nicht, einen Deckel und eine Dichtung von der Stange einzusetzen. Selbst bei

einer solchen vermeintlich einfachen Komponente, sind Erfahrung bei der Konstruktion und Tests unbedingt erforderlich.

Auch an ganz anderes Zubehör dürfen Kunden von Dunkermotoren hohe Ansprüche stellen: Starterkits für die Inbetriebnahme. Hier sind Anforderungen an besondere Umweltbedingungen eher nicht gegeben. Ein reibungsloser Einsatz ist bei diesem Zubehör wichtiger, da es bei Service und Inbetriebnahme benötigt wird. Hier zählt jede Minute. Verzögerungen kosten Geld und Nerven. Starterkits, meist bestehend aus einem Verbindungsadapter zu einem Inbetriebnahmerechner mit entsprechender Software, müssen daher einfach zu bedienen sein, zuverlässig funktionieren und dazu beitragen, dass sich Kunden nicht mit aufwändiger Verdrahtung und Programmierung auseinandersetzen müssen.

Zubehörteile von Dunkermotoren werden intensiv qualifiziert und durchlaufen viele Praxistests, bis sie endlich in das Dunker-Portfolio aufgenommen werden können. Im Gesamtkatalog, auf den letzten Seiten, führen sie zwar eher ein Schattendasein, als wollten sie den Elektromotoren und Getrieben nicht die Show stehen. Tatsächlich hätten diese versteckten Helden aber einen Platz auf der Titelseite verdient!

*Autor: Michael Burgert, Product Manager
Brushless DC Motors*



SEGMENTE – AGRICULTURE

SMART & EFFIZIENT – ZUKUNFTSWEISENDE ELEKTROMOTOREN FÜR DIE AGRARTECHNIK

Dunkermotoren ist Weltmarktführer für BLDC-Motoren mit integrierter Elektronik. Seit Jahrzehnten ist das Unternehmen für seine robusten und intelligenten elektrischen Antriebslösungen bekannt. Getreu dem diesjährigen Leitthema „Global Farming – Local Responsibility“ der Agritechnica 2019 in Hannover, präsentiert Dunkermotoren effiziente Antriebslösungen für ressourcenschonende Agraranwendungen.

In landwirtschaftlichen Anlagen und Maschinen werden immer häufiger elektrische BLDC-Mo-

toren anstelle von hydraulischen Antrieben eingesetzt. Diese Entwicklung fordert auch den Einsatz smarterer Elektromotoren mit CANopen- bzw. Ethernet-Kommunikationsschnittstellen. Die Entwicklungen in Richtung zunehmender Vernetzung, cloudbasierter Plattformen und Dezentralisierung von Rechnerleistung, eröffnen Herstellern von Landwirtschaftstechnik ganz neue Möglichkeiten. Mit den vom Motor zur Verfügung gestellten Daten ist eine Analyse und Nutzung möglich, die in logischer Konsequenz bis hin zu autonom ausgeführten Aufgaben reichen kann.

Somit sind die BLDC-Motoren mit integrierter Elektronik ein wesentlicher Bestandteil des Smart Farming Gedanken und ermöglichen einen ressourcenschonenden Einsatz in der Landwirtschaft. Das Herzstück eines intelligenten bürstenlosen DC-Motors ist die eingesetzte Elektronik. Der Reg-

ler ist hier komplett im Motor integriert, der damit die kundenseitige Elektronik entlastet bzw. vereinfacht. Neben der Steuerung des Motors kann die Elektronik auch Aufgaben wie Datenmonitoring übernehmen. Dadurch ist eine präzise Auswertung der Fahrwege möglich. Darüber hinaus können zuvor definierte Ereignisse von der Motorelektronik überwacht werden, wie beispielsweise eine Erhöhung von Reibung bzw. Verschleiß. So werden Abweichungen sofort erkannt und ermöglichen Präventivmaßnahmen zur Vermeidung von Stillstandzeiten. Ist-Werte im Feld können einfach und bequem analysiert werden. Durch die hohe Leistungsdichte können vergleichsweise kleine Elektromotoren mit hohem Wirkungsgrad eingesetzt werden, deren Energiebedarf entsprechend gering ist. Dies schont nicht nur den Kraftstoffverbrauch, sondern entlastet auch das in vielen Fällen ausgereizte Bordnetz.



SEGMENTE – AGRICULTURE

Dunkermotoren entwickelte auf Basis des modularen Baukastenansatzes die Motor Control Plattform, welche eine flexible Konfiguration der Elektronik je nach Funktionsanforderungen wie bspw. Positionier-, Drehzahl- und Stromregelbetrieb, ermöglicht. Die Ansteuerung über CANopen oder industrielle Ethernet-Schnittstellen ist möglich.

Die Integration der Elektronik im Motorgehäuse schützt die Elektronik vor Umwelteinflüssen. Durch den robusten Aufbau mit einem massiven Gehäuse aus Stahl oder Aluminium und optionaler Lackierung bzw. mit Überzug kann der gesamte Antriebsstrang eine Schutzklasse bis zu IP69K erreichen. Die Integration der Elektronik führt zu einem geringeren Verkabelungsaufwand und ermöglicht eine simple Plug & Play Inbetriebnahme. Mit einer Abgabeleistung von bis zu 3.900 W bei möglichen 12 V DC bis 325 V DC Versorgungs-

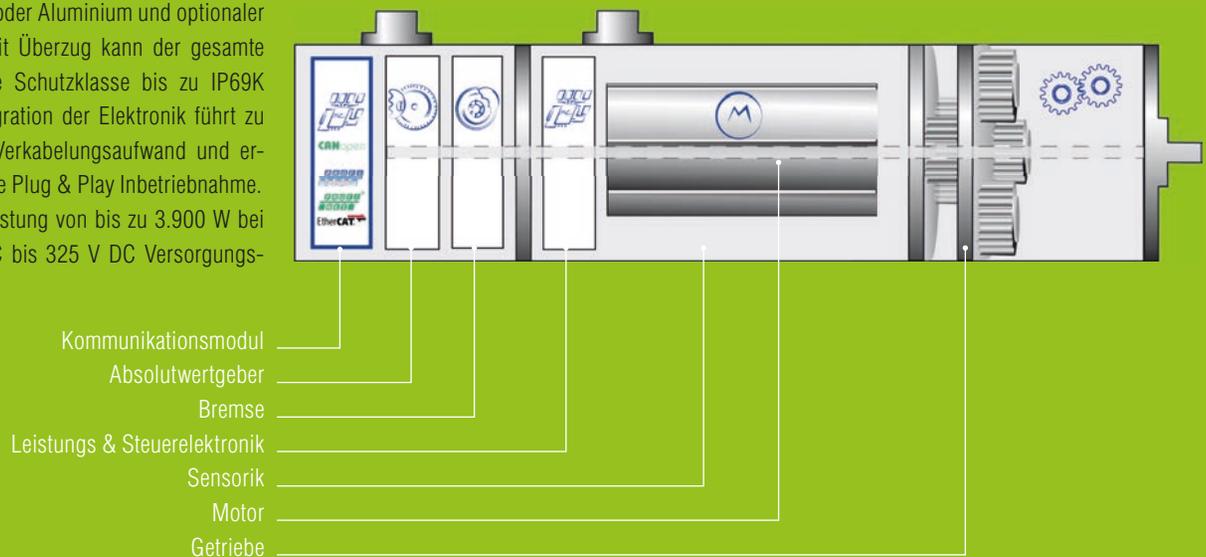
spannung decken Dunkermotoren eine große Bandbreite an Agrarapplikationen ab.

Zum Produktportfolio gehören neben bürstenbehafteten und bürstenlosen Gleichstrommotoren auch Linearantriebe, Getriebe, Geber und Bremsen, mit denen im Rahmen des modularen Baukastensystems unzählige Kombinationsmöglichkeiten realisiert werden können. Ob Sämaschine, Maishäcksler, Düngerstreuer, Stall- oder Melkroboter

– der Einsatz von Dunkermotoren ermöglicht flexible, robuste und richtungsweisende Lösungen.

Autoren:

Markus Fechtig & Jan Maurath,
beide Key Account Manager Motive
Janina Dietsche | Public Relations



SEGMENTE – AGRICULTURE

STALLROBOTER

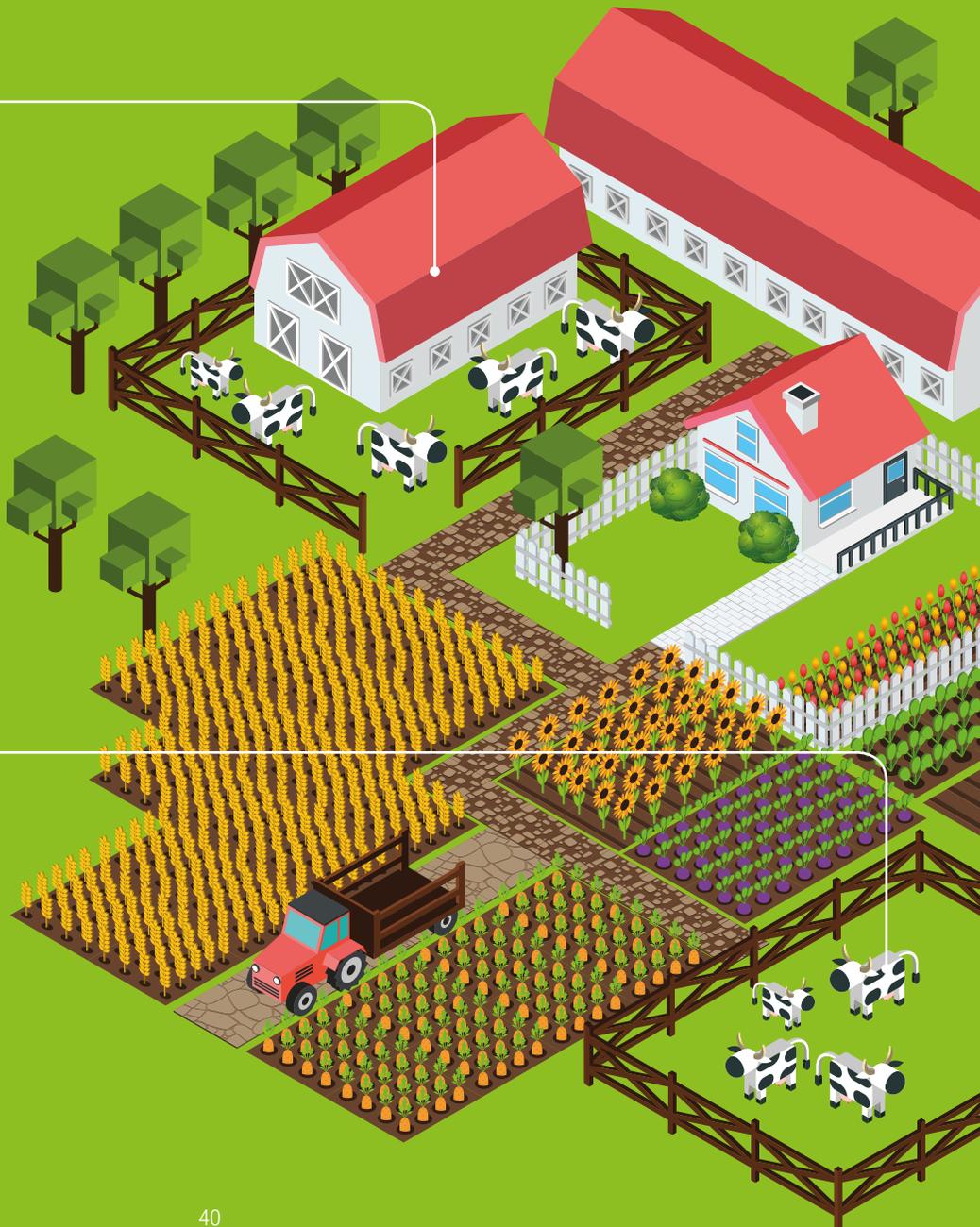
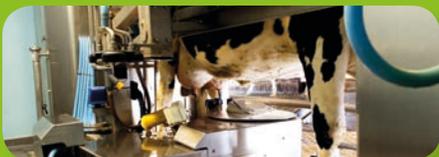
Antriebe für Stallrobotik müssen nicht nur robust und effizient sein, sondern auch ein Höchstmaß an Intelligenz beinhalten. Bürstenlose Motoren von Dunkermotoren bieten eine vollständige Skalierbarkeit, die sich optimal auch an höchste Kundenanforderungen anpassen lässt.



SMART FARMING – INTELLIGENT UND EFFIZIENT

MELKROBOTER

Elektrische Antriebslösungen für Melkroboter erfordern eine hohe Positioniergenauigkeit sowie die Ansteuermöglichkeiten durch verschiedene Bussysteme je nach Kundenwunsch. Dunkermotoren bietet mit bürstenlosen DC Motoren mit integrierter Elektronik die notwendige Vielfalt in einem kompakten Gehäuse.



ROBUSTES DESIGN, GENAUIGKEIT UND VARIANZ.

- Hoher IP-Schutz – bis IP65/ 67
- Wartungsfreies Design
- Stöße und Vibrationen gemäß EN61373:1999
- Niedrige Total Cost of Ownership
- Verfügbar mit integrierter CANOpen-Schnittstelle für BLDC Motoren
- Große Auswahl an Getriebeuntersetzungen



FELDHÄCKSLER

Im Bereich der Feldhäcksler werden Antriebslösungen von Dunkermotoren seit Jahren eingesetzt, da sie höchste Ansprüche an robustes Design erfüllen. Neben einer sehr hohen Schutzklasse können die Antriebe auch höchste Beanspruchungen durch Schock und Vibration ertragen.



SÄMASCHINE

Saatgut ist eine teure und knappe Ressource, die möglichst effizient genutzt werden muss. Durch den Einsatz von Einzelkornsämaschinen kann das Saatgut genau abgelegt und damit der Ertrag optimiert werden. Dunkermotoren hat diesen Trend bereits vor einigen Jahren erkannt und liefert drehzahlregelte DC-Antriebe, die den hohen Feldanforderungen zu 100 % entsprechen.



PRODUCTS

PROFINET JETZT AUCH FÜR KLEINSPANNUNGS- GLEICHSTROMMOTOREN

DUNKERMOTOREN –
EIN INNOVATIVER HERSTELLER
VON ANTRIEBSTECHNIK.

Die Zuverlässigkeit der Dunkermotoren Antriebe in den vielfältigen Anwendungen ist am Markt bekannt, weshalb auch Siemens auf die Produkte von Dunkermotoren aufmerksam geworden ist. Für die neueste Entwicklung im Bereich der Antriebscontroller – dem SIMATIC MICRO-DRIVE – war man auf der Suche nach einem komplementären Motorenportfolio, welches im Niederspannungsbereich Maßstäbe setzen kann. Dies wurde mit der Baureihe BG von Dunkermotoren gefunden. Zusammen mit dem modularen System, welches Dunkermotoren von Beginn an verfolgt, ergeben sich schon aus dem Katalogstandard eine Vielzahl an Kombinationsmöglichkeiten. Dem Entwickler von Werkzeugmaschinen, Umreifungsanlagen oder auch Formatverstellungen erschließt sich dadurch eine ganze Reihe an Antriebslösungen im Niederspannungsbereich. Zusammen mit der Möglichkeit sowohl die mechanische als auch die elektrische Schnittstelle projektbezogen anzupassen, wird nahezu jeder Wunsch erfüllt.

SIMATIC MICRO-DRIVE –
DIE SMARTE LÖSUNG FÜR
DIE INDUSTRIE.

Die Besonderheit, die sich nun mit dem SIMATIC MICRO-DRIVE für den Anwender ergibt, ist die „Plug and Play“-Lösung. Dies wird schon bei Projektbeginn durch die mechanische, elektrische und thermische Auslegung der Antriebsachse mit Hilfe des TIA-Selection-Tool ermöglicht. Die aufeinander abgestimmten Komponenten des Motors und des SIMATIC MICRO-DRIVE-Controllers, zusammen mit einer patentierten Dateiübertragung, versetzen den Controller nach dem Verbinden mit dem Motor in einen voreingestellten Zustand. Das kann alles mit dem TIA-Portal bediengeführt bearbeitet werden. Umständliches Antriebstuning und Parametrieren der Controller-Regelkreise gehören somit der Vergangenheit an. Unter normalen Antriebslastverhältnissen lässt sich der Antriebsstrang problemlos in Betrieb nehmen. Natürlich bleibt noch

die Möglichkeit, wo notwendig, die Parametrierung selbst zu optimieren. Dies wird jedoch in 80 % der Anwendungsfälle nicht mehr notwendig sein.



PRODUCTS



www.siemens.com/automation | Siemens AG | Product Literature | SIMATIC Manager | SIMATIC Manager | SIMATIC Manager



PRODUCTS

SIMATIC MICRO-DRIVE – DIE TECHNOLOGIE DAHINTER.

Die Stärke des SIMATIC MICRO-DRIVE für den Anwender liegt mit Sicherheit in der Selbstparametrierung des Systems. Durch den Einsatz moderner Elektronikkomponenten wird dies im System realisiert. Ein spezieller Singleturn-Absolutwertgeber liest für den Antrieb den Kommutierungspunkt aus und arbeitet als hochauflösendes Gebersystem zusammen mit dem Controller. Über eine patentierte Datenübertragung werden beim Einschalten Kommutierung und Parameterdaten aus dem Antrieb zur Verfügung gestellt. Dabei teilt der Antrieb dem Controller im Detail mit, welche Nenndaten der Motor, welche Parameter das Getriebe und eine optionale Bremse haben, sowie Randparameter, die vom Antrieb nicht überschritten werden dürfen. Dadurch wird der gesamte Antriebsstrang vor versehentlicher Falschparametrierung geschützt. Dies ermöglicht dem Anwender eine erleichterte Inbetriebnahme. Als Erweiterung ist in einem nächsten Schritt ein Multiturn-Drehgeber vorgesehen, welcher zu einem späteren Zeitpunkt zur Verfügung stehen soll.

Zusammen mit dem modularen System ergibt sich somit für den SIMATIC MICRO-DRIVE eine vielfältige Anwendungslandschaft für eine standardmäßig einfache Inbetriebnahme.

SIMATIC MICRO-DRIVE – DER SICHERHEITSANTRIEB.

Neben der einfachen Inbetriebnahme bietet dieses leistungsstarke Antriebskonzept noch weitere Funktionen an, die heute im Maschinenbau immer mehr in den Vordergrund treten. Im Bereich der Funktionalen Sicherheit spielt diese Antriebslösung ihre Stärken aus. Durch den modularen Aufbau des Controllers in Verbindung mit dem leistungsfähigen Antrieb ist diese Lösung für den sicherheitsbewussten Ingenieur ein Muss.

Neben dem sicheren Kommunikationsstandard PROFIsafe, welchen der Controller bietet, sind folgende Sicherheitsfunktionen umsetzbar:

- STO: Safe Torque Off
- SS1: Safe Stop 1
- SLT: Safely Limited Torque
- SLS: Safely Limited Speed
- SBC: Safe Brake Control
- SSM: Safety Speed Monitor

All diese Funktionen genügen den Anforderungen SIL2 nach IEC 61508-1, dem Performance Level PL d nach IEC ISO 13849-1 und der Sicherheitskategorie Cat.3 nach IEC ISO 13849-1.



PRODUCTS

SIMATIC MICRO-DRIVE – DIE SCHNELL VERFÜGBARE EINHEIT.

Neben der Produktzuverlässigkeit ist heutzutage ein kurzer Time-to-Market-Zyklus notwendig. Um schnell vorzeigbare Resultate zu erhalten, ist es essenziell erste Versuchsmuster direkt in Betrieb nehmen zu können. Genau dies leistet die Antriebskombination SIMATIC MICRO-DRIVE. Sowohl der Controller, als auch die Antriebseinheiten von Dunkermotoren können für die Bemusterung in kleinen Stückzahlen für erste Versuche geordert werden. Über den persönlichen Kontakt oder die Webseite von Dunkermotoren erhalten Sie schnelle und valide Aussagen zum Produkt. Im DunkerShop können bis zu fünf Antriebe in über 80 Antriebsvarianten verschiedener Leistungsbereiche bestellt werden, größere Mengen auf Anfrage. Eine Auslieferung der gewünschten Lösung innerhalb von drei Arbeitswochen wird angestrebt. Ausgewählte Antriebe können sogar in einem Drittel der Zeit geliefert werden. Es bleibt dann dem Kunden überlassen, ob die Kataloglösung später zum Einsatz kommen soll oder, basierend auf den Tests, der Antrieb kundenspezifisch optimiert wird. In jedem Fall ist die problemlose Zusammenarbeit mit dem SIMATIC MICRO-DRIVE Controller von Siemens gewährleistet.

DUNKERMOTOREN – DER OPTIMALE PARTNER DER ANTRIEBSTECHNIK.

Um im Anwendungsfall optimal einen Antrieb auswählen zu können, bedarf es im Vorfeld einer sorgfältigen Berechnung der Applikation. Zusammen mit dem TIA-Selection-Tool von SIEMENS stehen Ihnen neben der persönlichen Beratung durch Dunkermotoren noch weitere Möglichkeiten offen. Sie können eine Basisvorauswahl durchaus mit der Unterstützung des „Sizer“ innerhalb des TIA-Selection-Tools treffen. Dabei geben Sie einfach Ihre bekannten Randparameter für die Applikation ein und das Auslegungswerkzeug hilft Ihnen bei der Vorauswahl. Sie sehen genau, ob sich Ihre Antriebsauswahl nahe am Grenzpunkt befindet oder mit einiger Reserve versehen ist. Mit einer persönlichen Beratung können Sie dann Ihre Antriebskombination in der Auslegung noch weiter optimieren und auch gemeinsam Maßnahmen treffen, die Ihnen bei der Montage helfen. Angepasste Steckerlösungen oder mechanische Anbindungen sind ebenso möglich, wie eine optimierte Motor- und/oder Getriebeauslegung. Mit dem Zugriff auf das gesamte Antriebsportfolio können Sie die Antriebseinheit punktgenau für Ihren Einsatzfall definieren.

Autor:

*Matthias Tidelski, Segment Sales Manager
Building Automation*



PRODUCTS

MÖGE DIE „KRAFT“ MIT DIR SEIN ...

... könnte der Leitspruch der neuen Linearmotorenbaureihe SA 38 und SC 38 von Dunkermotoren heißen. Im Gegensatz zum ähnlich lautenden Spruch („Möge die Macht mit dir sein“) aus Star Wars handelt es sich hier um „reelle“ Produkteigenschaften und nicht um Science-Fiction.

Aufgrund der kompakten Bauform des Linearmotors passt dieser auch nur bedingt an den Gürtel eines Jedi Ritters, sondern ist vielmehr für den Einsatz in High-Performance-Maschinen geeignet. Wie auch im Film müssen neue Ideen und Lösungen geschaffen werden, wenn das „Normale“ oder auch die Standardversion an ihre Grenzen kommt. Im Blockbuster ist dies die unsichtbare „Macht“, bezugnehmend auf den Linearmotor sind es neue technische Möglichkeiten und Mach(t)barkeiten. Zurück zur Realität und der Leistungsfähigkeit des neuen Linearmotors von Dunkermotoren.

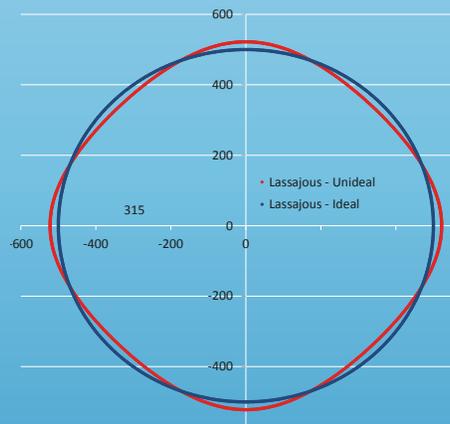
Wie werden heutzutage lineare Bewegungen in Geräten und Maschinen umgesetzt?

Zahlreiche Linearapplikationen, ausgenommen die einfache Punkt-zu-Punkt-Positionierung, welche die Paradedisziplin des Pneumatik-Zylinders ist, werden von klassischen Riemen- oder Spindelssystemen aus-

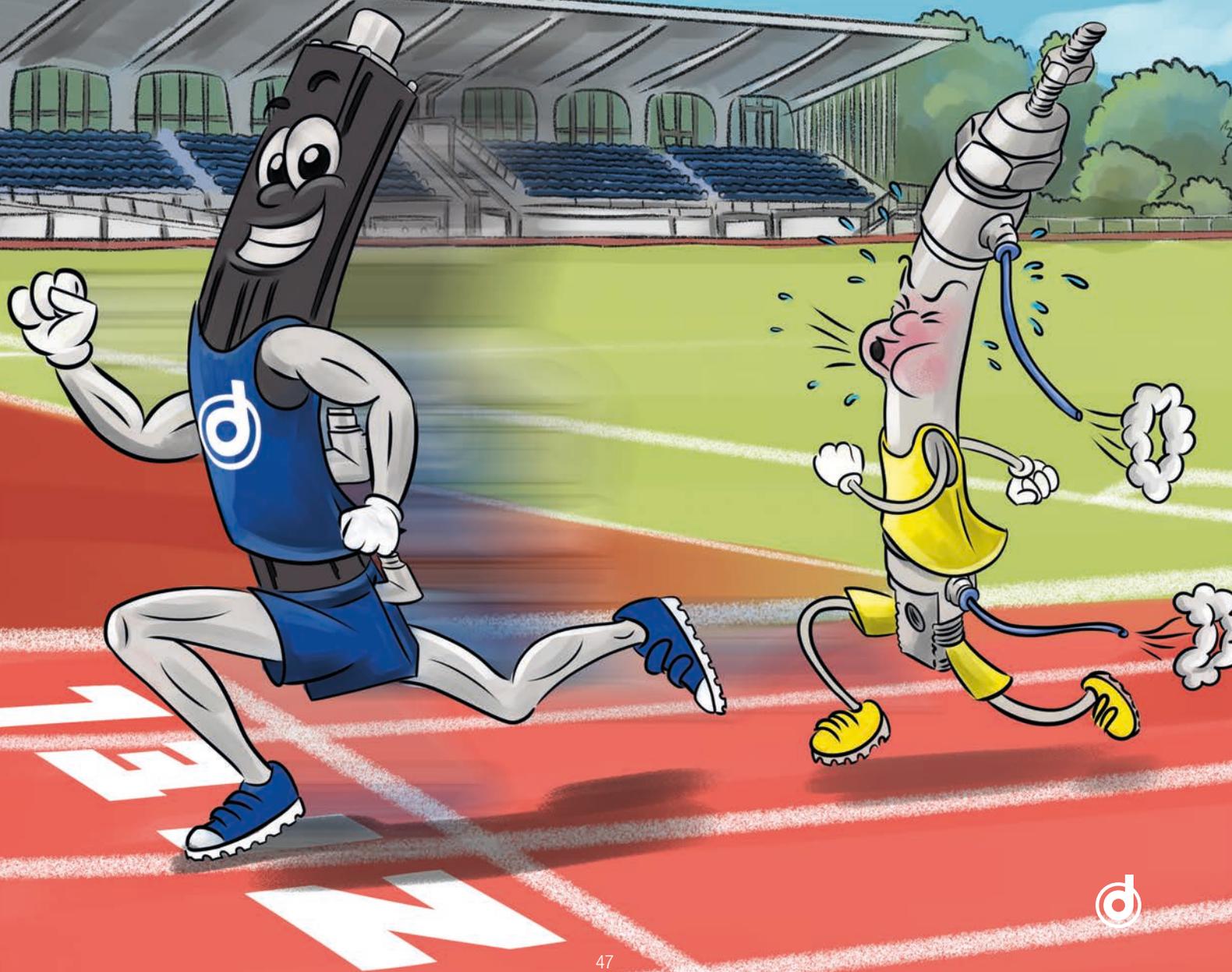
geführt. Der Antriebsstrang besteht entweder aus einem Schrittmotor, BLDC-Motor oder aus einem Servomotor. Dies ist seit Jahrzehnten Stand der Technik, aber wird dies in Zukunft auch noch so sein? Ein direkter Linearmotor der ServoTube-Baureihe hat viele technische Vorteile (integriertes Feedbacksystem, wartungsfreie Gleitlager, hoher IP Schutz, geräuscharme Bewegung usw.), kann aber schlussendlich nicht alle herkömmlichen Techniken ersetzen. In welchen Anwendungen ist denn der Einsatz eines Linearmotors überhaupt sinnvoll? Dies ist recht einfach zu beantworten: In Applikationen, in denen Riemen- oder Spindelanwendungen an Ihre Performancegrenzen kommen oder die Vorteile beider Systeme benötigt werden. Zum einen sind die Riemenachsen hochdynamisch, aber nicht hochpräzise. Die Spindelachsen wiederum stehen für hochpräzise Positionierung, jedoch haben diese Einbuße im Bereich der Dynamik zu verzeichnen. Somit liegt der Einsatzfall des Direktantriebes klar auf der Hand: Schnelles und präzises Positionieren mit keinem oder nur geringem Wartungsaufwand. Der SA 38 und SC 38 vereint die Disziplin des Sprinters (Riemen) und die des Gewichthebers (Spindel) in einem Produkt.

Die neue 38er Baureihe mit den drei verschiedenen Baulängen (3806, 3810 und 3814) unterscheidet sich technisch zur bisherigen Version in fast allen Bereichen. Lediglich der Außendurchmesser von 38 mm des Schubrohres ist gleich geblieben. Die restlichen Teile des Motors wurden komplett überar-

beitet. Das erfolgreiche Motorkonzept des Aktuators (SA 38xx mit integriertem Gleitlager) und der Komponente (SC 38xx) wurde jedoch beibehalten. Viele Kundenwünsche wurden über die letzten Jahre gesammelt und sind ins neue Produkt mit eingeflossen. Größere Kraft auf kleinem Bauraum war u. a. eine der Hauptanforderungen für diesen Linearmotor. Eine Verdoppelung der Spitzenkraft und Dauerkraft sowie fast identische Außenmaße sind das Ergebnis der Neuentwicklung. Dies wurde mit Anpassungen des Gehäuses, Wicklungen und Magnetausprägung realisiert. Eine größere Anzahl an Magneten und darüber hinaus auch höherwertige Magnete zu verbauen, ist die logische Konsequenz daraus, was aber auch die komplette Charakteristik des integrierten SIN / COS Feedbacksystems verändert. Der bisherige, optimal Sinus und Cosinus und der daraus resultierende Lissajous-Kreis (blau) gehört der Vergangenheit an. Das Feedbacksignal wandelt sich zu einem Rechteck mit Verrundungen (rot).



PRODUCTS



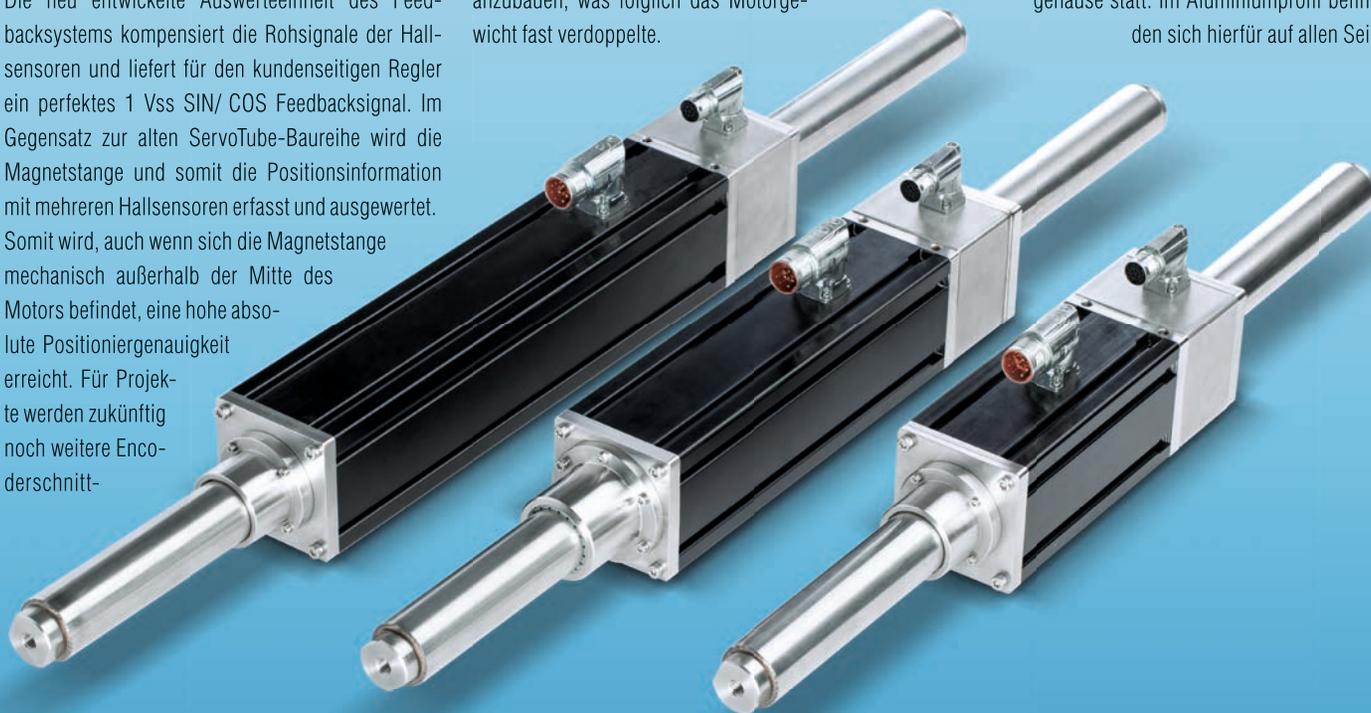
PRODUCTS

Die marktüblichen Feedbacksysteme sehen ähnlich aus. Um mit diesem Signal einen Motor gut regeln zu können, werden spezielle Servoregler und Softwarealgorithmen benötigt. Aber wäre es für Anwender nicht von Vorteil ihren bisher eingesetzten Servoverstärker zu nutzen und lediglich Parameter anzupassen? Muss das Reglerkonzept des Anwenders komplett verändert werden, nur weil Linearmotoren anstelle von rotativen Servomotoren zum Einsatz kommen? Dunkermotoren Bedingung an die Einführung einer Linearbaureihe ist, diese mit einem handelsüblichen Servoregler betreiben zu können. Die neu entwickelte Auswerteeinheit des Feedbacksystems kompensiert die Rohsignale der Hallsensoren und liefert für den kundenseitigen Regler ein perfektes 1 Vss SIN/ COS Feedbacksignal. Im Gegensatz zur alten ServoTube-Baureihe wird die Magnetstange und somit die Positionsinformation mit mehreren Hallsensoren erfasst und ausgewertet. Somit wird, auch wenn sich die Magnetstange mechanisch außerhalb der Mitte des Motors befindet, eine hohe absolute Positioniergenauigkeit erreicht. Für Projekte werden zukünftig noch weitere Encoderschnitt-

stellen, wie zum Beispiel SSI, BISS oder TTL erhältlich sein. Auch hier wurde Wert auf die Modularität des gesamtem Linearkonzeptes gelegt.

Sollte der Motor mal ins „Schwitzen“ kommen, so stehen zwei Kühlwasseranschlüsse am Motor zur Verfügung. Ein zusätzlicher Kühlkörper wird somit nicht mehr benötigt, da das Motorgehäuse über interne Kühlkanäle verfügt. In dieser kompakten Bauform (80 mm x 80 mm) setzt der neue SA/ SC 38xx Maßstäbe bei gekühlten Linearmotoren. Bis heute waren Maschinenbauer gezwungen, Zusatzmodule anzubauen, was folglich das Motorgewicht fast verdoppelte.

Des Weiteren wurde der Spannungsbereich der neuen Baureihe erweitert. Die Baureihe kann somit auch mit Servoreglern, welche über Anschlussspannungen von 1x230 V AC, 3x400 V AC oder 3x480 V AC verfügen, betrieben werden. Auch die Anschluss-technik der älteren Linearmotorenbaureihen 25 und 38 mit fest angebautem Kabel wurde durch drehbare, industrietaugliche Winkelstecker ersetzt. Für den Motorphasen- und Feedbackstecker stehen verschieden lange, schleppkettentaugliche Anschlusskabel zur Verfügung. Die mechanische Anbindung des Motors an die Maschine findet über das Motorgehäuse statt. Im Aluminiumprofil befinden sich hierfür auf allen Sei-



PRODUCTS

ten Schlitze für T-Nutensteine. Last but not least, wurde das über die Jahre bewährte, wartungsfreie Gleitlagerkonzept weiter verbessert. Das einzige verschleißbehaftete Bauteil an einem SA 38 kann nach tausenden Kilometern Laufleistung jetzt einfach getauscht werden.

Mit der Neuentwicklung und den darin verbauten Technologien ist es Dunkermotoren gelungen, dass der stangengeführte Linearmotor zukünftig nicht mehr nur in Nischenanwendungen anzutreffen sein wird, sondern sich neben den klassischen Linear-systemen wie Riemen- und Spindelantrieben etabliert. Neben den erwähnten Anforderungen der Anwender wurde auch das Design der Linearbaureihe auf Modularität ausgelegt.

Im Gegensatz zum linearen Flachbettmotor ist die Integration eines stangengeführten Linearmotors in eine Maschine mechanisch auch leichter umzusetzen. Selbst wenn die Magnetstange sich außerhalb der Motorenmitte befindet, behält dieser aufgrund des Designs seine Kraftkonstante bei.

Wo wird zukünftig die neue Linearmotorenbaureihe in Maschinen/ Anlagen zu finden sein? Eines der Haupteinsatzgebiete des SA/ SC 3806, 3810 oder 3814 werden Highspeed-Anwendungen in der Lebensmittel- und Verpackungsindustrie sein. Auch klassische Antriebssysteme in der Logistikbranche

kommen aufgrund des zunehmenden Online-Bestellverhaltens von Geschäfts-/ Privatkunden an die technischen Grenzen.

Da Dunkermotoren seit Jahrzehnten Systemanbieter in der Antriebstechnik ist, wird es auch hier nicht nur bei einem Solomotor bleiben. Pick & Place Module, komplette Linearachsen und eine für den Lebensmittelbereich designte Ausführung werden demnächst folgen und die Systemintegration beim Kunden erleichtern.

Abschließend lässt sich nochmals eine Parallele zum Film herstellen. Am Schluss gewinnt meistens das Gute – gute Performance wird sicherlich auch unser Linearmotor in Ihrer Maschine bringen.

Kraftvolle, präzise high-speed Antriebstechnik
Made in Germany!

Autor: Matthias Utz, Product Manager Linear Systems

KEY-FACTS LINEARMOTOR SA/ SC 38XX

Spitzenkraft:	3690 N
Dauerkraft (ohne Wasserkühlung):	308 N
Dauerkraft (mit Wasserkühlung):	615 N
Maximalgeschwindigkeit Aktuator:	6,3 m/s
Maximalgeschwindigkeit Component:	8,3 m/s
Hub Aktuator:	450 mm
Max. Magnetstangenlänge.....	2000 mm
Zwischenkreisspannung:	325 – 600 V DC
Schutzklasse:	> IP 65
Integriertes Feedbacksystem:	SIN/COS 1Vss
Geräuscharm	



PRODUCTS

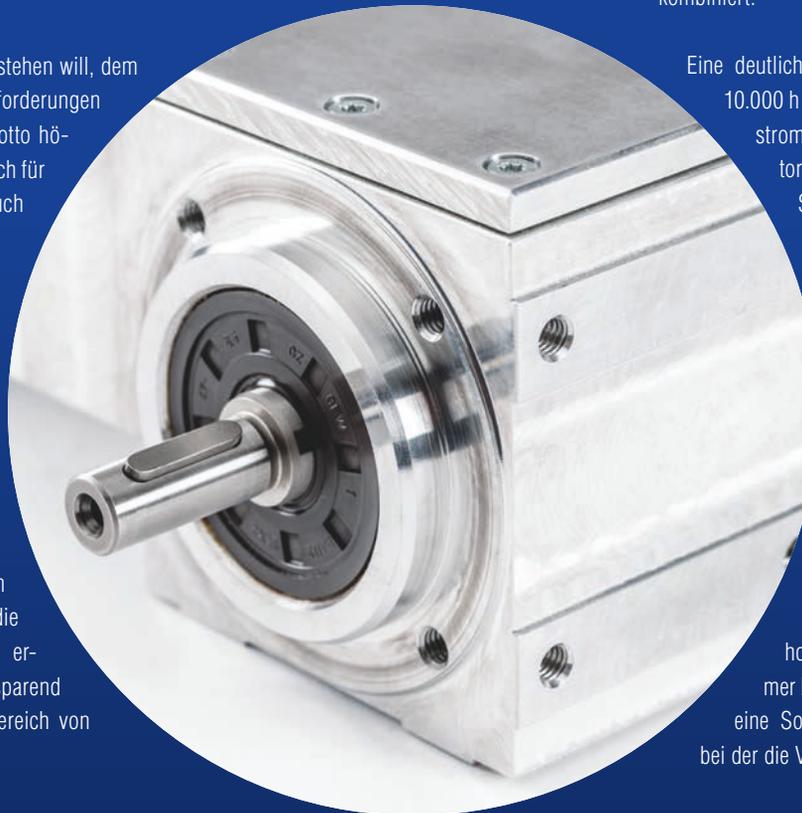
STG 65 – DAS WINKEL- GETRIEBE OHNE VERSCHLEISS

Wer auf dem heutigen Markt bestehen will, dem wird ein breites Spektrum an Anforderungen abverlangt. Immer nach dem Motto höher, schneller, weiter. Das gilt auch für die Antriebstechnik und somit auch für Dunkermotoren.

Im Bereich Antriebstechnik sind die Ziele, die zueinander im Konflikt stehen: Drehzahl, Drehmoment, Wirkungsgrad, Lebensdauer und natürlich der Preis. Ein weiteres wichtiges Element vieler Industrieapplikationen sind Antriebslösungen mit sich kreuzenden Achsen, die in vielen Fällen die Montage an Arbeitsmaschinen erleichtern und zudem sehr platzsparend sind. Dies gilt besonders im Bereich von Förder- oder Türantrieben.

Dunkermotoren deckt im Bereich der Antriebstechnik verschiedene Kundenbereiche ab. Mit den bürstenbehafteten Gleichstrommotoren werden den Kunden preiswerte und robuste Motoren an-

geboten. Die Lebensdauer dieser Motoren ist durch die Bürstentechnik begrenzt. Die sogenannten GR Motoren werden mehrheitlich mit den eigenentwickelten Schneckengetrieben zum Gesamtantrieb kombiniert.



Eine deutlich größere Lebensdauer von über 10.000 h wird mit den bürstenlosen Gleichstrommotoren erreicht. Für diese Motoren eignen sich die bekannten Schneckengetriebe nur bedingt, da sie nicht für die entsprechende Lebensdauer der BG Motoren ausgelegt sind.

Ein Winkelgetriebe, das für die hohe Lebensdauer der BG Motoren entwickelt wurde, ist das ST Getriebe mit Spirotecverzahnung. Weitere Eigenschaften des Spirotec-Getriebes sind ein hohes übertragbares Drehmoment, eine hohe Robustheit und ein geräuscharmer Betrieb. Die Spirotecverzahnung ist eine Sonderform der Spiroidverzahnung, bei der die Verzahnungsteile als Paarung eines

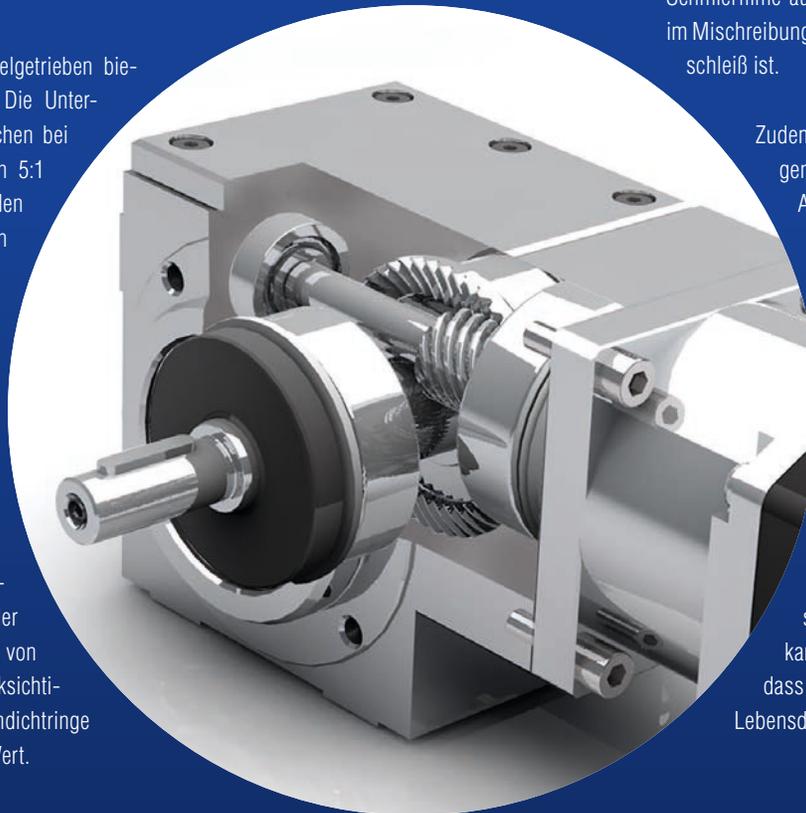
PRODUCTS

schrägverzahnten Ritzel und eines spiralverzahnten Tellerrad ausgeführt sind. Das zylindrisch gestaltete Ritzel ermöglicht eine freie, axiale Positionierung, was die Grundlage für die stark vereinfachte Montage der Verzahnungsteile ist.

Im Vergleich zu anderen Winkelgetrieben bietet das STG weitere Vorteile. Die Untersetzungen der ST Getriebe reichen bei einem einstufigen Getriebe von 5:1 bis 75:1 und decken damit den Untersetzungsbereich von den Kegelradgetrieben über die Hypoidgetriebe bis zu den Schneckengetrieben ab. Zudem wird mit der Spirotecverzahnung bei gleicher Untersetzung und ähnlichem Bauraum ein höherer Wirkungsgrad, als bei Schneckengetrieben erreicht. Der Getriebewirkungsgrad steigt mit kleiner werdender Untersetzung und steigender Drehzahl bis auf Gesamtwerte von bis zu 90 %. Dies ist unter Berücksichtigung der verbauten Radialwellendichtringe und Lager ein herausragender Wert.

Die Besonderheit der Spirotecverzahnung sind die quer zur Abwälzrichtung verlaufenden Berührungslinien, die beim Abwälzen eine annähernd gleiche Schmierfilmdicke zwischen Ritzel und Tellerrad

erzeugen. Dadurch ist es möglich, Ritzel und Tellerrad aus gehärtetem Stahl, ohne Fressgefahr, zu verbauen. Schneckenverzahnungen dagegen bilden gegenüber Spirotecverzahnungen viel kleinere Schmierfilme aus, d. h. sie laufen nahezu immer im Mischreibungsgebiet, was eine Ursache für Verschleiß ist.



Zudem muss sich bei vielen Verzahnungen das Tragbild erst ausbilden. Ein Abrieb ist somit unvermeidbar. Bei der Spirotecverzahnung ist das Tragbild über die mathematisch exakte Auslegung. Somit ist die Verzahnung im Nennlastbereich nahezu verschleißfrei und hat daher eine besonders hohe Lebensdauer. Das führt auch dazu, dass beim Spirotecgetriebe ohne Probleme eine Lebensdauer-schmierung eingesetzt werden kann. Der große Vorteil dabei ist, dass das Getriebe somit trotz der hohen Lebensdauer wartungsfrei ist.



PRODUCTS

Nur wenige Anbieter haben die Spirotecverzahnung im Portfolio, da sie nicht in den zahlreichen Normen zu Verzahnungen enthalten ist. Die Grundlage für die Entwicklung dieser Getriebeart war die enge Zusammenarbeit mit Verzahnungslieferanten und einige Dissertationen. Anhand dieser Informationen wurde die Verzahnung ausgelegt und sowohl geeignete Fräser für Ritzel und Tellerrad, als auch die notwendigen Mess- und Prüfvorschriften erstellt.

Die aufwändige Entwicklung der Spirotecverzahnung Verzahnungsart hat sich gelohnt, denn die darauffolgende Produktion der Verzahnungsteile erfolgt auf herkömmlichen Verzahnungsmaschinen. Dafür werden lediglich leicht modifizierte Abwälzfräser verwendet, anstelle von teuren Messerköpfen, wie sie bspw. bei Kegelradverzahnungen verwendet werden.

Erhältlich ist das Spirotec-Getriebe in der Baugröße 65. Das STG 65 ist das erste Getriebe bei Dunkermotoren, das mit einer Ölschmierung ausgestattet ist.

Bei Dunkermotoren werden die Getriebe auf eigens entwickelten Prüfständen auf Lebensdauer getestet. Sie werden im Test dauerhaft mit Nennbelastung betrieben und auch das geforderte Beschleunigungsmoment wird bei jedem Anfahren geprüft.

Die Getriebe werden sowohl in Dauerbetrieb S1 als auch bei wechselndem Aussetzbetrieb S8 geprüft. Im Rahmen der Validierung, welche im Jahr 2015 abgeschlossen wurde, war das Lebensdauerende des STG 65 noch nicht erreicht. Zu diesem Zeitpunkt betrug die Lebensdauer in der Validierung für den Nennarbeitspunkt 10.000 h. Die Fortführung dieser Versuche zeigte jedoch, dass die Lebensdauer weitaus höher liegt, als erwartet. Diese Versuche wurden letztendlich bei einer Lebensdauer von über 22.000 h beendet, wobei die Getriebe weiterhin voll funktionsfähig waren. Die Verzahnungsteile wurden nach dem Abbau der Versuche bewertet. Ein Verschleiß war nicht feststellbar. Lediglich eine minimale Glättung ist auf den Zahnflanken zu erkennen (siehe Abbildung 2). Die Vorteile der Ölschmierung wurden im STG 65 vergleichend mit der Fettschmierung in Lebensdauerests untersucht. Bei den Tests mit Fettschmierung wurde eine deutlich geringere Lebensdauer erreicht, wobei die Schmierwirkung des Fettes völlig versagt hat und daraufhin die Verzahnungsteile verschlissen sind. Die Antriebskombination aus BG Motor und STG ist somit für besonders hohe Lebensdauer bei Applikationen mit sich kreuzenden Achsen geeignet.

Positiv zu bewerten ist außerdem die geringe Erwärmung des Getriebes. Im Nennbetrieb liegen

die Temperaturen im Bereich von etwa 55° C, bei einer Umgebungstemperatur von 20° C. Die bisherigen Versuchsergebnisse zeigen, dass das STG 65 noch höher belastet werden kann, als bisher spezifiziert. Deshalb wurden nun auch Tests gestartet, bei denen die Getriebe mit einem erhöhten Moment geprüft werden. Die ersten Zwischenbewertungen der Getriebe im Test zeigen jedoch, dass auch mit diesen erhöhten Werten eine hohe Lebensdauer erreicht wird.

Interessant ist auch, dass das STG 65 auch als eigenständiges Produkt erworben werden kann und nicht nur in Kombination mit Antrieben von Dunkermotoren erhältlich ist. Durch die verwendete Klauenkupplung ist eine Montage an den unterschiedlichsten Motoren möglich.

Bisher sind bei Dunkermotoren die STG-Getriebe mit den Untersetzungen $i = 5:1$, $i = 10:1$, $i = 25:1$ erhältlich. Die Getriebe haben standardmäßig eine Schutzklasse von IP 54 und sind nach DIN EN 61373 schock- und vibrationsfest.

*Autoren: Benjamin Maier & Tim Kiefer,
beide R&D Department Gears*

PRODUCTS

EIN MOTOR SO LEISE UND EFFIZIENT WIE EIN MOTOR NUR SEIN KANN – DER BGA 22

Sehen Sie sich gerne Musikvideos an, am liebsten von Live-Konzerten? Dann fällt es Ihnen leicht, sich in folgendes Szenario zu versetzen. Die Konzertaufnahme wird abgespielt, die Spannung steigt vor dem nächsten Stück, alles ist leise, nur ein Surren durchbricht die Stille und stört den Zuhörer empfindlich!

Was ist geschehen? Der Motor, der das Kamerafokussierad antreibt, wurde vom nahe an der Kamera liegenden Mikrophon aufgenommen. Das ist ärgerlich, doch es gibt eine Lösung – den BGA 22 als Antriebsmotor einzusetzen! Bei professionellen Kameras wird viel Aufwand betrieben, damit die Aufzeichnungen nicht durch störende Nebengeräusche beeinträchtigt werden. In der Praxis setzt man zum Antreiben des Kamerafokussierades auf den rastkraftfreien BGA 22, der sich gegenüber den Konzepten anderer Motorenhersteller durchgesetzt hat. Die Laufruhe des BGA 22 kann man erst begreifen, wenn man diesen live erlebt hat.

Mit dem Aufkommen der Drohnen haben die Kameras das Fliegen gelernt. Fliegende Kameras sind mit Akkumulatoren energievorsorgt. Um diese möglichst klein und leicht halten zu können, wird bei den Motoren auf eine hohe Leistungsgewicht und einen guten Wirkungsgrad geachtet. Beiden Anforderungen entspricht der BGA 22 vollumfänglich.

Zu den weiteren Differenzierungsmerkmalen des BGA 22 zählt u. a. die sehr hohe Überlastfähigkeit und die dadurch resultierende Leistungsdichte. Daher ist das Spektrum der Anwendungen riesig. Weitere typische Anwendungen sind beispielsweise:

- Greifer für die Robotik. Es wird gefühlvoll bis kräftig alles sicher gehalten, vom empfindlichen Material, das wie ein rohes Ei behandelt werden muss, bis hin zu Hochgeschwindigkeitsfahrten, bei denen sich das Bauteil nicht verschieben darf.
- Bestückungsautomaten der Elektronik-Industrie in denen Elektronikern geschwenkt und gestapelt werden müssen.
- In der Medizintechnikparte "Analyse" laufen Gantrys (Portalroboter zur Probenentnahme) rund um die Uhr. Langlebige zuverlässige Motorentechnologie ist hier ein Muss.

- In der Medizintechnikparte "Therapie" bei handgeführten Geräten
- Im Luxus-Segment, um Türen und Behänge zu bewegen

All dies ermöglichen die beeindruckenden technischen Daten des BGA 22:

- Dauerdrehmoment (thermisch abgekoppelt) 20 mNm
- Dauerdrehmoment (thermisch kontaktiert) 30 mNm
- Kurzzeitiges Drehmoment 80 mNm
- Leistungsgewicht 308 mN/ g
- Wirkungsgrad bis zu 80 %
- Drehzahlbereich bis 16.000 rpm

Bestellen Sie – gerne auch leihweise – ein Musterexemplar und werden Sie „Ohrenzeuge“!

Autor: Stefan Tröndle, Product Manager Brushed Motors and Gearboxes



FUTURE

FUTURE

SAVE THE DATE – ZUKUNFT JETZT! SMART, VERNETZT & EFFIZIENT

Erstmals veranstaltet Dunkermotoren im Juni 2020 ein zweitägiges Symposium zum Thema „Zukunft jetzt! Smart, vernetzt & effizient“.

Vom 17. – 18. Juni 2020 dreht sich alles um zukunftsweisende Automatisierungskonzepte, von der industriellen Kommunikation über Edge und Cloud Computing bis hin zu IIOT Ökosystemen, künstlicher Intelligenz und Energieeffizienz.

Veranstaltungsort:
Öschberghof Donaueschingen



17. & 18. JUNI 2020
Öschberghof Donaueschingen

**ZUKUNFT JETZT!
SMART, VERNETZT
& EFFIZIENT.**

Das Antriebstechnik-Symposium für
Technikstrategen.

Spannende Fachvorträge, Work-
shops, Get-Together, mit Verleihung
des „Best Solution Award“.

DERÖSCHBERGHOF



IMPRESSUM

AUSGABE 2019:

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

GESTALTUNG: artistic werbewelten GmbH

PROJEKTLEITUNG & REDAKTION: Tobias Pfendler, Director Product Strategy & Marketing
Janina Dietsche, Public Relations

ERSCHEINUNGSWEISE: Einmal pro Jahr, Deutsch/ Englisch

BILDNACHWEISE

BILDNACHWEISE UND COPYRIGHT:

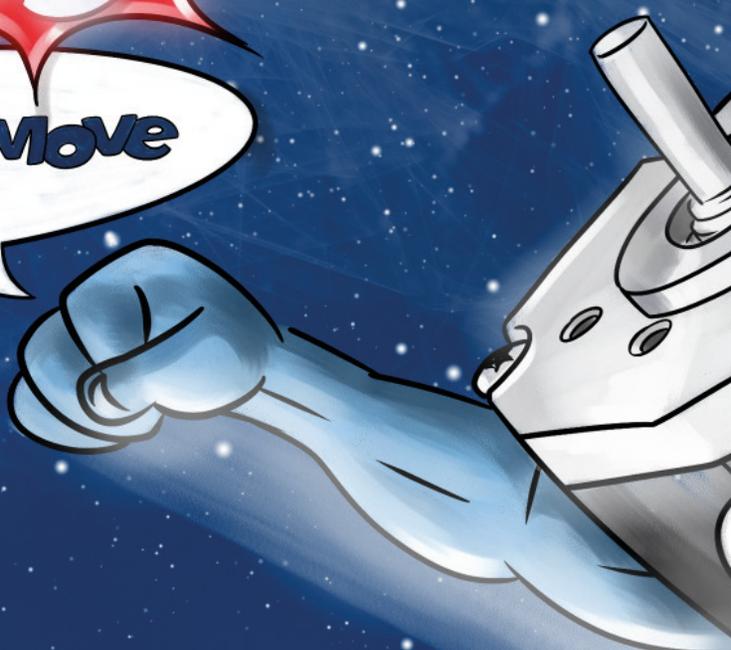
Alle Rechte vorbehalten. Die Rechte der verwendeten Grafiken, Bilder und genannten Marken liegen bei den jeweiligen Eigentümern. Das Copyright der Beiträge liegt beim Herausgeber. Eine Vervielfältigung oder elektronische Verarbeitung, auch in Auszügen, ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Herausgebers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

SEITE 14:	.....	© stock.adobe.com, Urheber: y6uca
SEITE 22:	.....	© iStockphoto.de, Urheber: EtiAmmos
SEITE 25:	.....	© stock.adobe.com, Urheber: BillionPhotos.com
SEITE 34:	.....	© stock.adobe.com, Urheber: byrdyak
SEITE 38:	.....	© iStockphoto.de, Urheber: KrivosheevV
SEITE 40/ 41 (VORLAGE/ ELEMENTE):	.....	© stock.adobe.com, Urheber: macrovector
SEITE 54/ 55:	.....	© Öschberghof, Donaueschingen



NEW 2019

BG 65/66 dMove



OOOH! \$\$\$

**Cost-effective
Servo Technology**

Wow!

**CANopen
in basis v**

BOOST!
+50% POWER

**BG 65 dMove
compared to
BG 65 Si**

**n already
version**





Dunkermotoren GmbH

Allmendstraße 11 | 79848 Bonndorf/ Schwarzwald, Germany

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

