TECHNISCHE RUNDSCHAU

Das Schweizer Industriemagazin

Ausgabe
II/22

CHF 14.–
114. Jahrgang
11. November 2022
technische-rundschau.ch

MedTriX Group

TITELBILD UND BEITRAG:

PI

LASERBEARBEITUNG
Synchronisiert steuern 39

DER TRENDREPORT
Roboter im Allzeithoch 6

DOSSIER ANTRIEBS- UND STEUERUNGSTECHNIK
Von Kleinmotoren bis zu E-Antrieben für die Bahn 14

3D-PRINTING UND ADVANCED TECHNOLOGIES
Additive Fertigung beschleunigt die Modellentwicklung 36

AUTOMATISIERUNG UND DIGITALISIERUNG
KI-gestützte Kennzeichenerkennung 46

mewa
Die Bedeutung unserer
Geschäftsidee ist global.
Erleben kannst du sie lokal.
Mewa Textilsharing

EDITORIAL

Berg- und Talfahrt

Mit grossen Schritten nähern wir uns dem Jahresende – ein bewegendes Jahr, das in vielerlei Hinsicht positiver hätte sein können. Ja, wir neigen dazu, nach links und nach rechts zu schauen. Dabei stellen wir immer wieder fest, dass es deutlich besser, aber auch deutlich schlechter gehen kann. Grundsätzlich zeigt der Blick über den sogenannten Tellerrand hinaus aber, dass wir hierzulande offen für Neues sind. Ansätze dafür gibt es viele ...

So beginnt beispielsweise unser Dossier zum Thema «Antriebs- und Steuerungstechnik» der vorliegenden Ausgabe mit einem Anwenderbericht, der den Menschen «Beine macht» (Seite 14): Patienten, die unter fortschreitender Muskelschwäche (Muskeldystrophie) leiden, kann mit dem innovativen Exoskelett «Autonomyo» geholfen werden, denn dieses unterstützt die geschwächten Muskeln. Dabei erlaubt es einen intuitiven Bewegungsablauf, der dem natürlichen folgt. Die zusätzliche Kraft kommt aus Kleinmotoren, in die für diese Anwendung magnetische Drehmomentsensoren integriert werden.

Auch der Markt für tragbare Smart-Geräte wächst rasant (Seite 48). Prognosen gehen von einem zweistelligen Wachstum zwischen 2022 und 2028 aus. Um diesem Wachstum gerecht zu werden, benötigen Unternehmen kompakte Robotiklösungen, die sich für die beengten Platzverhältnisse in Elektronikfertigungslinien eignen und die kleinen Komponenten, die in den tragbaren Geräten verbaut werden, exakt handhaben können. ABB bietet mit dem «IRB 1010» hierfür den kleinsten Industrieroboter an, den das Unternehmen bislang auf den Markt gebracht hat.

Bleiben wir, aus aktuellem Anlass, beim Thema Robotik: Laut dem jetzt veröffentlichten Jahrbuch «World Robotics 2022» des Robotikverbands IFR (Seite 6) stiegen im Jahr 2021 die Roboterinstallationen in der Schweiz um 21 Prozent auf insgesamt 1735 Einheiten und erreichten damit einen neuen Höchststand. Aber: Als exportorientierte Volkswirtschaft beeinträchtigt der Krieg in der Ukraine die wichtigsten Geschäftspartner des Landes. Wir hoffen das Beste und halten Sie, liebe Leserinnen und Leser, weiterhin auf dem Laufenden.

Joachim Vogl, Chefredaktor
joachim.vogl@medtrix.group

INHALT

Der Trendreport

Roboter im Allzeithoch: Eine halbe Million neu installierte Roboter weltweit 6

Dossier

Antriebs- und Steuerungstechnik ab 14

Das Dossier stellt auf 14 Seiten neueste Entwicklungen und aktuelle Trends aus diesem Bereich vor.

Interview des Monats

«Kein Standard-Ausschuss mehr» 10

Alexander Blum, Geschäftsführer der Blum-Novotest GmbH, nimmt im «Interview des Monats» Stellung zu Corona, Digitalisierung, Weiterbildung und künftige Entwicklungen.

Meinung

«Der Markt für tragbare Smart-Geräte wächst rasant» 48

Rui Liang, Leiter der Business Line Electronics von ABB Robotics, beschreibt, wie Unternehmen diesem Wachstum gerecht werden können. Der kleinste Industrieroboter des Anbieters spielt dabei eine entscheidende Rolle.

DER TRENDREPORT

6_Laut dem Robotikverband IFR stieg 2021 die Zahl der weltweit neu installierten Industrieroboter auf ein Allzeithoch von 517 385 Einheiten. Dies entspricht einem Wachstum von 31 Prozent im Vergleich zum Vorjahr. Die «Technische Rundschau» fasst im Trendreport das Jahrbuch «World Robotics 2022» zusammen und geht speziell auf die Marktzahlen der Schweiz ein.

DOSSIER ANTRIEBS- UND STEUERUNGSTECHNIK

14_Kleinmotoren: Wenn Technik den Menschen Beine macht 16_Linearmotoren: Für den Dauerbetrieb in rauer Umgebung 17_Antriebssystem: Gummimaschinen effizient erneuern 18_Servomotoren: Hybridlösung für den Schienenverkehr 20_Gleichstrommotoren: Wer schrubbt so spät durch Nacht und ... 22_Gesamtlösung: Schaltschranklos und offen für die Intralogistik 24_Steuerungstechnik: Automatisierung muss nicht teuer sein 26_E-Antriebe: Nachhaltigkeit in der Eisenbahnelektronik

PRODUKTIONS- UND FERTIGUNGSTECHNIK

30_Fräsen: Prozesse beherrschen beim schnellen Fräsen 32_Produktionstechnik kompakt

3D-PRINTING UND ADVANCED TECHNOLOGIES

34_Veranstaltung: Kunststoffbranche trifft sich in Luzern 36_Additive Fertigung: Vom Prototyp zur Schere der Spitzenklasse 38_AM kompakt

Additive Fertigung

Vom Prototyp zur Schere der Spitzenklasse

36

Bei der Entwicklung und Herstellung seiner Elektrowerkzeuge für die Landwirtschaft setzt Infaco auf moderne Fertigungstechnologien wie 3D-Drucker von Sintratec.

KONSTRUKTION UND ENGINEERING

40_Maschinenelemente: Dämpfer ermöglicht konstante Halteposition 42_CAD-Software: «Das Fundament dieser Innovation»

AUTOMATISIERUNG UND DIGITALISIERUNG

44_Messtechnik: Druck auf unser Ökosystem 46_Vision: KI-gestützte Kennzeichenerkennung 48_Robotik: Knapp ein Drittel kleiner als der Kleinste 50_Automatisierung: Vollautomatische Leiterplattenbestückung

MANAGEMENT UND ORGANISATION

52_Software: Alles andere als ein Luftschloss

BETRIEBSTECHNIK UND INSTANDHALTUNG

54_Betriebstechnik: Dieser Sensor sichert lange Energieketten

RUBRIKEN

3_Editorial 10_Industrie und Markt 55_Bezugsquellen
59_Inserentenverzeichnis 59_Impressum

UNTERNEHMEN IN DIESER AUSGABE

Aafag 50
ABB 10, 48
ACE Stossdämpfer 40
AIM3D 38
ALS-CNC 12
Also 38
AM Solutions 38
AOT 42
Arburg 38
B&R 24
Bachmann Engineering 50
Bibus 40
Blum-Novotest 10
BMF 38
Bosch Rexroth 22
Cariad 11
Cenit 11
CERN 38
Cleanfix 20
Cloos Electronic 11
Cognex 47
Compar 46
Covestro 38
CSEM 38
Deguma 17
Desktop Metal 38
Dunkermotoren 20
Eisenbart 11
Empa 11
Eos 38
ETH 40
Fastems 12
Faulhaber 14
FHNW 11, 26
HB microtec 32
Heule Precision Tools 11
hftm 13
IAR Group 10
IFR 6
Igus 54
Industrie Informatik 52
Infaco 36
Inneo 42
Intool 32
Joke Technology 38
Keller 44
Kemper 32
Leibniz Universität Hannover 12
Mesago 13, 37, 38
Messe Luzern 34
Nahtlos 11
Num 16
Paul Horn 30
Proalpha 11
ProWerk 12
PTC 42
Reha Assist 14
Rösler 38
Sandvik Coromant 33
SAP 11
SBB 18, 26
Scalable Robotics 10
Scansonic 32
Schunk 32
Siemens 11, 17, 18, 38
Sintratec 36, 38
Späni Elektro-Mechanik 18
Strassenverkehrsamt des Kantons Zürich 46
Swiss Electronic Solutions 11
Swiss Safety Center 12
Swissmechanic 11, 12
Tafag 18
Tecnopinz 11
Tigres 10
UBS-Polybahn 40
UR 50
URPP GCB 44
Vecoplan 11
Voxeljet 38
VW 11
Walter 33
Ypsotec 10

TESEO®
www.teseoair.com

TESEO war weltweit das erste Unternehmen, das ein Rohrleitungssystem aus Aluminium zur Verteilung von Druckluft entwickelt, patentiert und auf den Markt gebracht hat.

MEHR ERFAHREN

GRÜNES PRODUKT
MODULARES SYSTEM
KOSTENEINSPARUNG
ENERGIEEINSPARUNG
KEINE DRUCKLUFTLECKS
GERINGER WARTUNGSAUFWAND

KONTAKTE:
Via degli Oleandri, 1
Desenzano del Garda
25015 - Brescia (Italy)
Tel. +39 030 9150411
teseo@teseoair.com

Roboter im Allzeithoch: Eine halbe Million neu installierte Roboter welt

Im Jahr 2021 stieg die Zahl der weltweit neu installierten Industrie-Roboter auf ein Allzeithoch von 517 385 Einheiten. Das Wachstum erreichte damit ein Plus von 31 Prozent im Vergleich zum Vorjahr. Dieses Ergebnis übertrifft den vor der Pandemie aufgestellten Installationsrekord aus dem Jahr 2018 um 22 Prozent. Die Gesamtzahl der in den Fabriken weltweit installierten Industrie-Robotern erreicht mit rund 3,5 Millionen Einheiten ebenfalls einen neuen Höchststand. Das berichtet die International Federation of Robotics (IFR) in ihrem Jahrbuch «World Robotics 2022».

Marina Bill, Präsidentin der International Federation of Robotics, sagt: «Der Einsatz von Robotik und Automation nimmt mit rasanter Geschwindigkeit zu. Innerhalb von sechs Jahren haben sich die jährlichen Roboterinstallationen mehr als verdoppelt. Wie unsere jüngsten Statistiken zeigen, stieg diese Zahl 2021 in allen wichtigen Abnehmerbranchen stark an, obwohl die Produktion durch Unterbrechungen von Lieferketten sowie weitere lokale oder regionale Faktoren eingeschränkt wurde.»

Schweiz

Beginnen wir mit der Region, die zwar nicht die ganz grossen Schlagzeilen liefert, die uns aber naturgemäss am meisten interessiert, nämlich mit der Schweiz.

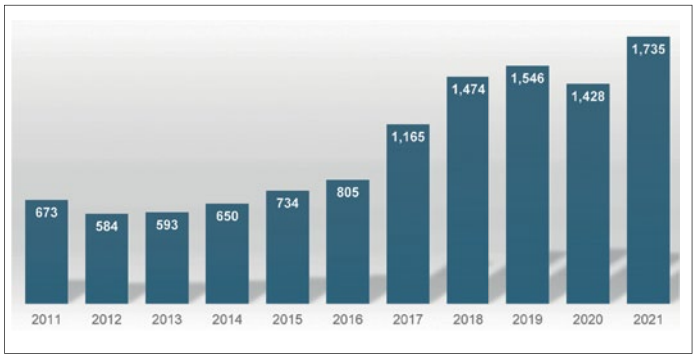
Im Jahr 2021 stiegen die Roboterinstallationen hierzulande um 21 % auf 1735 Einheiten und erreichten damit einen neuen Höchststand. Die meisten Roboter wurden in der allgemeinen Industrie installiert. Die Metall- und Maschinenindustrie eroberte sich mit 33 % der Installationen oder 567

(Bild: phuttaphat tipsana/GettyImages)

Einheiten (+53 %) den ersten Platz, vor der Kunststoff- und Chemieindustrie mit 441 Einheiten (+10 % und 25 % Anteil an den Gesamtinstallationen). Zwischen dem dritt- und dem fünftplatzierten Industriezweig gab es nur einen geringen Abstand: Die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie installierte 155 Einheiten (+44 %), die Elektro-/Elektronikindustrie 148 neue Einheiten (+10 %), und die Automobilindustrie installierte 144 Roboter (+44 %). In Bezug auf die Verteilung der Roboter nach Branchen unterscheidet sich die Schweiz damit stark von ihren Nachbarländern Österreich, Frankreich, Deutschland und Italien, da die Automobilindustrie nur der fünftgrösste Kunde ist.

Die Roboterinstallationen in der Schweiz wiesen einen Aufwärtstrend auf mit einer CAGR von +17 % zwischen 2016 und 2021. Der betriebliche Bestand an Robotern wurde für 2021 mit 11 834 Einheiten berechnet. Dies sind 13 % mehr als im Vorjahr. Dies ist gleichbedeutend mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 12 % von 2016 bis und mit dem Jahr 2021.

Ausblick 2022 und darüber hinaus: Gemessen am BIP hat sich die Schweizer Wirtschaft von der vergleichsweise kleinen durch die Pandemie verursachten Delle von -2,9 % des BIP im Jahr 2020 fast erholt. Die Wirtschaft wuchs



Jährliche Installationen von Industrierobotern in der Schweiz in Einheiten.
(alle Grafiken: IFR)

2021 um 2,7 % und dürfte 2022 um weitere 2,5 % zulegen. Der Auftragseingang in der Maschinenbaubranche war im ersten Quartal 2021 hoch. Als exportorientierte Volkswirtschaft beeinträchtigt der Krieg in der Ukraine jedoch die wichtigsten Geschäftspartner des Landes und damit auch die Schweiz. Daher ist die Investitionsneigung in letzter Zeit zurückgegangen. Die Abarbeitung des Auftragsbestands wird zwar dazu beitragen, dass die Nachfrage nach Roboteranlagen im Jahr 2022 hoch bleibt, doch könnte dieses Niveau in den kommenden Jahren aufgrund der herrschenden Unsicherheit in der Weltwirtschaft sinken.

Die Eckdaten zum Schweizer Markt:

Verkäufe
- 1735 neu installierte Roboter, 21 % mehr als im Jahr 2020 CAGR 2016-2021: +17 %
- Weltranglistenplatz 2021: Nr. 24
- Anteile an den Gesamtinstallationen:
- Umschlagbetriebe 81 %
- Metallindustrie 33 %
- Kunststoff- und Chemieindustrie 25 %

Bestand an Betriebsrobotern
- 11 834 Einheiten, 13 % höher als im Jahr 2020
- CAGR 2016-2021: +12 %
- Weltranglistenplatz 2021: Nr. 25
- Anteile am Gesamtbestand: Umschlagbetriebe 73 %, Metallindustrie 30 %, Kunststoff- und Chemieindustrie 23 %.

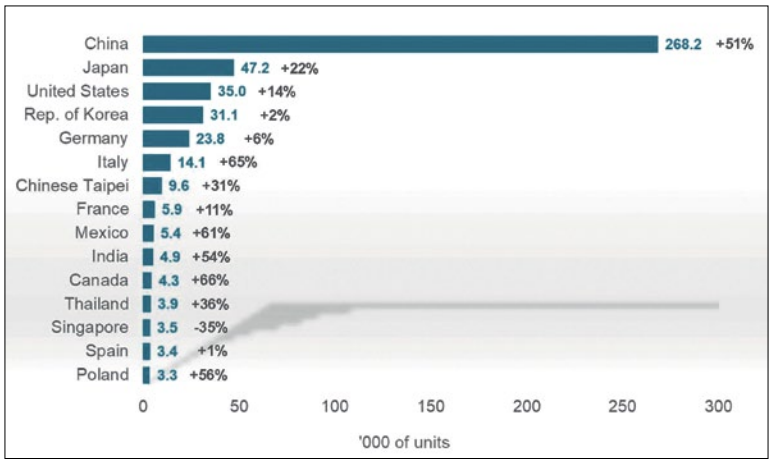
Roboterdichte
- Verarbeitendes Gewerbe: 240 Roboter pro 10 000 Beschäftigte
- Autoindustrie: 3403 Roboter pro 10 000 Beschäftigte
- Alle anderen: 218 Roboter pro 10 000 Beschäftigte

Quellen und Methoden: Die Statistiken für die Schweiz basieren auf konsolidierten Daten, die der IFR-Statistikabteilung von Roboterlieferanten weltweit direkt gemeldet wurden.

Asien, Europa, Nord- und Südamerika - Überblick

Asien ist nach wie vor der weltweit grösste Markt für Industrie-Roboter. 74 % aller neu installierten Einheiten kamen in Asien zum Einsatz (2020: 70 %).

China ist das Land mit der grössten Nachfrage: Die Zahl der neu installierten Einheiten stieg auf 268 195 – ein deutliches Plus von 51 %. Jeder zweite Roboter, der 2021 welt- ➔



Die 15 grössten Märkte: Neuinstallation von Industrierobotern 2021.

weit installiert wurde, kam hier zum Einsatz. Der operative Bestand überschritt die Marke von 1 Million Einheiten (+ 27 %). Diese hohe Wachstumsrate zeigt, wie schnell die Robotisierung in China voranschreitet.

Japan ist nach China weiterhin der zweitgrösste Markt für Industrie-Roboter. Die Installationen stiegen 2021 um 22 % auf 47 182 Einheiten. Der operative Bestand des Landes lag bei 393 326 Einheiten (+5 %). Nach zwei Jahren mit rückläufigen Roboterinstallationen in allen wichtigen Branchen begannen die Zahlen 2021 wieder zu steigen. Japan ist bei der Herstellung von Robotern weltweit führend: Die Exporte von Industrie-Robotern erreichten mit 186 102 Stück einen neuen Höchststand.

Die **Republik Korea** ist der viertgrösste Robotermarkt weltweit und folgt den USA hinter Japan und China. Die Roboter-Installationen stiegen um 2 % auf 31 083 Einheiten im Jahr 2021. Zuvor waren die Installationszahlen vier Jahre lang rückläufig gewesen. Der operative Bestand lag bei 366 227 Einheiten (+7 %).

Smarte Produktion in der Automobilbranche. *(Bild: Kuka)*

Europa

Die Roboter-Installationen in Europa stiegen im Jahr 2021 um 24 % auf 84 302 Einheiten. Diese Zahl markiert einen neuen Höchststand. Die Nachfrage aus der Automobilindustrie blieb konstant, während die Nachfrage aus der «General Industry» um 51 % zunahm. Deutschland, das zu den fünf grössten Robotermärkten weltweit gehört, hat einen Anteil von 28 % an den gesamteuropäischen Installationen. Es folgen Italien mit 17 % und Frankreich mit 7 %.

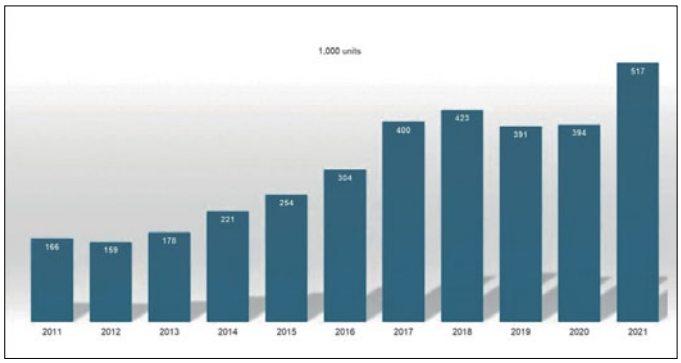
In **Deutschland** stieg die Zahl der neu installierten Roboter um 6 % auf 23 777 Einheiten im Jahr 2021. Dies ist das zweitbeste jemals erzielte Ergebnis nach dem Spitzenwert aus dem Jahr 2018 mit 26 723 Einheiten – in diesem Rekordjahr hatte die Autoindustrie massiv investiert. Der operative Bestand an Robotern wurde für 2021 mit 245 908 Einheiten (+7 %) berechnet. Damit rangiert die deutsche Industrie im europäischen Vergleich auf Platz eins. Die Exporte aus Deutschland stiegen um 41 % auf 22 870 Stück und übertrafen damit das vor der Pandemie erreichte Niveau. Die Automobilindustrie ist traditionell der grösste Abnehmer und kommt 2021 auf einen Marktanteil von 38 %.

Die Roboternachfrage auf dem deutschen Markt profitiert im Jahr 2022 von Nachholeffekten. Die optimistische Stimmung in der Wirtschaft trübt sich allerdings angesichts der geopolitischen Krisen ein und erschwert eine Prognose stärker als üblich: Engpässe bei Erdgas und Strom werden Investitionen bremsen. Insgesamt ist eine Seitwärtsbewegung der Roboterinstallationszahlen zu erwarten. Sollte die deutsche Wirtschaft in eine Rezession abgleiten oder durch andere Einflüsse belastet werden, sind rückläufige Installationszahlen wahrscheinlich. Werden dagegen Probleme in der Politik und bei den Lieferketten gelöst, kann man mit einem starken Wachstum der Roboterinstallationen rechnen.

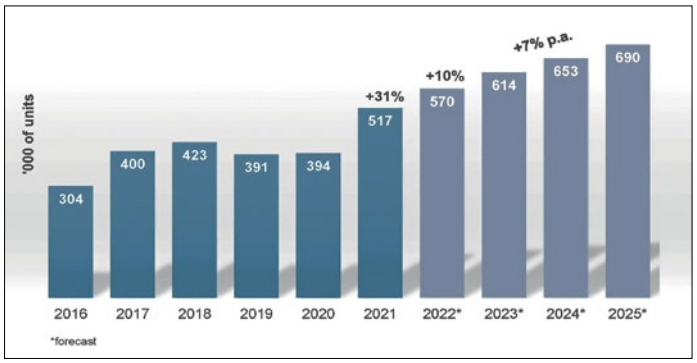
Italien ist nach Deutschland der zweitgrösste Robotermarkt in Europa. Hauptwachstumstreiber zwischen 2016 und 2021 war die «General Industry» mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 8 %. Der operative Roboterbestand lag bei 89 330 Einheiten (+14 %). Die Ergebnisse für 2021 wurden durch Nachholeffekte und vorgezogene Investitionen aufgrund einer Senkung der Steuergutschriften im Jahr 2022 beeinflusst. Dies führte 2021 zu einem Anstieg der Roboterinstallationen um 65 % auf ein neues Rekordniveau von 14 083 Einheiten.

Der Robotermarkt in **Frankreich** lag 2021 bei den jährlichen Installationen und beim operativen Bestand an dritter Stelle in Europa, nach Italien und Deutschland. Die Installationen stiegen um 11 % auf 5945 Einheiten. Der operative Bestand wurde für Frankreich mit 49 312 Einheiten berechnet. Das entspricht einem Anstieg von 10 % gegenüber dem Vorjahr.

Im **Vereinigten Königreich** gingen die Installationen 2021 um 7 % auf 2054 Industrie-Roboter zurück. Der operative Bestand wurde mit 24 445 Einheiten (+6 %) berechnet. Das entspricht weniger als einem Zehntel des Bestands in Deutschland. Die Automobilindustrie in Grossbritannien reduzierte die Installationen um 42 % auf 507 Einheiten im Jahr 2021.



Jährliche Installation von Industrierobotern weltweit in 1000 Einheiten seit 2011.



Jährliche Installation von Industrierobotern von 2016 bis 2025 (ab 2022 Prognose).

Nord- und Südamerika

In Nord- und Südamerika wurden im Jahr 2021 50 712 Industrie-Roboter installiert – das ist ein Plus von 31 % im Vergleich zum Vorjahr. Nach dem Einbruch während der Pandemie 2020 ist dieses Ergebnis eine bemerkenswerte Erholung. Damit überschritten die Roboterinstallationen in Nord- und Südamerika zum zweiten Mal die Marke von 50 000 Einheiten – das Jahr 2018 markiert mit 55 212 Einheiten den bisherigen Höchststand.

In den **Vereinigten Staaten** stieg die Zahl der neu installierten Einheiten um 14 % auf 34 987. Dies übertraf das vor der Pandemie erreichte Niveau von 33 378 Einheiten im Jahr 2019, lag aber immer noch deutlich unter dem Spitzenwert von 40 373 Einheiten aus dem Jahr 2018.

Die Automobilindustrie ist in den USA mit 9782 installierten Einheiten zwar nach wie vor die mit Abstand grösste Nachfragebranche, jedoch ist das Niveau seit fünf Jahren (2016 bis 2021) kontinuierlich rückläufig. Im Jahr 2021 sank die Zahl um 7 % im Vergleich zum Vorjahr. In der metallverarbeitenden Industrie stiegen die Installationen um 66 % auf 3814 Einheiten. Damit rangiert diese Branche 2021 auf dem zweiten Platz. Die chemische und kunststoffverarbeitende Industrie installierte insgesamt 3466 Roboter (+30 %). Die Nahrungsmittelindustrie kommt auf einen Zuwachs von 25 % und erreicht mit 3402 Einheiten im Jahr 2021 einen neuen Höchststand. Hygienelösungen führten während der Covid-19-Pandemie zu einer steigenden Robotik-Nachfrage.

Ausblick weltweit

Steigende Kosten für Energie und Vorprodukte sowie der Mangel an elektronischen Bauteilen stellen sämtliche Branchen der Weltwirtschaft vor Herausforderungen. Gleichzeitig sind die Auftragsbücher gut gefüllt, und die Nachfrage nach Industrie-Robotern ist so hoch wie nie zuvor. Insgesamt prognostiziert der Branchenverband IFR, dass die weltweiten Roboterinstallationen 2022 um 10 % auf knapp 570 000 Einheiten steigen werden. Zudem wird erwartet, dass der Boom aus dem Jahr 2021, der den Folgen der Pandemie geschuldet ist, im laufenden Jahr 2022 allmählich endet. Für 2022 bis 2025 werden durchschnittliche jährliche Wachstumsraten im mittleren bis oberen einstelligen Bereich prognostiziert. (msc) ■

IFR International Federation of Robotics
DE-60528 Frankfurt, Tel. +49 69 6603-1502
secretariat@ifr.org

Im Profil

Die IFR

Die International Federation of Robotics ist das Sprachrohr der weltweiten Robotikindustrie. IFR vertritt nationale Roboterverbände, Forschungseinrichtungen sowie Roboterhersteller aus mehr als 20 Ländern. IFR wurde 1987 als nicht gewinnorientierte Organisation gegründet.

Das IFR Statistical Department stellt Branchendaten für statistische Jahrbücher bereit. Der einzigartige Bericht «World Robotics – Industrieroboter» liefert weltweite Statistiken über Industrieroboter in einheitlichen Tabellen und ermöglicht aussagefähige Ländervergleiche. Er enthält statistische Daten aus über 40 Ländern, aufgeschlüsselt nach Anwendungsbereichen, Industriesektoren, Roboterarten und anderen technischen und wirtschaftlichen Aspekten. Für ausgewählte Länder sind Produktions-, Export- und Importdaten aufgeführt. Mit der Roboterdichte, das heisst der Anzahl von Robotern je 10 000 Beschäftigten, wird zudem ein Mass für den Automationsgrad angeboten. Der zweite Bericht «World Robotics – Serviceroboter» liefert weltweite Statistiken über Serviceroboter, Marktanalysen sowie Absatzpotenziale zu Servicerobotern in der betrieblichen und privaten Anwendung.

ifr.org

In Sicherheit investieren.

PILZ
THE SPIRIT OF SAFETY

Pilz Industrieelektronik GmbH, 5506 Mägenwil, 062 889 79 30, www.pilz.ch

Interview des Monats

Alexander Blum, Blum-Novotest: «Kein Standard-Ausschuss mehr»

Herr Blum, wie hat Blum-Novotest die Corona-Krise bisher gemeistert?

Ein gutes Beispiel dazu bietet der Geschäftsbereich Novotest, in dem komplexe Prüfstandanlagen entwickelt und gefertigt werden. Hier haben wir trotz der Reisebeschränkungen alle anstehenden Inbetriebnahmen weltweit gestemmt. So konnten die Mitarbeiter, die sonst zur Inbetriebnahme zum Kunden nach Brasilien, China oder anderswo gereist wären, per Fernzugriff auf die Steuerung und mit Video/Audio-Verbindung die lokalen Kollegen aus den Tochtergesellschaften anleiten und die Projekte zur Zufriedenheit der Kunden abschliessen. Es hat sich ausserdem bewährt, dass wir zuvor massiv in die Digitalisierung des Unternehmens investiert haben. So konnten wir sofort alle Mitarbeiter, bei denen dies möglich war, ins Homeoffice schicken.

Alexander Blum, Geschäftsführer von Blum-Novotest. *(Bild: Martin Maier)*

Die Digitalisierung spielt in Ihrem Hause aber auch im Bereich der Weiterbildung eine wichtige Rolle ...

Stimmt. Vor drei Jahren starteten wir das Programm T&Q, Training & Qualifikation, für die interne und externe Weiterbildung. Neue Mitarbeiter aus anderen Ländern bekamen so schon vor Corona über Video- und Self-Learning-Plattformen eine Vorbildung und kamen erst dann zu uns nach Grünkraut. Inzwischen stellen wir alle Trainings in der Plattform zur Verfügung – und das in sehr vielen Sprachen.

Für unsere Kunden haben wir zudem die bekannte Veranstaltungsreihe der Tech-Talks ins Virtuelle übernommen und bieten kurze Workshops von zehn bis 15 Minuten zu komplexen technischen Themen an, die sehr gut angenommen werden. Hier geben wir geballtes Produkt- und Anwendungswissen an die Kunden weiter.

Wohin geht Ihrer Meinung nach die Entwicklung in der Zukunft ganz allgemein?

Ich bin mir sicher, dass wir zu Beginn des nächsten Jahrzehnts in modernen Produktionsanlagen praktisch keinen Standard-Ausschuss mehr haben werden, ausser es passiert etwas Unvorhergesehenes wie ein Werkzeugbruch. Ungenauigkeiten, die aufgrund von geometrischen Unzulänglichkeiten oder thermischen Veränderungen im Prozess entstehen, werden Werkzeugmaschinen bald vollautomatisch ausgleichen und damit vermeiden. Und Blum-Novotest wird die hierfür nötige Sensorik liefern. **blum-novotest.com**

IAR Group kooperiert mit Tigres und vertreibt Ypsotec-System

Die auf Automationsanlagen spezialisierte IAR Group AG aus Zofingen und das auf Plasmaanlagen spezialisierte Unternehmen Tigres GmbH aus DE-Marschacht gehen eine Kooperation ein. Sébastien Perroud, CEO der IAR Group, dazu: «Ich freue mich sehr über die Kooperation mit der Tigres GmbH. Dank ihrer Expertise in Plasmatechnologie sind wir nun in der Lage, den verschiedensten Branchen weltweit automatisierte Komplettlösungen für die Oberflächenvorbehandlung von Werkstoffen anzubieten.»

Sébastien Perroud, CEO der IAR Group. *(Bild: IAR)*

Zudem erweitert die IAR Group ihr Produktportfolio mit «Q-buddy» (von Ypsotec), dem neuen Qualitätstprüfsystem für mechanische Präzisionsteile. Dieses lässt sich direkt an ein CNC-Bearbeitungszentrum andocken und bietet zwei Hauptvorteile: Zum einen funktioniert Q-buddy als Frühwarnsystem für mögliche Qualitätsmängel in der Tagesproduktion. Zum anderen ermöglicht er eine risikoarme Nachtproduktion ohne menschliche Aufsicht. **iargroup.com**

ABB investiert in Scalable Robotics

ABB geht eine strategische Partnerschaft mit dem US-amerikanischen Start-up Scalable Robotics ein, um ihr Angebot an robotergestützten Schweisslösungen auszubauen. Die Technologie von Scalable Robotics nutzt 3D-Bildverarbeitung und integriertes Prozesswissen, um Kunden ein einfaches Programmieren von Schweissrobotern zu ermöglichen – ganz ohne Coding. Marc Segura, Leiter der Robotics-Division von ABB, dazu: «Allein in den USA werden bis zum Jahr 2024 schätzungsweise 400 000 Schweissfachkräfte fehlen. Um dem entgegenzuwirken, müssen wir die Akzeptanz von Robotik fördern und Technologien anbieten, die einfach zu nutzen und zu programmieren sind. So machen wir es Fertigungsunternehmen leichter, automatisierte Lösungen einzuführen, die mehr Komponenten in kürzerer Zeit schweissen können.»

Marc Segura, Leiter der Robotics-Division von ABB. *(Bild: ABB)*

Über die Höhe und die Bedingungen des Investments wurde Stillschweigen vereinbart. **abb.com**

kehr ••• 22_Gesamtlösung: Schaltschranklos und offen für die Intralogistik ••• 24_Steuerungstechnik: Automatisierung muss nicht teuer sein ••• 30_Fräsen: Prozesse beherrschen beim schnellen Fräsen •••

Empa-Spin-off «Nahtlos» erhält eine Million Franken

Die Gründer der Nahtlos AG José Näf und Michel Schmid mit den textilbasierten Elektroden für Langzeit- EKGs in ihrem Labor in St. Gallen. *(Bild: Marlies Thurnheer)*

Nahtlos, ein Spin-off der Empa, hat in einer ersten Finanzierungsrunde eine Million Franken von einem Netzwerk von Business Angels aus der Schweiz und Liechtenstein sowie von der Startfeld-Stiftung erhalten. Damit möchte Nahtlos den Markteintritt der neu entwickelten textilbasierten Elektroden für medizinische Anwendungen vorantreiben. Mit diesen lässt sich zum Beispiel die Herzaktivität (Elektrokardiogramm, EKG) aufzeichnen, um Vorhofflimmern zu erkennen. Textilbasierte Elektroden ermöglichen eine sanfte und hautschonende Anwendung, auch wenn die Elektroden über mehrere Tage oder gar Wochen getragen werden müssen. **empa.ch**

FHNW zeichnet Absolventen aus

An der Diplomfeier der Hochschule für Technik FHNW konnten am 30. September 401 Absolventen ihre Bachelor- und Masterdiplome entgegennehmen. Zudem wurde der mit 4000 Franken dotierte regionale Siemens Excellence Award vergeben. Diesen erhielt Robin Müller, Absolvent des Studiengangs Elektro- und Informationstechnik. Er wagte sich mit seiner Abschlussarbeit in die Welt des Quantencomputing und entwickelte ein FPGA-basiertes Modul mit, das den Kalibrierungsprozess von Qubits beschleunigt.

fhnw.ch

Der Siemens Excellence Award ging an Robin Müller (rechts), Absolvent des Studiengangs Elektro- und Informationstechnik. *(Bild: Gerry Frei)*

Swiss Electronic Solutions übernimmt Cloos Electronic

Die Cloos-Gruppe trennt sich vom Tochterunternehmen Cloos Electronic GmbH mit Sitz in Le Locle in der Schweiz. Die Schweiss- und Robotikspezialisten aus Haiger verkaufen ihre Anteile an die Swiss Electronic Solutions AG, die zur Investorengruppe Arkad Partners gehört. Alexander Veidt, Cloos-Geschäftsführer, dazu: «Wir werden unsere Geschäftsbeziehungen mit der Cloos Electronic GmbH auch in Zukunft fortführen und weiterhin mit Elektronikkomponenten und Steuerschränken aus der Schweiz beliefert. Dafür haben wir bereits einen Rahmenvertrag für die nächsten Jahre abgeschlossen.» **cloos.de**

Alexander Veidt, Geschäftsführer der Carl Cloos Schweisstechnik GmbH. *(Bild: Cloos)*

Personen.

Der 35-jährige **Nicola R. Tettamanti** (Bild), der gemeinsam mit seinem Bruder Claudio Tettamanti die **Tecnopinz SA** in Mezzovico leitet, wurde zum neuen Präsidenten von **Swissmechanic** gewählt. Er tritt damit die Nachfolge von Roland Goethe an, der nach acht Amtsjahren als Verbandspräsident zurücktrat.

swissmechanic.ch

Am 1. November 2022 trat **Roland Schneider** (Bild) seine neue Herausforderung als Geschäftsführer der **Cenit Schweiz AG** an. Er wird die Schweizer Gesellschaft mit Hauptsitz in Effretikon bis zum Jahresende gemeinsam mit dem bisherigen CEO Peter Abt leiten und anschliessend die Nachfolge von Abt antreten, der sich in den Ruhestand verabschiedet.

cenit.com

Thomas Eisenbart, ehemaliger Head of Marketing und Produktmanagement bei **Heule Precision Tools,** betreut seit Kurzem mit seiner neu gegründeten Unternehmung **Eisenbart GmbH** als Vertriebspartner die Heule-Kunden in der ganzen Schweiz. Dank seiner Kenntnisse der Werkzeuglösungen rund ums Entgraten, Fasen und Senken von Bohrungen wird jede Kundenanfrage zielführend bearbeitet. **heule.com**

Ina Hannen wurde zum 1. Oktober 2022 zur Finanzvorständin der **Vecoplan AG** bestellt. Sie folgt auf Michael Lambert, der den kaufmännischen Bereich verantwortete, und unterstützt Werner Berens, der seit 2012 als Vorstand und CEO der Vecoplan Group tätig ist.

vecoplan.com

Björn Goerke, der ehemalige Cheftechnologe von SAP und der Volkswagen-Tochter Cariad, hat am 1. Oktober 2022 den Posten als Chief Technology Officer (CTO) der gesamten **Proalpha-Unternehmensgruppe** übernommen.

proalpha.co

Neue Podcast-Reihe von Fastems

Wenn viel über die Automatisierung in der Zerspanung gesprochen wird, dann ist das ein untrügliches Zeichen für einen thematischen «Dauerbrenner», der insbesondere durch die momentan wirtschaftlich schwierigen Rahmenbedingungen zunehmend an Aktualität gewinnt. Fastems bietet nun mit der neuen Podcast-Reihe «Automatisierung Insight: Sag mal, Du als ...» hierzu interessante Infos, News und Hintergründe im Zusammenhang mit dem stetig steigenden Trend zur Digitalisierung in der metallverarbeitenden Industrie. In Folge 1 der Podcast-Reihe ist Marc-André Dittrich zu Gast. Der habilitierte Wirtschaftsingenieur ist Senior Consultant bei der ProWerk GmbH und leitete zuvor an der Leibniz Universität Hannover den Bereich «Produktionssysteme» für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen. Die neue Podcast-Reihe steht ab sofort zunächst auf Spotify für den kostenlosen Download bereit. Weitere spannende Folgen sind bereits in Planung. **fastems.com**

Dirk Brunotte (rechts), Fastems, und Marc-André Dittrich, ProWerk, sprechen über die Digitalisierung und automatisierte Fertigungssysteme in der spanabhebenden Industrie. *(Bild: Fastems)*

Bronzemedaille bei den WorldSkills

Gil Beutler (Mitte) mit dem internationalen Experten Andreas Allenbach (links), Mitgründer der ALS-CNC GmbH, und Thomas Schranz (rechts), der bereits 2019 an den WorldSkills teilgenommen hat. *(Bild: Swissmechanic)*

Als krönenden Abschluss der WorldSkills Competition der Polymechaniker gewann der 20-jährige Schweizer Polymechaniker Gil Beutler am 23. Oktober in Brampton, Kanada, in der neuen Disziplin «Industrial Mechanics» die Bronzemedaille. Beutler, der sich als Sieger der Disziplin Automation an den SwissSkills Championships 2020 für die Teilnahme an den WorldSkills qualifizierte und bereits für die Schweizer Berufsmeisterschaften Zusatzwissen in Pneumatik und SPS-Programmierung erworben hatte, erlernte für die neue Disziplin auch das Schweissen. Der junge Berufsmann freut sich über seinen Erfolg: «Die Berufsmeisterschaften sind einmalige Events, die ich wohl nie vergessen werde. Es ist ein schönes Gefühl, und man ist stolz, wenn man darauf zurückschauen kann, was man erreicht hat. Ich lernte Neues dazu und konnte mein Fachwissen in Themen vertiefen, die normalerweise in der Lehre gar nicht vorgesehen sind.» **swissmechanic.ch**

KMU-Plattform von Swiss Safety Center online

In vielen KMUs in der Schweiz ist eine Person, nebst vielen anderen Aufgaben, auch für diverse Sicherheitsthemen verantwortlich. Den Überblick zu behalten, ist für Sicherheitsverantwortliche eine Herausforderung. Oftmals fehlen die zeitlichen Ressourcen. Die Folge davon ist, dass sich nicht alle KMUs ihrer Verantwortung bewusst sind und vorbeugende Massnahmen nicht ausreichend umgesetzt werden. Damit allfällige Risiken bewältigt werden können, müssen diese jedoch erst bekannt sein. Swiss Safety Center unterstützt KMUs mit der neuen Plattform (safetycenter.ch/arbeitssicherheit-irm/kmu-plattform) mit Wissen, Praxistipps und Hilfsmitteln zu vielen Sicherheitsfragen. **safetycenter.ch**

ent dieser Innovation» ••• 46_Vision: KI-gestützte Kennzeichenerkennung ••• 50_Automati-

Messen, Tagungen und Co.

Stand der Angaben bei Redaktionsschluss; die topaktuellen Messetermine finden sich unter

technische-rundschau.ch/agenda

Electronica (15. bis 18. November, DE-München): Internationale Leitmesse der Elektronikindustrie, die im Zweijahresrhythmus und im Wechsel mit der Productronica stattfindet. **electronica.de**

Formnext (15. bis 18. November, DE-Frankfurt am Main): Als führende Branchenplattform für additive Fertigung und industriellen 3D-Druck ist die Formnext internationaler Meetingpoint für die nächste Generation der intelligenten industriellen Produktion. **formnext.mesago.com**

hftm zeichnet Absolventen aus

Am 30. September feierten 39 Maschinenbau-, Elektro- und Systemtechniker sowie sechs Industrial Manager der Höheren Fachschule Technik Mittelland (hftm) einen wichtigen Meilenstein ihrer Karriere: Sie empfingen nach zwei Jahren Vollzeit-Studium in würdigem Rahmen ihre wohlverdienten Diplome. Dazu wurden weitere Auszeichnungen in Form von Geld- und Förderpreisen für besonders herausragende Leistungen vergeben. So erhielt Dreifach-Triumphator Valentin Lustenberger den Fraisa-Preis für die beste Gesamtleistung Maschinenbau/Konstruktionstechnik, den Best Practice Award für seine herausragende Diplomarbeit und den ODEC-Preis für die beste Gesamtleistung. **hftm.ch**

Rebranding der all about automation

Was 2014 mit 84 Ausstellern in DE-Friedrichshafen begann, ist inzwischen zu einer höchst erfolgreichen Messereihe an sieben Standorten in Deutschland und der Schweiz geworden. 2022 fanden zwischen April und September sechs all-about-automation-Messen statt. Ab 2023 treten diese im neuen Branding auf. Das neue Logo schafft einen Bezug zur Automatisierungspyramide und zu ineinandergreifenden Systemen. **allaboutautomation.de**

INNOTEQ

«FIT FOR FUTURE»
HOTSPOT DER FERTIGUNGSINDUSTRIE – LIVE UND DIGITAL

Vom 7. – 10. März 2023 findet die Schweizer Leitmesse für die Fertigungsindustrie statt. Der Hotspot & Branchentreffpunkt bündelt aktuellste Entwicklungen, Produkteneuheiten und massgebende Informationen.

Auf rund 20'000 m² Veranstaltungsfläche werden in 4 Messehallen über 300 Ausstellende und rund 20'000 Fachbesuchende erwartet.

Werden Sie ein Teil davon und profitieren Sie von 4 Tagen Expo, Networking & Konferenz!

Jetzt Präsenz sichern: www.innoteq.ch

Veranstalterin
BERNEXPO GROUPE

Trägerverbände
SWISSMECHANIC
SWISSMEM
tecnoswiss

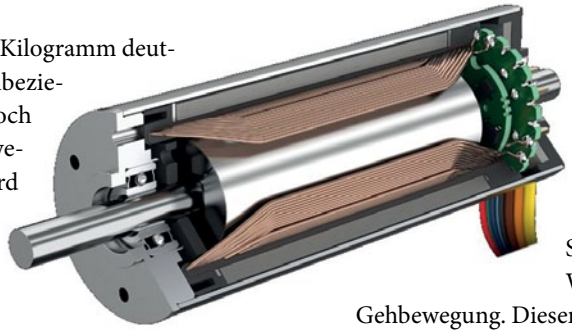
Wenn Technik den Menschen Beine macht

Das Exoskelett «Autonomyo» ebnet den Weg zum selbstbestimmten Gang im Gleichgewicht. *(Bild: Reha Assist)*

Patienten, die unter fortschreitender Muskelschwäche (Muskeldystrophie) leiden, kann mit dem innovativen Exoskelett «Autonomyo» geholfen werden, denn dieses unterstützt die geschwächten Muskeln. Dabei erlaubt es einen intuitiven Bewegungsablauf, der dem natürlichen folgt. Die zusätzliche Kraft kommt aus Kleinmotoren, in die für diese Anwendung magnetische Drehmomentsensoren integriert wurden.

Mohamed Bouri, Leiter der Forschungsgruppe für Rehabilitation und Assistenzrobotik (Reha Assist) an der Technischen Hochschule Lausanne (EPFL), erklärt: «Wenn sich eine Muskelschwäche in den Beinen manifestiert, wird das Gehen immer schwerer, und irgendwann funktioniert es ohne Stützen gar nicht mehr. Die Muskeln funktionieren zwar noch, aber sie bringen nicht mehr genügend Kraft für einen stabilen Stand oder eine eigenständige Beinbewegung auf. Das hat natürlich enormen Einfluss auf Bewegungsradius und Lebensqualität. Ähnliches gilt für die Auswirkungen einer halbseitigen Lähmung nach einem Schlaganfall. Unser Ziel war es, diese Einschränkungen so weit wie möglich zu überwinden – und zwar mithilfe einer motorisierten Hilfsvorrichtung, bei der die Patienten zu ihren eigenen Bewegungen beitragen können.»

Die üblichen Exoskelette, die es zum Beispiel Querschnittsgelähmten ermöglichen, ohne Krücken zu gehen, wiegen oft mehr als 40 kg. Der von Reha Assist entwickelte



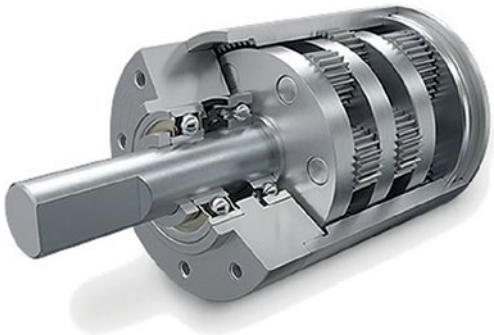
Kernstück der sechs Antriebseinheiten im Exoskelett ist ein bürstenloser DC-Servomotor in 4-Pol-Technologie. *(Bild: Faulhaber)*

Autonomyo dagegen ist mit nur 25 Kilogramm deutlich leichter und arbeitet unter Einbeziehung des geschwächten, aber noch teilweise funktionierenden Bewegungsapparats des Patienten. Er wird mit einem Korsett am Rumpf und mit Manschetten an den Beinen des Benutzers befestigt. Auf jeder Seite liefern drei Motoren die Kraft, die den Muskeln für die Bewegung fehlt. Je ein Motor ist für Beugung und Streckung von Hüfte und Knie zuständig. Der dritte Motor unterstützt die Abduktion und Adduktion des Beins im Hüftgelenk, also die seitliche Bewegung von der Körper-Mittelachse weg. Dadurch helfen die Motoren dem Patienten, das Gleichgewicht zu halten und aufrecht zu gehen.

In einer kürzlich durchgeführten klinischen Studie, an der auch gehbehinderte Personen teilnahmen, hat das Exoskelett wie vorgesehen funktioniert: Es bot Unterstützung und erlaubte zugleich Bewegungsfreiheit entsprechend den Absichten der Benutzer. Der Bewegungsumfang der Gelenke und die Gangkadenz wurden dabei nicht negativ beeinflusst.

«Der erste Auslöser für eine Positionsänderung, also zum Losgehen, drückt sich in einer kleinen Veränderung der Position der unteren Gliedmassen aus», so Bouri weiter. «Wir erkennen dies, indem wir die Informationen von einer Trägheitsmesseinheit, acht Lastsensoren an den Fusssohlen und den Encodern der Motoren, die als Gelenkpositionssensoren dienen, miteinander kombinieren.» Alle diese Daten tragen auch zur Unterstützung des Gleichgewichts bei. Beim Gehen ist die Interaktion zwischen dem Gerät und seinem Benutzer entscheidend. Ein von Faulhaber entwickelter Drehmomentsensor erfasst diese für die Unterstützungsstrategie wichtige Wechselwirkung.

Zur Drehmoment-Erfassung werden oft Dehnungsmessstreifen eingesetzt, die von der einwirkenden Kraft verformt werden. Ihr konstruktiver Schwachpunkt ist die Klebeverbindung, mit der sie aufgebracht sind. Die Entwickler im Advanced Engineering bei Faulhaber haben sie deshalb durch ein hochauflösendes magnetisches Messsystem ersetzt. Damit lässt sich im Messbereich von +/-30 Nm eine Abweichung von weniger als 1,5 Prozent erreichen. Der Sensor liefert also einen hochpräzisen Wert des Reaktionsmoments in der Gehbewegung. Dieser Wert hat eine zentrale Bedeutung für die Steuerung des Exoskeletts. «Die Anpassung des Geräts an den einzelnen Patienten erfordert eine sehr differenzierte Kalibrierung des Gesamtsystems», erläutert Bouri. «Anhand der verschiedenen Parameter und der Rückkopplung aus der Bewegung errechnet die Software die Steuersignale für die Antriebe. Art und Umfang der Unterstützung durch die Motoren werden dann auf Basis dieser Informationen bestimmt.»



Planetengetriebe mit anwendungsspezifischer Welle. *(Bild: Faulhaber)*

Kernstück der sechs verbauten Antriebseinheiten ist der bürstenlose Motor «3274 BP4» mit 32 mm Durchmesser. Er liefert trotz der kompakten Abmessungen ein Nenndrehmoment von 158 mNm. Seine Kraft wird von einem Planetengetriebe «42 GPT» mit einer speziell für diese Anwendung gefertigten Welle übertragen. Ein magnetischer Encoder («IE3») liefert die Positionsdaten an die Steuerung. Der Drehmomentsensor ist in den Getrieben der vier Motoren für die Flexions- und Extensionsbewegungen von Knie und Hüfte integriert.

Die Anforderungen an die Antriebseinheiten sind typisch für Faulhaber-Kleinmotoren: grosse Leistung beim kleinstmöglichen Volumen und Gewicht, Präzision, Zuverlässigkeit und lange Lebensdauer. «Die Suche nach dem passenden Lieferanten war nicht besonders schwierig», erinnert sich Bouri. «Wir hatten die Spezifikationen definiert, und da war die Auswahl der infrage kommenden Motoren schon sehr überschaubar. Die fakultätsübergreifende Astrophysik-Forschungsgruppe unserer Universität arbeitet bereits mit Faulhaber zusammen, sodass sie überzeugende Empfehlungen aussprach, und es bestand bereits eine gute Beziehung. Hinzu kam, dass Faulhaber bereit und in der Lage war, den Drehmomentsensor in kürzester Zeit zu entwickeln. Das war sehr wichtig für unser Projekt.»

Reha Assist GmbH
DE-59759 Arnsberg, Tel. +49 2932 9397 0
kontakt@reha-assist.com
FAULHABER MINIMOTOR SA
6980 Croglio, Tel. 091 611 31 00
info@faulhaber.ch

Der Drehmomentsensor gehört vorerst nicht zu den Serienprodukten und wurde bisher nur für die beschriebene Anwendung in kleiner Stückzahl gefertigt. Weitere Einsatzgebiete sind aber überall dort denkbar, wo sehr genaue Drehmomentwerte gemessen werden müssen, zum Beispiel in haptischen Anwendungen wie der Roboterassistenz im Operationssaal, wo der Chirurg das Instrument führt und die Maschine für Kraft und Präzision sorgt. Der Sensor kann aber auch eine Schutzfunktion übernehmen und zur Drehmomentbegrenzung verwendet werden. Ausserdem ist er perfekt für die Dokumentation in der Qualitätssicherung geeignet. (jvo)

Für den Dauerbetrieb in rauer Umgebung

Der CNC-Spezialist Num bringt eine Baureihe von Linearmotoren auf den Markt, die speziell für Anwendungen in Werkzeugmaschinen ausgelegt sind. Die flüssigkeitsgekühlte Konstruktion ist für Anwendungen im 24/7-Betrieb konzipiert, das Primärteil ist vollständig in einem Gehäuse aus Edelstahl gekapselt.

Bisher wurden die meisten Linearmotoren auf dem Markt für die allgemeine Automatisierung mit schnellen A-B-Positionierungsfähigkeiten, dabei aber für relativ niedrige Arbeitszyklen entwickelt. Num hat bei der neuen Motorengeneration einen bewusst vorsichtigen Planungsansatz gewählt und gewartet, bis der Markt ausgereift war, bevor ein Linearmotor entwickelt wurde, der ausdrücklich für den Dauerbetrieb in der rauen Umgebung moderner Werkzeugmaschinen vorgesehen ist.

Die neue LMX-Motorenserie verfügt über eine Reihe von Merkmalen, die dazu beitragen, die den schwierigen Betriebsbedingungen geschuldeten Anforderungen zu erfüllen. Ihr Primärteil inklusive Spule ist vollständig in einem robusten Edelstahlgehäuse gekapselt. Der integrierte Kühlkreislauf, optimiert für maximale Durchflussraten, erlaubt die Verwendung von Kühlflüssigkeiten mit niedriger spezifischer Wärmekapazität. Die Motoren haben eine kurze Polteilung, um die Kraftdichte zu erhöhen, die Rastmomente zu minimieren und die Wärmeverluste zu verringern.

LMX-Linearmotoren bestehen aus einer Metallschiene mit mehreren eingebetteten Seltenerdmagneten und einer Spulenbaugruppe, die von einer vom Kunden bereitgestellten Führungsschiene getragen wird. Ein wesentliches Merkmal der Motoren ist, dass sie für den Betrieb mit einem vergleichsweise grossen Luftspalt von 1 mm ausgelegt sind. Damit verringern sich die Auswirkungen von Montagetoleranzen auf die Leistungsmerkmale. Bei den meisten WMZ-Anwendungen wird die Schiene stationär angebracht, und die Spulenbaugruppe ist frei beweglich. Aber auch die umgekehrte Montageanordnung ist mit ähnlichen Leistungsmerkmalen machbar.

Die LMX-Motoren eignen sich laut dem Hersteller für den Einsatz mit sinusförmigen, bürstenlosen Dreiphasen-Antrieben und sind besonders kosteneffizient, wenn sie mit den Drive X- oder den neuen DrivePro-Antrieben des Unternehmens kombiniert werden. Die beiden Hochleistungsantriebsfamilien zeichnen sich durch ein hohes Mass an Funktionsintegration aus, gehören gemäss Anbieter zu den kompaktesten auf dem Markt und bieten umfangreiche Optionen zur sicheren Bewegungsüberwachung und –steuerung, was das Engineering vereinfacht.

Die mit moderner System-on-Chip (SoC)-Technologie ausgerüsteten Antriebe basieren auf einem Multi-Core-ARM-Prozessor und verwenden eine reine Hardware-Programmierung, um Latenzzeiten des Betriebssystems zu eliminieren. Sie dürften vor allem für OEM interessant sein, welche die maximale Performance der Motoren ausschöpfen wollen.

Damit stellt Num jetzt neben seiner bestehenden breiten Palette von Elektromotoren, darunter Spindel-, Servo-, Torque-, Synchron- und Asynchron-Modelle, jetzt auch Linearmotoren bereit. (msc)

Num bietet mit der LMX-Serie eine Baureihe von Linearmotoren an, die speziell für Anwendungen in Werkzeugmaschinen mit Dauerbetrieb ausgelegt sind. *(Bild: Num)*

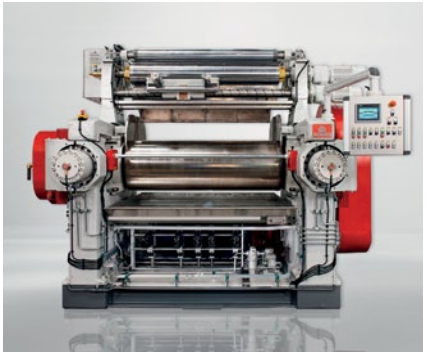
NUM AG
9053 Teufen, Tel. 071 335 04 11
sales.ch@num.com

Gummimaschinen effizient erneuern

Höchste Wirtschaftlichkeit, ein Arbeitsschutz nach neuesten Standards und eine platzsparende Bauweise – das sind die drei wesentliche Ziele, die Deguma mit seinem neuen Antriebssystem «Deguma efficiency», das bis zu 30 Prozent Energiekosten einsparen soll, verfolgt.

In allen Bereichen der Industrien rückt das Thema der Nachhaltigkeit immer mehr in den Vordergrund. Nachhaltigkeit ist elementar für die Gesellschaft, Ökologie und Ökonomie, und auch der Maschinenbau kann hier ein wichtiges Zeichen setzen. Mit Deguma efficiency hat sich der Maschinenbauer aus Geisa in Thüringen diesem Thema angenommen und unter anderem zum Ziel gesetzt, die Laufzeit älterer Maschinen deutlich zu erhöhen und gleichzeitig deren Energieverbrauch erheblich zu reduzieren. Laut dem Walzwerk-Spezialisten sind Energiekosteneinsparungen von bis zu 30 Prozent möglich. Grundlage ist ein neues Antriebssystem mit modernster Technik. Das ist nicht nur nachhaltig, sondern erhöht mittelfristig auch die Wirtschaftlichkeit der Produktion, denn eine Amortisierung ist schon nach fünf Jahren möglich.

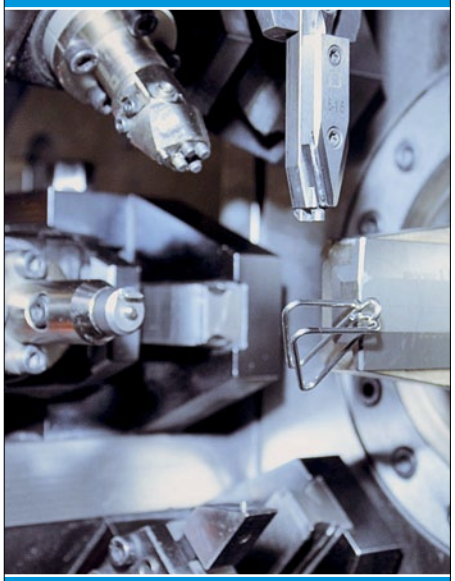
Im Vordergrund des Konzepts steht das Ausstatten der Maschinen mit Torque-Motoren, hochpoligen permanent erregten Synchron-Direktantrieben. Diese Antriebe leisten bereits bei niedrigster Drehzahl maximale und konstante Drehmomente bei gleichzeitig höchster Wirtschaftlichkeit. Neben der Energieeffizienz kommt Deguma mit diesem Konzept der Nachfrage nach umfassendem Arbeitsschutz und platzsparender Bauweise nach. Den Anwendern kommen bei den Walzwerken moderne Sicherheits-SPS zugute, basierend auf Siemens-S7-Komponenten in Verbindung mit einem grossen, schwenkbaren Siemens-HMI-Comfort-Panel sowie Fernwartungsrouter. Deguma achtet dabei streng darauf, dass die Sicherheitsrichtlinien für Mischwalzwerke mit der aktuell gültigen Fassung der EN 1417:2015 erfüllt sind. Die Gebrauchtmaschinen punkten mit einer kompakten Bauweise und der massiven Minimierung (circa 85 Prozent) der eingeleiteten Kräfte in den Rahmen der Maschine. Ausserdem unterstützt das Unternehmen auf diese Weise die Anwender dabei, Ressourcen- und Kosteneffizienz zu verknüpfen. (jvo)



«Deguma efficiency» ist ein energieeffizientes Antriebssystem, das älteren Maschinen ein um bis zu 40 Jahre längeres Leben verleiht. *(Bild: Deguma)*

DEGUMA-SCHÜTZ GmbH
DE-36419 Geisa, Tel. +49 36967 761-0
deguma@deguma.com

FEDER-
FÜHREND



Unser hoher Automationsgrad erlaubt die Fertigung einfacher wie auch komplexer Federn und Drahtbiegeteilen. Kostengünstig und genau.

EFFIZIENT,
KOMPETENT,
ERFAHREN.

THÜR
Swiss Spring Technology

Individuell und schnell.

Thür + Co. AG
Riedwiesenstrasse 16-18
Industrie Aegert CH-8305 Dietlikon
Tel. 044 807 44 11 Fax 044 807 44 00
info@thuer-co.ch www.thuer-co.ch

Hybridlösung für den Schienenverkehr

Mit einem Hybridantrieb lässt sich der Treibstoffverbrauch von Schienenfahrzeugen im Fahrleitungsbau und -unterhalt halbieren. Und die leistungsstarken Batterien erlauben es, die Arbeitsgeräte und Werkzeuge rein elektrisch zu betreiben. Die Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) setzen dabei auf eine Gemeinschaftsentwicklung der Späni Elektro-Mechanik AG und Tafag AG, bei der ein Siemens-Synchronmotor zur Einsatz kommt.

Sie gehören zu den 5000 Kilometern des Schweizer Eisenbahnnetzes wie die Luft zum Atmen: die Fahrleitungen. Ohne diese «Lebensadern der Bahn» geht nichts. 2019 haben die SBB und weitere Bahnbetreiber 2323 Gigawattstunden Strom über diese Leitungen bezogen – was dem jährlichen Stromverbrauch von etwa 1,1 Millionen Personen in der Schweiz entspricht. Damit der Bahnbetrieb – täglich verkehren auf dem SBB-Netz mehr als 10 000 Züge – zuverlässig und sicher funktioniert, müssen die Fahrleitungen regelmässig inspiziert, gewartet und gegebenenfalls repariert oder ersetzt werden. Dabei kommen spezielle Wartungsfahrzeuge zum Einsatz, die Hebebühnen, Kräne, Maschinen und das erforderliche Material auf den Unterhaltsabschnitt befördern – in der Regel nachts, wenn der Fahrplan pausiert. Eine Lokomotive zieht die Wartungsfahrzeuge zur Baustelle, wo sie mit Dieselmotoren betrieben werden. Da die Fahrleitungen während der Arbeiten ohne Strom sind, laufen die Motoren nicht selten die ganze Nacht – mindestens im Standgas. Denn mit dem fossilen Brennstoff werden nicht nur das Fahrzeug bewegt, sondern auch Generatoren für Unterhaltsgeräte, wie Schweissgeräte und die Heizung im Wageninnern, betrieben. Diese CO_2-Emissionen möchten die SBB nun massiv verringern. Ihre Klimastrategie sieht vor, bis 2040 die Treibhausgasemissionen um über 90 Prozent zu senken. Bei der jüngsten Generation der Wartungsfahrzeuge gehen die SBB deshalb neue Wege: Seit kurzem sind für Fahrleitungsarbeiten fünf Hybrid-Schienenfahrzeuge im Einsatz, angetrieben von einem Siemens-1PH8-Simotics-M Kompakt-Synchronmotor mit vier Lithium-Ionen-Batterien. Diese können sowohl im Depot als auch mit einem Dieselgenerator auf der Baustelle geladen werden.

Ein 1PH8-Simotics-M-Kompakt-Synchronmotor mit einer Leistung von 69 kW bewegt das hybride Wartungsfahrzeug der SBB. *(Bilder: Siemens)*

Nicht alles an den hybriden Wartungsfahrzeugen sei neu, verrät Ralph Kessler, CEO beim Automationsspezialisten Späni Elektro-Mechanik AG, der gemeinsam mit dem Maschinenbauer Tafag AG die Hybridfahrzeuge entwickelt und gebaut hat. «Der Unterbau besteht aus einem ehemaligen Güterwagen. Dieser wurde komplett restauriert, abgeschliffen und neu lackiert. Eine Achse des Wagens entfernten wir und setzten dafür einen 69-kW-Simotics-Kompakt-Synchronmotor ein.» Ein Vorteil dieser Lösung: Die Wagen sind bereits zertifiziert. Eine komplette Neuentwicklung und die Beschaffung aller Zulassungen wären mit sehr hohen Kosten verbunden gewesen.

Auf der hinteren Seite des Fahrzeugs, das sich mit maximal 20 km/h bewegt, befindet sich der Werkzeugaufbau – zum Beispiel eine Hebebühne für das Personal oder ein Kran, um Material zu heben. Ein Materialschrank beherbergt kleinere Utensilien für den Unterhalt. Den vorderen Wagenbereich belegt das sogenannte Energiemodul, ein

Im Energiemodul des Hybridfahrzeugs befinden sich der Führerstand, die Leistungselektronik, Antriebe und Batterien. Gefahren wird das Schienenfahrzeug mit einem übersichtlichen Simatic HMI.

stattlicher Aufbau, in dem sich auch der Führerstand befindet. Darin untergebracht sind ein 15-kW-Dieselgenerator mit einem Partikelfilter, das Sinamics-S120-Antriebssystem, die vier Batterien, die Leistungselektronik mit zwei S7-Steuerungen für den Betrieb und das Batteriemanagement, die gesamte Hydraulik sowie die Brems-Pneumatik.

Den Strom für den Elektromotor liefern vier 33-kWh-Lithium-Ionen-Batterien. Der Hybridantrieb reduziert aber nicht nur den Treibstoffverbrauch und verbessert so die Umweltbilanz, sondern trumpft mit der Möglichkeit auf, ein 30-kW-Inselstromnetz auch bei ausgeschaltetem Generator zu betreiben. Die Geräte für die Reparatur- und Unterhaltstätigkeiten können direkt am Waggon in 32-Ampère-Steckdosen eingesteckt werden. Die Batterien werden hauptsächlich im Depot mit erneuerbarer Energie geladen. Der Dieselgenerator mit zwei 130-l-Tanks kommt nur ausnahmsweise zum Einsatz, beispielsweise wenn kein Ladeplatz zur Verfügung steht.

Die Umsetzung dieser zukunftsträchtigen Komplettlösung, die auf Standardkomponenten basiert, entpuppte sich als spannendes Lernfeld für alle Beteiligten. Kessler und sein Team erinnern sich an die rund 15-monatige Entwicklungsphase: «Durch die intensive Zusammenarbeit mit Siemens konnten wir sehr viel Know-how im Bereich der Hybridtechnik aufbauen.»

Die ersten Fahrten mit den neuen Unterhaltfahrzeugen sind vielversprechend. Kessler schätzt, dass der neue Dieselmotor 50 Prozent weniger Treibstoff verbraucht als der frühere grössere Motor, der zudem viel Zeit im wenig effizienten Standgas verbrachte.

Heute wird der Verbrennungsmotor, wenn überhaupt, ausschliesslich für das Laden der Batterien verwendet und läuft stets im idealen Betriebspunkt; sogar seine Restenergie fliesst in die Batterien. Sobald diese genügend geladen sind, stellt der Motor automatisch ab, und das Fahrzeug funktioniert wieder vollelektrisch. Der Hybridantrieb vereint die Vorteile von Elektro- und Verbrennungsantrieb und ist somit wie geschaffen für den Einsatz bei Fahrleitungsarbeiten.

(jvo)

Schweizerische Bundesbahnen SBB
3000 Bern 65, Tel. 0848 44 66 88
www.sbb.ch
SPÄNI Elektro-Mechanik AG
8852 Altendorf, Tel. 055 451 55 22
info@elektro-spaeni.ch
Tafag AG
6410 Goldau, Tel. 041 855 25 02
info@tafag.ch
Siemens Schweiz AG, Digital Industries
8047 Zürich, Tel. 0848 822 844
industry.ch@siemens.com

05.–07. SEPTEMBER 2023 BERN
SINDEX
MASSGEBEND IN TECHNOLOGIE

SINDEX 2023: HOTSPOT FÜR INDUSTRIELLE AUTOMATISIERUNG

Die SINDEX bringt als führende Branchenplattform alle relevanten Akteure zusammen und ermöglicht Lösungsfindung, Beratung, Kunden- und Imagepflege, Wissenstransfer, Leadgenerierung und Dialog – live und digital.

Jetzt informieren, anmelden und profitieren.

Veranstalterin
BERNEXPO GROUPE
Patronatspartner
swissT.net swiss technology network
GOP

Wer schrubbt so spät durch Nacht und …

Da der Einsatz autonomer Fahrsysteme in industriellen Lagerhallen und Fabriken stetig zunimmt, gewinnt auch die gründliche Bodenreinigung immer mehr an Bedeutung. Die Cleanfix Reinigungssysteme AG bietet hier entsprechende Lösungen an und setzt bei den Fahrantrieben des Reinigungsroboters «RA660 Navi», der rund um die Uhr betrieben werden kann, auf intelligente Antriebslösungen von Dunkermotoren.

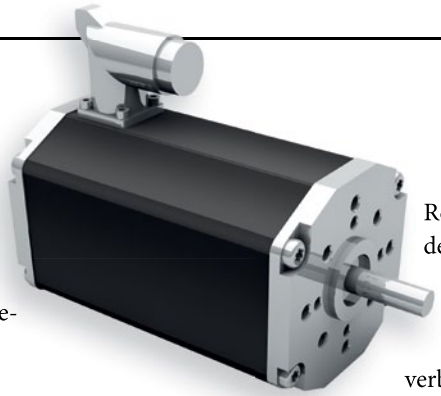
Dunkermotoren, einer Marke von Ametek Advanced Motion Solutions, entwickelt und produziert seit über 70 Jahren Antriebslösungen für vielfältige Anwendungsbereiche und ist eigenen Angaben zufolge Weltmarktführer für smarte BLDC-Motoren mit integrierter Elektronik. Dank der jahrelangen Erfahrung mit AGVs und anderen autonom fahrenden Transportmitteln, die bisher überwiegend in der Industrieautomatisierung zum Einsatz kamen, konnte Dunkermotoren Cleanfix bei der Realisierung des RA660 Navi mit wertvollem Know-how zur Seite stehen. Von Flughäfen und Bahnhöfen über Produktions- und Lagerhallen in Industrieunternehmen bis hin zu Krankenhäusern und Immobilien des öffentlichen Lebens ermöglicht der Scheuersaugroboter hygienische Flächenreinigung rund um die Uhr und arbeitet dabei komplett autonom.

Mit dem Einzug der Robotik in der Gebäudereinigung setzt Dunkermotoren gemeinsam mit der Cleanfix Reinigungssysteme AG neue Massstäbe. *(Bild: Cleanfix)*

Nach einmaligem Kartieren der Umgebung navigiert der Reinigungsroboter mithilfe seines Navigationssystems selbstständig und sicher durch den zu reinigenden Raum. Beim Reinigungsvorgang kommen drei einzeln befeuchtete Scheibenbürsten oder Pads zum Einsatz, die durch aktives Schrubben selbst hartnäckige Verschmutzungen entfernen. Eine eingebaute Saugeinheit nimmt das verwendete Wasser wieder auf und trocknet die Fläche so unmittelbar nach der Reinigung. Eventuelle Gegenstände oder Personen auf dem Fahrtweg werden durch eine Kombination aus verschiedenen Sensoren (Laserradar/LiDAR, Ultraschall, Frontbumper) frühzeitig erkannt und präzise umfahren.

Aufgrund seiner kompakten Grösse und der runden Form kann der Reinigungsroboter auf der Stelle drehen und erreicht Stellen, die eine gewöhnliche Aufsitz-Scheuersaugmaschine aufgrund der Frontlenkung nicht reinigen könnte. Darüber hinaus ermöglicht der RA660 Navi eine mehrfache und kontinuierliche Reinigung selbst vielbegangener Flächen rund um die Uhr, wodurch die bereichsübergreifende Schmutzverteilung von Spänen oder Ölen, zum Beispiel im Produktionsbetrieb, um bis zu 50 Prozent reduziert werden kann.

Die Präzision des Fahrantriebs spielt bei dem Reinigungsroboter eine entscheidende Rolle. Cleanfix setzt dabei auf eine Antriebskomplettlösung von Dunkermotoren. Bestehend aus einem Motor mit integrierter Elektronik, einem Planetengetriebe und einer Bremse wird sie allen Anforde-



In den Scheuersaugrobotern «Cleanfix RA660 Navi M» und «Cleanfix RA660 Navi XL» kommen bürstenlose Gleichstrommotoren (BG 65 S) von Dunkermotoren zum Einsatz. *(Bild: Dunkermotoren)*

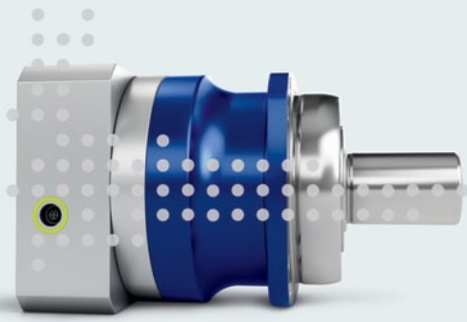
rungen an Intelligenz und Steuerung durch entsprechende Programmierung gerecht und bewegt den RA660 Navi zuverlässig über die Fläche. Jedes Antriebsrad wird von einer eigenen Antriebseinheit bewegt. Der bürstenlose Gleichstrommotor «BG 65 S» ist mit bis zu 199 Watt ein wahres Kraftpaket und dabei besonders robust und kompakt gebaut. Ein verstärktes Getriebe ermöglich die Aufnahme der hohen Drehmomente, die zum Beispiel bei einem Notstopp auftreten. Die gesamte Antriebseinheit mit Motor, Elektronik, Getriebe und Bremse misst dabei gerade einmal eine Länge von knapp 28 cm bei einem Durchmesser von 6,5 cm. Der Antrieb erreicht die Schutzart IP65, sodass er während des Nassreinigungsvorgangs des Roboters bestens vor eventuellem Spritzwasser geschützt ist. Die Elektronik mit hochauflösendem magnetischem Geber ist bei Dunkermotoren standardmässig im Motorgehäuse verbaut und nimmt so keinen zusätzlichen Platz in Anspruch.

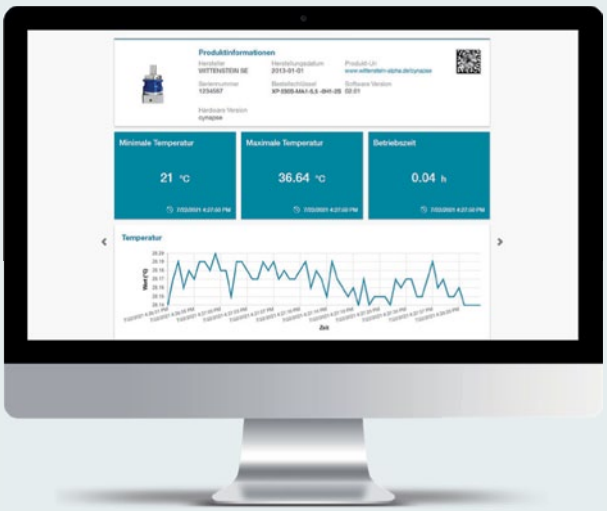
Die integrierte Elektronik ermöglicht eine hohe Positioniergenauigkeit und kann via CAN-Kommunikation die Befehle der übergeordneten Robotersteuerung präzise in die gewünschte Bewegung umsetzen. Anders als bei einer manuellen Reinigung von Hand oder mit traditionellen Reinigungsmaschinen kann der zuvor definierte Fahrtweg so mit einer konstanten Geschwindigkeit millimetergenau abgefahren werden, was die Qualität des Reinigungsergebnisses enorm verbessert. Darüber hinaus ermöglicht die integrierte Elektronik mit entsprechender Software eine kontinuierliche Zustands- und Positionsüberwachung. Dank Motion-Code von Dunkermotoren kann jeder Motor einfach in C und komplett individuell programmiert werden. Die übergeordnete Steuerung kennt die Position der Antriebsräder zu jeder Zeit während der Bewegung.

Sollten Unebenheiten im Untergrund Abweichungen vom vorgesehenen Fahrtweg verursachen, kann der Roboter dies erkennen und den vorgesehenen Kurs durch Einstellen minimaler Differenzdrehzahlen zuverlässig beibehalten. Energieraubende Überschneidungen im Fahrweg werden vermieden, was, abhängig von der Umgebung, eine Flächenleistung von um die 1250 Quadratmeter pro Stunde ermöglicht. (jvo) ■

Cleanfix Reinigungssysteme AG
9247 Henau-Uzwil, Tel. 071 955 47 47
info@cleanfix.com
Dunkermotoren GmbH
DE-79848 Bonndorf, Tel. +49 7703 930 0
info@dunkermotoren.de

Smart Services mit cynapse





Collect. Analyze. Visualize.

Ihr Schritt in die digitale Welt: Getriebe mit cynapse erfassen eigenständig Betriebsdaten. In Verbindung mit unseren Smart Services ermöglichen wir Ihnen eine einfache Analyse und Verarbeitung Ihrer Maschinendaten.

- **cynapse Monitor:** Visualisierung des Betriebsverhaltens
- **Data Gateway:** Sensordatenintegration und -verarbeitung
- **cynapse Teach-In:** Schwellwertermittlung
- **Anomaly-Check:** Abweichungserkennung

Erfahren Sie mehr: www.wittenstein-alpha.de/cynapse

WITTENSTEIN | alpha

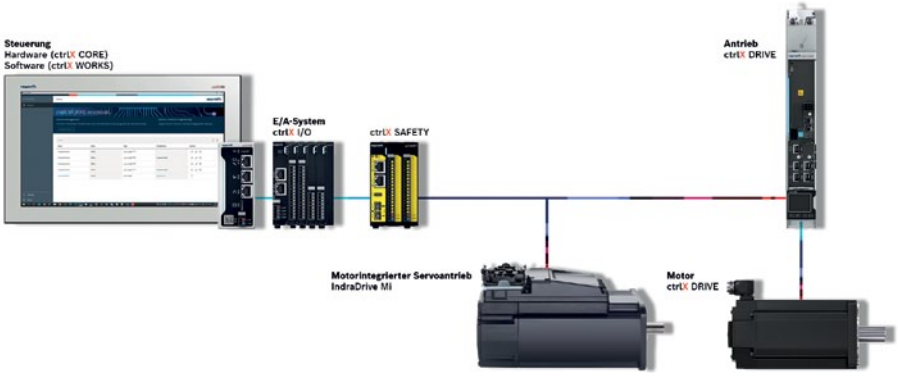
WITTENSTEIN alpha – intelligente Antriebssysteme
www.wittenstein-alpha.de

(Bild: matusciac/Depositphotos)

Schaltschranklos und offen für die Intralogistik

Ein optimal geplanter Produktionsprozess ist ohne die entsprechende Organisation der Logistik nur halb so viel wert. Bosch Rexroth hat daher mit der ultrakompakten, dezentralen Antriebstechnik «IndraDrive Mi» eine Lösung im Portfolio, die maximale Flexibilität bei minimalem Platzbedarf ermöglicht. Dabei bietet sie hohe Einsparpotenziale in puncto Verkabelung und Energieverbrauch. Kombiniert mit der ebenfalls sehr kompakten Steuerung «ctrlX Core» ergibt sich eine unschlagbare Gesamtlösung.

Schaltschrank komplett einsparen, bis zu 90 Prozent Verkabelungsaufwand reduzieren und 100 Prozent weniger Energieverbrauch für die Schaltschrankkühlung – diese Effekte erzielt die schaltschranklose Variante der Antriebstechnik IndraDrive Mi. Sie passt sich an alle Rahmenbedingungen an. Das grundlegende Konzept ist dabei die Verschmelzung von Antriebselektronik und Motor zu einer integralen Einheit. Diese schaltschranklose Variante lässt sich auch mit schaltschrankbehafteter Technologie kombinieren. IndraDrive Mi bietet demnach die ideale Lösung für alle Anwendungen, die entweder keinen oder nur wenig Platz für einen Schaltschrank haben.



Mit der schaltschranklosen Variante der Antriebstechnik «IndraDrive Mi» sparen Anwender bis zu 90 Prozent Verkabelungsaufwand ein. *(Bilder: Bosch Rexroth)*

In der Intralogistik ist IndraDrive Mi prädestiniert für den Einsatz in Regalbediengeräten und mobilen Transportsystemen, um Platz zu sparen und die Verkabelung zu reduzieren. Ein Regalbediengerät verfügt in der Regel über zwei bis sechs Achsen auf dem Lastaufnahmemittel. Das bedeutet, dass zu jedem Motor mindestens ein Kabel verlegt werden muss. Mit der IndraDrive-Mi-Technologie ist nur

das Verlegen eines einzigen Kabels erforderlich. So ist zum Beispiel ein Load Handling Device der Firma Dambach mit IndraDrive Mi ausgestattet. Der Vorteil: Es hat kein Gehäuse im Einsatz und bis zu 83 Prozent weniger Kabel, was zu Gewichts- und Platzeinsparungen führt. Das reduzierte Gewicht ermöglicht höhere Dynamik und kürzere Prozesszeiten für eine höhere Leistung des Speichersystems. Ausserdem ist durch die Multi-Ethernet-Schnittstelle zum Anschluss an verschiedene Kommunikationsprotokolle eine flexible Konnektivität gegeben.

Kombiniert mit der ultrakompakten Steuerung ctrlX Core und ctrlX Safety, laut Angaben des Herstellers die reaktionsschnellste und kompakteste Sicherheitslösung auf dem Markt, ergibt sich eine einzigartige Lösung. Denn ctrlX Core verbindet durch die App-Technologie die OT- mit der IT-Welt. Für die Digitalisierung sind alle Daten im ctrlX Data Layer vorhanden und können einfach genutzt werden. Auf der anderen Seite steht für den Automationsteil ein leistungsfähiger Motion-Kernel mit allen benötigten Funktionen zur Verfügung. All dies kann auf grafische Weise programmiert werden und vereinfacht zum Beispiel die Bewegungsprogrammierung erheblich.

Verbunden werden ctrlX Core, ctrlX Safety und IndraDrive mit dem Feldbus EtherCat. Dabei ist eine volle Integration von IndraDrive in den Motion-Kernel der ctrlX Core möglich. So trifft also schaltschranklose Antriebstechnik auf zukunftssichere und offene Steuerungstechnik.

Verschiedene Kunden von Bosch Rexroth setzen bereits auf diese praktische Gesamtlösung. Sie kommt beispielsweise für ein mobiles Transportsystem für Regalbediengeräte und Fördertechnik zum Einsatz. Geringer Energieverbrauch bei hohem Durchsatz ist bei einer derartigen Lösung erforderlich. Alle Komponenten sind dabei komplett im Transportsystem verbaut. Die Steuerung, die Antriebstechnik und Safety sind hier kompakt miteinander vereint. Die DC-Bus-Leistung erfolgt mit IndraDrive Mi und Powercaps. Powercaps sind Speicher, welche die Vorteile von Batterien und Superkondensatoren vereinen. Mit ctrlX Core ist die einfache grafische Programmierung möglich, und Anwender erhalten alle nötigen Bausteine, um rasch Änderungen am Code vorzunehmen. Ein webbasiertes HMI sorgt für eine gute Übersichtlichkeit und Bedienung.

Durch die einzigartige App-Technologie verbindet die kompakte Steuerung «ctrlX Core» die OT- mit der IT-Welt.

Mit «ctrlX Safety» bietet Bosch Rexroth eigenen Angaben zufolge die reaktionsschnellste und kompakteste Sicherheitslösung am Markt.

Dieses Einsatzszenario steht exemplarisch für die Vorteile, die sich aus der Kombination der einzelnen Rexroth-Komponenten zu einer bedarfsgerechten und wirtschaftlichen Gesamtlösung ergeben. Ein wesentlicher Effekt ist immer eine Verschlankung der Prozesse und des Platzbedarfs im Sinne des Lean Manufacturing. (jvo)

Bosch Rexroth Schweiz AG
8863 Buttikon, Tel. 055 46 46 111
info@boschrexroth.ch

Wir verbessern uns immer weiter, um Ihnen ein **Plus** anzubieten

BETRIEBSKOSTEN
werden mit TMB+ Torque-Motoren reduziert und machen die Direktantriebstechnologie für viele Applikationen zugänglich.

TMB+ LEISTUNGEN
sind erhöht mit einer bis zu 20% größeren Drehmomentdichte, bei bis zu 30% reduzierten Leistungsverlusten.

UMFANGREICHE PRODUKTPALETTE
mit neuen Motorgrössen, aktiven Längen und Wicklungsvarianten ermöglicht eine flexiblere Maschinenkonstruktion.

ETEL

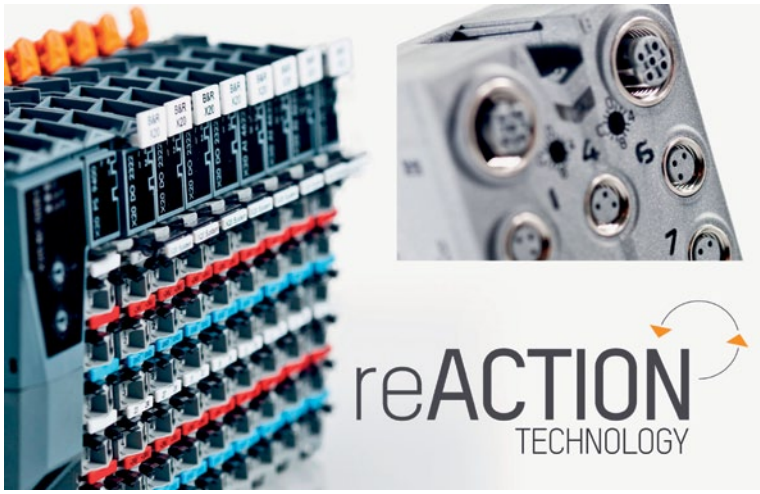
ETEL widmet sich zu 100% der Direktantriebstechnologie. Unsere umfangreiche Produktpalette an Linear- und Torque-Motoren, Positionsreglern und Bewegungssteuerungen sowie High-End Motion Systems bietet eine Auswahl, welche Ihren Anforderungen entspricht. Die Prozessverbesserung nach der Sie gesucht haben ist nun verfügbar.

HEIDENHAIN (SCHWEIZ) AG • T: +41 44 806 27 27 • verkauf@heidenhain.ch **www.etel.ch**

Automatisierung muss nicht teuer sein

In vielen Branchen gibt es zeitkritische Prozesse, deren exakte Bearbeitung entscheidend für die Produktqualität und die Produktionsgeschwindigkeit sind. Selbst Hochleistungssteuerungen können da an ihre Grenzen stossen. Mit der «reAction Technology» bietet B&R eine einfache und kostengünstige Möglichkeit an, mit standardisierter Hard- und Software die Reaktionszeit in der Automatisierung auf bis zu einer Mikrosekunde zu senken.

Abfüllprozesse in der Nahrungsmittelindustrie sind meist zeitkritisch. Die Ventile und analogen Sensoren müssen in Echtzeit synchronisiert werden, um hohe Produktionsqualität und -geschwindigkeit zu erreichen. Ähnliche Anforderungen gibt es an Verpackungsmaschinen bei der Positionierung von Klebepunkten oder Lasermarkierungen, bei Sortieraufgaben im Recyclingbereich oder bei der Laserbearbeitung von Metallen. «Um die in solchen Anwendungen geforderten kurzen Reaktionszeiten zu erreichen, wird traditionell auf teure Spezialhardware zurückgegriffen», berichtet Andreas Hager, Product Manager Control Systems bei B&R Industrial Automation GmbH.



B&R bietet «reAction Technology» sowohl für die I/O-Module der «X20»-Reihe als auch für die «X67»-Reihe an (rechts im Bild). Zusätzlich verfügen auch die Kompaktsteuerungen des X20-Systems über die neue Technologie. *(Bild: B&R)*

Mit der reAction-Technology beweist B&R, dass es auch anders geht: Damit werden im Funktionsblock-Editor des «Automation Studio» erstellte Programme direkt in den I/O-Modulen der «X20»- und «X67»-Serie ausgeführt. Die I/O-Module werden so zu «Kleinsteuerungen», die bestimmte Abläufe eigenständig abarbeiten; die geforderte Rechenleistung verteilt sich auf unterschiedliche Systeme.

Durch die Auslagerung der zeitkritischen Programme in die I/O-Module lassen sich ultrakurze Reaktionszeiten von bis zu 1 µs erreichen. Die SPS wird deutlich entlastet, und oft genügt sogar eine leistungsschwächere Steuerung. Zusätzlich ist die Reaktionszeit auch unabhängig von der Zykluszeit des Feldbusses. Durch den attraktiven Preis der reAction-Module wird die schnelle Automatisierung nun auch für Maschinen rentabel, bei denen dies bisher nicht der Fall war. Dadurch kann die Produktivität durch Optimierung der Taktzeiten deutlich verbessert werden.

Ein reAction-Programm wird, wie jedes andere Steuerungsprogramm auch, mit Funktionsblöcken nach IEC 61131-3 im Automation Studio erstellt, zentral in der Steuerung gespeichert, bei Bedarf zu einem oder mehreren I/O-Modulen übertragen und dann dort abgelegt. Module lassen sich aber auch während des Betriebs mit unterschiedlichen Programmen versorgen, zum Beispiel wenn unterschiedliche Produkte verschiedene Rezepturen verlangen. Die gespeicherten Programme sind jederzeit austauschbar und auch auf neue Module übertragbar.

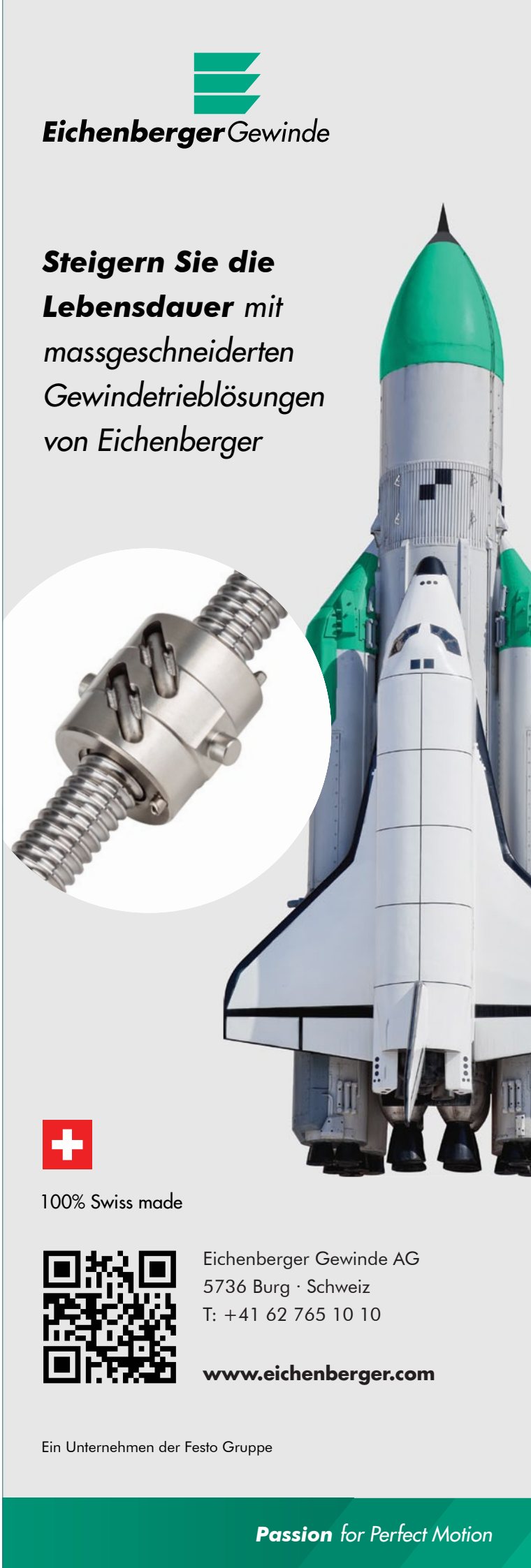
Die Liste der reAction-Funktionsblöcke wird laufend erweitert und ergänzt. Die neuen Blöcke sind einfach im Feld per Firmware-Upgrade nachladbar. Zudem kann der Anwender auf Basis bestehender Funktionsblöcke auch eigene Bausteine erstellen, um komplexe Programme besser zu strukturieren. Entwicklungsingenieure, die bisher schon mit Automation Studio arbeiten, brauchen dafür keinerlei

zusätzliche Schulung. Alle reAction-Module sind je nach Ausführung mit bis zu acht frei konfigurierbaren analogen oder digitalen Ein- und Ausgängen ausgestattet und arbeiten dann als kleine eigenständige Steuerung. «Sie verarbeiten die Eingangssignale, arbeiten das abgespeicherte Programm ab und geben die Ausgangsdaten aus», ergänzt Hager. Beim Einlesen der digitalen Eingänge kann das Programm nicht nur den aktuellen Zustand zum Zyklusbeginn ermitteln, sondern auch die exakten Umschaltzeitpunkte mit einer Auflösung von 20 ns. Ausserdem können die Module über Powerlink, X2X» oder X2X+ nicht nur mit ihresgleichen, sondern auch mit anderen X20- und X67-Modulen kommunizieren und natürlich auch Daten an die Steuerung senden. Je nach Applikation hat der Anwender die Wahl zwischen für den Schaltschrankeinbau ausgelegten Modulen in Schutzart IP20 und Ausführungen für die direkte Installation im Feld in Schutzart IP67.

Der Einsatz der intelligenten I/O-Module rechnet sich in vielen Anwendungen. Ein gutes Beispiel liefert eine Druckmaschine für Verpackungsmaterial. Hager verdeutlicht: «Sie läuft aktuell mit einer Bahngeschwindigkeit von 600 Meter pro Minute, soll aber in Zukunft durch eine schnellere Version ersetzt werden. Die Automatisierung muss also genügend Reserven haben, um eine höhere Bahngeschwindigkeit zu unterstützen.» Zunächst wird das Verpackungsmaterial bedruckt. Danach soll auf jede einzelne Verpackung per Lasermarkierer eine Seriennummer in ein dafür vorgesehenes Feld gedruckt werden. Ein Sensor erkennt die Stelle, an der die Seriennummer vom Lasermarkierer gedruckt werden soll, und erzeugt ein Digitalsignal, das von einem reAction-Modul des X20-Systems ausgewertet wird. Anschliessend erzeugt dasselbe Modul ein digitales Ausgangssignal für das Lasermarkiergerät. Um Fehler beim Beschleunigen der Maschine möglichst gering zu halten, sollten Sensor und Lasermarkiergerät möglichst nahe beisammen sein. Aufgrund der mechanischen Gegebenheiten ergibt sich ein Mindestabstand von 55 mm. Der Sensor für das Erkennen der Druckmarke ist an Kanal 1 des I/O-Moduls angeschlossen, das Startsignal für das Lasermarkiergerät an Kanal 3.

Die aktuelle Bahngeschwindigkeit wird dazu verwendet, die Vorgaben für das reAction-Modul zu berechnen. Von der Erkennung der Position durch den Sensor bis zum Start der Markierung verstreichen folgende Zeiten: 1 ms Totzeit im Sensor, 0,5 ms Filterzeit (weil kürzere Signale nicht verarbeitet werden dürfen), 0,04 ms Verarbeitungszeit durch den reAction-Task (doppelte reAction-Zykluszeit, weil das Signal im schlechtesten Fall kurz nach der Abtastung eingeht) sowie nochmal 2 ms Totzeit im Lasermarkiergerät. Damit liegt die schnellstmögliche Reaktionszeit bei 3,54 ms. Bei dem gegebenen Abstand von 55 mm ergibt sich daraus folgende Maximalgeschwindigkeit: 55 mm / 3,54 ms = 15,5 m/s = 932 m/min. Das bedeutet, dass die Druckmaschine bis zu 55 Prozent schneller fahren könnte als aktuell mit 600 m/min. Einer Version mit höherer Bandgeschwindigkeit steht damit nichts mehr im Weg. (jvo)

B&R Industrie-Automation AG
8500 Frauenfeld, Tel. 052 728 56 00
office.ch@br-automation.com



Nachhaltigkeit in der Eisenbahnelektronik

Bei entsprechender Wartung beträgt die Lebensdauer einer Lokomotive vom Typ Re 460 bis zu 40 Jahre. *(Bilder: SBB)*

Das Rollmaterial, das heute in der Schweiz fährt, ist für eine Lebensdauer von 25 bis 40 Jahre konzipiert. Die digitalen Systeme der Züge sind jedoch nur für einen Lebenszyklus von rund 20 Jahren ausgelegt. Die SBB AG und die Fachhochschule Nordwestschweiz starten deshalb eine strategische Partnerschaft für die Lebenszyklus-Verlängerung der digitalen Systeme.

Heute fahren diverse Arten von Personen- und Güterzügen auf dem SBB-Schienennetz. Schienenfahrzeuge sind langlebig: In der Schweiz sind sie für einen Betrieb von 25 bis 40 Jahren ausgelegt. Das Beispiel der Lokomotive Re 460 zeigt, dass bei guter Wartung und Pflege selbst ein Betrieb von 40 Jahren übertroffen werden kann. Der langjährige Einsatz von Fahrzeugen hat betriebliche Vorteile:

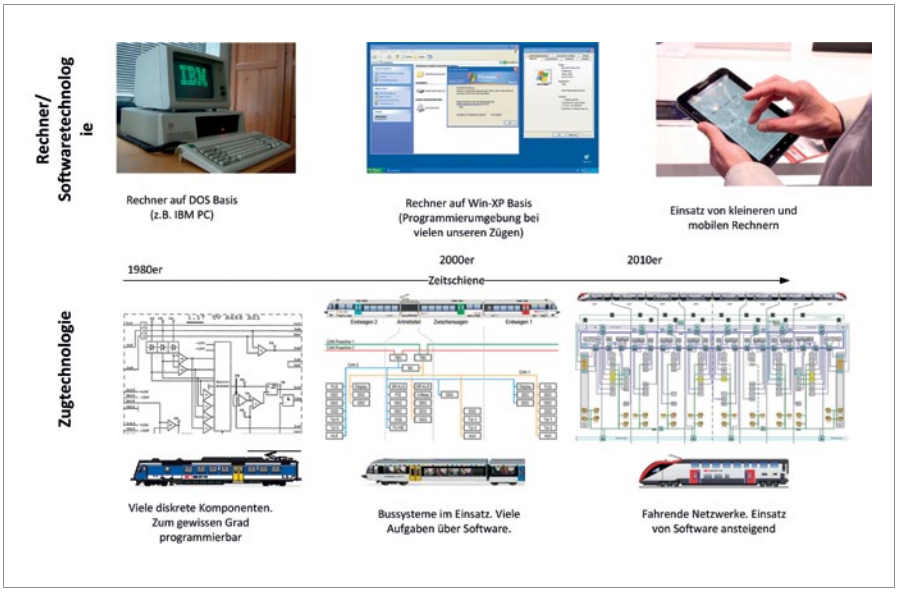
- Neues Rollmaterial ist eine Grossinvestition und bindet beim Integrieren in den Regelbetrieb erhebliche interne Ressourcen.
- Jede neue Flotte erfordert hohen Initialaufwand für die Wartungsorganisation in Form von Personalschulung, Anpassung der Logistikkette und Integration von Spezialwerkzeugen.
- Wartungsarbeiten können mit Erfahrung aus dem Langzeitbetrieb zielgerichteter und effizienter geplant werden.

Diese Faktoren zeigen, dass eine lange Betriebsdauer des Rollmaterials im Interesse des Betreibers und aufgrund des Minderverbrauchs an Ressourcen im Vergleich zu einer Neubeschaffung auch energetisch nachhaltig ist.

Schon bevor der Begriff «Nachhaltigkeit» in aller Munde war, wurden Bahnen der SBB nach diesem Konzept betrieben. Heute ist dies selbstverständlich. Aber was heisst Nachhaltigkeit im Rollmaterialbereich überhaupt? Schöne Plakate, für Nachhaltigkeit werben, sind das eine. Diese tatsächlich zu realisieren und langfristig zu gewährleisten, ist das andere. Dieser Beitrag zeigt auf, wie die SBB im Bereich Nachhaltigkeit, bezogen auf die Zugsteuerung, vorgehen

und welche Stossrichtungen vorgesehen sind, um diese zu verbessern.

Mithilfe von Digitalisierung und entsprechender Kommunikation werden Schienenfahrzeuge immer flexibler und energieeffizienter, aber auch komplexer im Unterhalt. Seit etwa 20 Jahren verlagern sich die Aufgaben der Zugsteuerung und -regelung von der manuellen in die Software-Ebene – Tendenz stark steigend, Stichwort autonome Züge. Der zentrale und meist auch günstigste Hebel, um das Verhalten eines Fahrzeugs zu optimieren oder einen Fehler zu beheben, ist die Steuerungssoftware mit all ihren Subsystemen.



Schienenfahrzeuge werden flexibler und energieeffizienter, aber auch komplexer im Unterhalt.

Mit der heutigen Komplexität hängt auch die Frage der Wartbarkeit zusammen. Es gilt die Maxime: reparieren statt entsorgen. Viele Flotten, die auf den Schienen der SBB verkehren, wurden mit Software-Tools auf der Basis von Windows XP oder sogar DOS programmiert und in Betrieb genommen. Auch die Hardware-Schnittstellen wie die PS/2, oder PCMCIA (Abb. 2) stammen noch aus dieser Epoche. Rechner auf der Basis von Windows XP mit einem PCMCIA-Slot, der für Wartungsarbeit nötig ist, haben heute schon Sammlerwert und sind äusserst rar. Ohne entsprechende Vorkehrungen – etwa der Einlagerung von Ersatzrechnern – wäre das Betriebsrisiko zu gross.

Die Strategie der SBB beinhaltet, dass die Zugelektronik – in der Fachsprache Train Control & Monitoring System TCMS genannt – über den gesamten Lebenszyklus einer Flotte technisch und wirtschaftlich wartbar bleibt und gleichzeitig die hohen Anforderungen an die «betriebliche Verfügbarkeit» erfüllt. Mit dem Begriff Wartbarkeit sind Hardware- und Software-Wartbarkeit gemeint. Bei der Hardware-Wartbarkeit liegt die Herausforderung vor allem bei der Verfügbarkeit der entsprechenden Bauteile oder der Neubeschaffung eines entsprechenden Derivates. Bei der Software-Wartbarkeit ist die Herausforderung vielschichtiger, beginnend bei der Integration der alten PC-Betriebssysteme in die Firmen-IT – inklusive Security-Aspekte – bis hin zum Know-how-Erhalt für Quellcode-Anpassungen.

Die Sicherstellung von Nachhaltigkeit von TCMS wird als eine Zusammenarbeit zwischen dem Betreiber SBB, dem Bahnhersteller und den Hochschulen angegangen. Aktuell starten die SBB und die Fachhochschule Nordwestschweiz ein angewandtes Forschungsprojekt, um das Potenzial bezüglich langfristiger Wartbarkeit von ausgesuchten Elektronikkomponenten zu untersuchen beziehungsweise den Lebenszyklus zu verlängern. Dabei stehen die folgenden Fragestellungen im Fokus:

1. Welche Fehlerbilder bei einem Elektronikfehler sind über eine gesamte Flotte erkennbar?
2. Welche Möglichkeiten bestehen, die Fehler in situ – also im eingebauten Zustand – zu identifizieren?
3. Wie lässt sich die Fehlerquelle einer als Defekt gekennzeichnete Komponente schnellstmöglich – zum Beispiel mit automatischen Tests – finden?
4. Welche Möglichkeiten bestehen, bei abgekündigten Komponenten oder Platinen Ersatz zu entwickeln?

Dabei steht die Sicherheit über allem. Eine reparierte Komponente muss zwingend die normativen und regulatorischen Anforderungen erfüllen. Wird aufgrund dieser hohen Anforderungen eine Komponente nicht repariert, werden indirekt auch Steuergelder verschwendet: Die Lebensdauer der Flotte wird reduziert, und teure werden Neubeschaffungen nötig. Die Herausforderung besteht daher darin, die Wartungsarbeiten so zu konzipieren, dass die Sicherheit des Fahrzeugs danach auf keinen Fall gemindert ist – und dies bei vertretbaren Kosten. Dies erfordert Expertenwissen und Erfahrung in vielen Bereichen: Bahnbetrieb, Sicherheitsbetrachtung, Elektronikschaltungen, Software und Zuverlässigkeitsbetrachtungen.

Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW
5210 Windisch, Tel. 056 202 99 55
info@fhnw.ch
SBB AG
3000 Bern, Tel. 0848 44 66 88
sbb.ch/

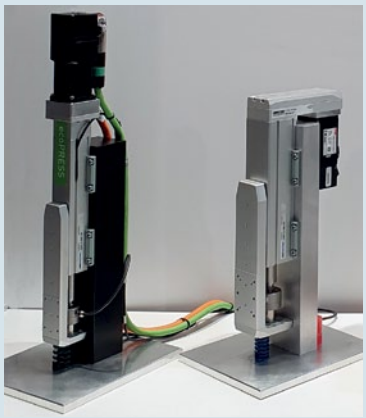
Die Herausforderungen bezüglich Reparierbarkeit, Wartbarkeit – und damit Erfüllung der hohen Anforderungen an die Verfügbarkeit – werden bei modernen Zügen, die wesentlich komplexer sind als diejenigen, welche im Rahmen der Zusammenarbeit im Fokus stehen, noch zunehmen. Deshalb zielt die Zusammenarbeit auch auf die Nachhaltigkeit bezüglich geistigen Know-hows ab, um auch in Zukunft über die benötigten Experten zu verfügen. Die Strategie für einen nachhaltigen Unterhalt ist aber unbestritten, auch wenn viele Fragen noch offen sind.

In der Zusammenarbeit von SBB und FHNW kann wertvolle praktische Erfahrung mit akademischem Wissen kombiniert und so konzentriertes Know-how für den nachhaltigen Unterhalt neuerer und zukünftiger Flotten generiert werden.

Ishan Pendharkar, FHNW, Andreas Kurmann, SBB AG

Für Füge- und Servopress-Applikationen

Die neue «ecoPRESS mini» mit 300 und 600 N Presskraft ergänzt nun die bewährte ecoPRESS-Familie von Parkem um zwei kleinere Baugrössen. Sie überzeugt laut Angaben des Herstellers gleich mit mehreren Pluspunkten: Die Kraftauflösung ist nun im kleinen Kraftbereich sehr hoch für genauste Pressvorgänge. Zudem ist sie mit 32 und 45 mm Gehäusemass äusserst kompakt und passt so in jede Applikation. Für eine hohe Steifigkeit ist die ecoPRESS mini bereits im Standard mit einem L-Schlitten und Kugelumlaufführung ausgestattet.



Die ecoPRESS-Familie ist bekannt als sehr ökonomische und ökologische Lösung und eignet sich bestens für verschiedenste Füge- und Servopress-Applikationen. Sie ist vollelektrisch, leise, wartungsarm und sehr energieeffizient. Zwölf Pressen-Funktionen, Rezeptverwaltung und Hüllkurven-Überwachung mit 16 Stützpunkten setzen fast keine Grenzen. Und das Preis-Leistungs-Verhältnis überzeugt: Dank hoher Modularität, sieben Baugrössen von 0,3 bis 14 kN und Bedienung über HMI oder Feldbus wird genau das geliefert, was benötigt wird. Ab einem planbaren Fixpreis von knapp 7000 Franken ist zusätzlich zum Pressen-Modul mit Steuerung, HMI und Kabelsatz auch Applikations-Analyse, Lebensdauerberechnung, Parametrierung sowie die gemeinsame Inbetriebnahme beim Kunden vor Ort immer mit dabei.

Parkem AG, Täfernstrasse 37, 5405 Dättwil
Tel. 056 493 38 83, info@parkem.ch, www.parkem.ch

Freie Wahl des Simulationstools

B&R hat seine Entwicklungsumgebung «Automation Studio» mit einer neuen Funktion ausgestattet. Mit «FMU Export» lässt sich Maschinencode exportieren und als SPS-Simulation in beliebige Simulationstools integrieren. So können Simulationsexperten in ihrem gewohnten Software-Ökosystem arbeiten. Das spart Zeit und Ressourcen in der interdisziplinären Entwicklung. Alle benötigten Daten werden automatisch in einer Functional Mock-up Unit (FMU) gebündelt. Die exportierte FMU verfügt über eine standardisierte Schnittstelle. Es muss also keine separate Schnittstelle am eigenen Tool programmiert werden. Einzige Voraussetzung ist, dass das eigene Simulationstool den Standard FMI 2.0 unterstützt. FMI steht für Functional Mock-up Interface und ist ein industrieunabhängiger Standard für den Modellaustausch zwischen verschiedenen Modellierungswerkzeugen.

Datenaustausch in beide Richtungen
Bereits bisher war es möglich, mit «FMU Import» Maschinemodelle in Automation Studio zu importieren. Nun können Entwickler ihren Maschinencode auch exportieren, und zwar in das Simulationstool ihrer Wahl. Ab Automation Studio 4.12 steht FMU Export allen Nutzern von Automation Studio zur Verfügung.

B&R Industrie-Automation AG, Langfeldstrasse 90, 8500 Frauenfeld
Tel. 052 728 00 55, office@br-automation.ch, www.br-automation.ch

Absicherung von Gefahrenstellen

Leuze bringt mit «ELC 100» neue Sicherheits-Lichtvorhänge für eine zuverlässige Absicherung von Gefahrstellen auf den Markt. Die Geräte tragen zu einem kostenoptimierten Maschinendesign bei und lassen sich laut Angaben des Herstellers einfach integrieren und installieren.

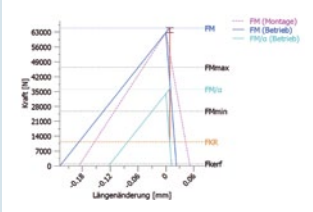
Dank ihrer hohen Auflösungen von 17 und 30 Millimetern erkennen sie Finger und Hände zuverlässig. Das Schutzfeld reicht dabei bis an den Gehäuserand. So können die Geräte bündig an Begrenzungen montiert werden ohne dass Blindzonen entstehen.

Die Gehäuse sind komplett aus Metall gefertigt. Die erhöhten Seitenwände schützen die Frontscheibe. Dank intelligenter Strahlauswertung mit Objekt-Tracking arbeiten die Geräte selbst in anspruchsvollen Umgebungen mit Spänen oder Funken zuverlässig ohne Abschaltungen. Zudem sind die Geräte besonders schock- und vibrationsfest.

Leuze electronic AG, Gründenstrasse 82, 8247 Flurlingen
Tel. 041 784 56 56, info@leuze.ch, www.leuze.ch

Optimierte Benutzeroberfläche

Mit dem KISSsoft-Modul «Schraubenberechnung» können Einschrauben- sowie Mehrschraubenverbindungen nach der international anerkannten Richtline VDI 2230 berechnet werden. Die Berechnung von hochfesten Schrauben liefert in Sekundenschnelle die für den Nachweis der Verbindung benötigten Sicherheitsfaktoren.



Im Release 2022 wurde die Benutzeroberfläche komplett überarbeitet und alle Eingaben neu angeordnet – mit dem Ziel, die Oberfläche für den Bediener so intuitiv wie möglich zu gestalten. Die meisten Untermenüs wurden entfernt, um die Eingabefelder direkt in der Oberfläche sichtbar und zugänglich zu machen. Die Eingaben sind neu thematisch getrennt – nach Eingaben für die Montage, den Eingaben für Schraube/Mutter, den Details zu den verspannten Teilen sowie den Parametern, welche die Belastung der Verbindung spezifizieren.

KISSsoft AG, Rosengartenstrasse 4, 8608 Bubikon
Tel. 055 254 20 50, info@kisssoft.ag, www.kisssoft.ag

Modulares Box-PC-System

Das Baukasten-Prinzip der Spectra PowerBox 310-i7 bietet durch die Kombination der verfügbaren Funktionserweiterungen mehr als 100 Ausstattungsvarianten. Es können beispielsweise zwei zusätzliche 10-GLAN-, vier LAN- oder PoE-Ports durch einfaches Einstecken kabelloser Multi I/O-Module in den vorbereiten Sockel realisiert werden. Die mitgelieferten Brackets ermöglichen das saubere Herausführen der Anschlüsse auch mit M12- beziehungsweise M12-X-Verschraubung. Für Erweiterungen wie WiFi, GSM, COM, USB, LAN und Firewire sowie unterschiedliche Feldbusse stehen zwei mPCIe-Sockel zur Verfügung.

Die Spectra PowerBox 310-i7 ist mit einem Intel-Core-i7-8665UE-Prozessor ausgestattet und wiegt nur 1,75 kg. Eigenschaften wie der erweiterte Temperaturbereich von -40 bis 70 °C und die Robustheit gegen Schock und Vibration ermöglichen den Einsatz im industriellen Umfeld.

Spectra (Schweiz) AG, Flugplatzstrasse 5, 8404 Winterthur
Tel. 043 277 10 50, info@spectra.ch, www.spectra.ch

Böse Überraschungen vermeiden

Wer bei der Einführung neuer Produkte oder Modellvarianten Montageprozesse aufsetzen oder anpassen muss, steckt oft in einem Dilemma: Wird der Prozess sicher funktionieren? Ist die Dokumentation hinreichend gewährleistet und kann ich mich gegen Regressansprüche absichern? Genügen meine personellen Ressourcen für eine termingerechte Umsetzung? Ein Interview mit dem Montagespezialisten Klaus Barz beantwortet drängende Fragen.

Barz ist Spezialist für Produktionsoptimierung und legt im Expert-Hub-Portal von Atlas Copco Tools dar, wie die moderne Fertigung in Übereinstimmung mit den geltenden Normen und Richtlinien in der Praxis gelingt: «Ob Armbanduhr, Elektrozahnbürste oder Windkraftanlage: Überall stecken Schrauben drin. Bevor ein Produkt gefertigt werden kann, ist viel Planungs- und Vorbereitungsarbeit zu leisten. Da wir seit Jahrzehnten in der Schraubtechnik aktiv sind, stellen wir unsere gesamte Expertise rund um die Schraubmontage auch in Form von Dienstleistungen zur Verfügung.»

Wie industrielle Anwender in Ihren Projekten nach dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik zeitgerecht, budgetgerecht und wirtschaftlich in die Fertigung starten können, ist im Beitrag zur professionellen Schraubtechnikplanung und Projektmanagement-Dienstleistungen zu lesen. Zu diesem gelangen Interessierte über den nebenstehenden QR-Code.

Atlas Copco (Schweiz) AG, Bereich Tools, Büetigenstrasse 80, 2557 Studen
Tel. 032 374 16 00, tools.ch@atlascopco.com, www.atlascopco.ch

Neue Bewegungssteuerung

Das Portfolio der «Ultimet»-Bewegungssteuerungen zielte schon immer darauf ab, eine schnelle und zeitdeterministische Kommunikation über den proprietären Echtzeit-Kommunikationsbus («Transnet») von Etel zu gewährleisten, unabhängig von der Anzahl der vorhandenen Geräte. Die bestehende Palette von «Ultimet Light» deckte diesen Bedarf erfolgreich ab und bietet gleichzeitig Synchronisations- und Interpolationsfunktionen für Mehrachs- Applikationen. Durch immer anspruchsvoller werdende Prozesse werden die Architekturen der Bewegungssteuerung immer komplexer. In solch komplexen Architekturen erfordert die gegenseitige Abhängigkeit verschiedener Parameter mehr Echtzeit-berechnungsfähigkeiten und komplexere Steuerungsalgorithmen, um schliesslich das erforderliche Leistungsniveau zu erreichen.

Mit «Ultimet Advanced» erweitert Etel das bestehende Produktportfolio im High-End-Bereich. Mit einem eingebetteten Echtzeit-Betriebssystem und einem Vierfach-Prozessor, von dem ein Kern vollständig für die Ausführung von Anwendercodes reserviert ist, ermöglicht dieser Motion Controller neue Leistungsniveaus durch fortschrittliche Steuerungsalgorithmen. Neben dem Zugewinn an reiner Rechenleistung bietet der Ultimet Advanced viel mehr Schnittstellenmöglichkeiten, um die Motion-Control-Strategien mit einer grösseren Anzahl von Parametern und Messgeräten zu verknüpfen. Die zusätzliche Rechenleistung ermöglicht auch eine weitaus umfangreichere Datenverarbeitung.

HEIDENHAIN (SCHWEIZ) AG, 8603 Schwerzenbach
Tel. 044 806 27 27, verkauf@heidenhain.ch, www.etel.ch

Prozesse beherrschen beim schnellen Fräsen

Helikale Zustellungen zum Schruppen von Bohrungen und Taschen sind mit dem Frässystem DAH ebenfalls möglich.

Mit den Werkzeugsystemen von Paul Horn soll der Anwender seine Zerspanprozesse nicht nur heute, sondern auch in der Zukunft produktiv und kosteneffizient gestalten können. Gerade im Werkzeug- und Formenbau spielt das wirtschaftliche und produktive Hochvorschubfräsen eine zunehmend wichtigere Rolle. Das Hochleistungsfräsen definiert sich nicht nur durch hohe Zustellungen, sondern auch durch kleine Zustellungen mit hohen Vorschüben beim Hochvorschubfräsen.

Die Herausforderungen in der Zerspanung sind vielschichtiger und anspruchsvoller geworden, und die Zerspanaufgaben haben sich gewandelt. Durch kürzere Produktlebenszyklen und Reduktion der Entwicklungszeiten werden auf einer Maschine in kürzeren Zeitintervallen mehrere unterschiedliche Bauteile gefertigt. Für den Werkzeughersteller bedeutet dies, dass er eine zielgerichtete Definition des Werkzeugsystems für die unterschiedlichen Einsatzmöglichkeiten bereithalten muss. Das heisst beispielsweise, dass das Werkzeug nicht nur zum Eckfräsen zum Einsatz kommt, sondern auch die Möglichkeit zum Eintauchen bieten sollte. Ein weiterer Aspekt sind dynamische Maschinenkonzepte. Die Verfahrgeschwindigkeiten – also die Beschleunigung und das Abbremsen – der Achsen sowie deren Synchronisation sind deutlich optimiert worden. Für verhältnismässig neue Technologien wie das Trochoidal- und Hochvorschubfräsen müssen die Werkzeugsysteme entsprechend definiert sein, um den dynamischen Belastungen standzuhalten.

Vor einigen Jahren stellte Horn sein Frässystem zum Hochvorschubfräsen vor. Die DAH-Fräser schneiden stirnseitig. Durch die Belastung in Achsrichtung ist die Werkzeugspindel vorwiegend auf Druck belastet, und die Querkräfte sind verhältnismässig niedrig. Wegen der geringen Vibrationsneigung können die Werkzeuge die hohen Belas-

Mit den Systemen DAH 82 und DAH 84 zeigt Horn eine neue Generation für das Hochvorschubfräsen. *(Bilder: Horn/Sauermann)*

tungen bei den üblichen Zahnvorschüben von fz = 1 mm bei Schnitttiefen ap bis 1,2 mm sicher aufnehmen. Der grosse Radius an der Hauptschneide der dreischneidigen Wendeschneidplatten erzeugt einen weichen Schnitt, sichert eine gleichmässige Aufteilung der Schnittkräfte und damit lange Standzeiten. Auf der Innenseite sorgt ein kleiner Schneidenradius für ein problemloses und schnelles Eintauchen. Ein Primär- und Sekundärfreiwinkel führt zu einem stabilen Keilwinkel und sehr guter Schneidenstabilität. Dank bedeutend höheren Vorschübe als beim konventionellen Fräsen ist das Zerspanvolumen beim Hochvorschubfräsen trotz der geringeren Zustelltiefen wesentlich höher, .

Ein konkretes Beispiel: Ein Horn-Kunde fertigt ein Bauteil aus 42CrMo4, vergütet auf 1000 N/mm², 14-mal schneller als bisher. Die grösste Herausforderung bestand darin, dass in einem runden Werkstücke ein Axialeinstich erfolgen musste. Der Axialeinstich misst im äusseren Durchmesser rund 240 mm, ist 40 mm breit und hat ohne Schlichtaufmass eine Tiefe von knapp 90 mm. Mit einem mit Wendeschneidplatten bestückten Vollradius-Torusfräser benötigte der Kunde zum Schruppen des Einstichs rund 100 Minuten. Die Standzeit lag bei 30 Einstichen pro Bestückung des fünfschneidigen Werkzeugs. Der hohe Zeitaufwand verlangte eine Optimierung. Die Horn-Techniker stellten den Prozess auf das Hochvorschubfräsen um. Die Schnittgeschwindigkeit ist mit vc = 150 m/min programmiert. Das Werkzeug taucht helikal mit einer kontinuierlichen Zustelltiefe von ap = 1 mm in das Werkstück ein. Die Vorschubgeschwindigkeit (Drehzahl des Bauteils) liegt bei vf = 4777 mm/min. Der Vorschub pro Zahn ist bei fz = 0,8 mm/min. Die neue Bearbeitungszeit des Einstiches beträgt jetzt nur noch sieben Minuten pro Bauteil. Die Standzeit der Wendeschneidplatten erhöhte sich auf 90 Bauteile pro Bestückung.

Im Jahr 2020 stellte Horn eine Weiterentwicklung des Werkzeugsystems zum Hochvorschubfräsen vor. Mit den Systemen DAH 82 und DAH 84 zeigt der Werkzeugherstellerjetzt eine neue Generation für dieses Fräsverfahren. Die acht nutzbaren Schneiden der präzisionsgesinterten Wendeschneidplatte bieten einen günstigen Schneidenpreis und eine hohe Wirtschaftlichkeit. Die positive Schneidengeometrie sorgt trotz der negativen Einbaulage für einen weichen und ruhigen Schnitt sowie für einen guten Spanabfluss. Die Schneidplatten bietet Horn im Substrat SA 4B an, das sich für den universellenEinsatz in verschiedenen Werkstoffen eignet. Auch hier erzeugt ein grosser Radius an der Hauptschneide der Wendeschneidplatte einen weichen Schnitt, sichert eine gleichmässige Aufteilung der Schnittkräfte und sorgt damit für lange Standzeiten. Die maximale Schnitttiefe liegt bei ap = 1,0 mm (DAH 82) und ap = 1,5 mm (DAH 84).

Das Werkzeugsystem ist laut Horn erfolgreich in den Markt gestartet. Ein Beispiel zeigt eine Anwendung aus dem Werkzeug- und Formenbau. Die Zerspanaufgabe war die Schruppbearbeitung einer Form. Der Anwender benötigte mit dem bisher eingesetzten Werkzeugsystem zum Hochvorschubfräsen rund 15 Minuten für den Bearbeitungsprozess. Mit dem Horn-System DAH 82 konnten die Horn-Techniker die Bearbeitungszeit auf unter sechs Minuten reduzieren. Dies gelang durch die Erhöhung der Vorschubgeschwindigkeit von 2500 mm/min auf nun 6900 mm/min. Neben der verkürzten Bearbeitungszeit erhöhte sich darüber hinaus auch der Standweg pro Schneidkante. (msc)

Paul Horn in der Schweiz: Dihawag
2504 Biel, Tel. 032 344 60 60
info@dihawag.ch

Produktionstechnik kompakt

Innovative Mikrowerkzeuge für die Schweiz

Mit dem umfassenden Programm an innovativen Mikro- und Spezialwerkzeuge zum Fräsen, Bohren, Reiben und Entgraten der HB microtec GmbH aus DE-Tuttlingen erweitert die Intool AG in Steinhausen ihr Portfolio. Das Schweizer Handelsunternehmen ist bereits seit vielen Jahren auf ausgewählte, hochwertige Werkzeuge und Werkzeugspanntechnik spezialisiert. Robert Bede, Geschäftsführer von HB microtec, dazu: «Die mit uns als Partner nun verwirklichte Spezialisierung auf Mikrobearbeitung, zum Beispiel für die Uhrenindustrie und die Medizintechnik, werden unsere beiden Unternehmen zusätzliche Anwendungsfelder und somit grosse Chancen auf Wachstum in zukunftsträchtigen Branchen eröffnen.» **intool.ch**

Intool bietet künftig auch Mikro- und Spezialwerkzeuge von HB microtec an. *(Bild: HB microtec)*

Neues Werkzeug von Schunk setzt auf Elektrik

Die neue elektrische Entgratspindel «RCE» lässt sich vielfältig zur Nachbearbeitung einsetzen. *(Bild: Schunk)*

Robotergestützt lassen sich viele Nachbearbeitungsschritte genauer, schneller und effizienter gestalten. Zu den pneumatischen Werkzeugen des Automatisierungsspezialisten Schunk gesellt sich nun auch die elektrische Entgratspindel «RCE». Das energieeffiziente Werkzeug arbeitet laut Angaben des Herstellers besonders leise und kommt dank der regelbaren Drehzahl bis zu 50 000 1/min und der einstellbaren Anpresskraft mit einer grossen Varianz an Werkstücken zurecht. Anwender können diese Parameter individuell anpassen und dadurch optimale Ergebnisse bei der Nachbearbeitung erzielen. Der Ausgleichsmechanismus gleicht zusätzlich Toleranzen bei der Werkstückkontur aus. Das vielseitige Werkzeug kann neben dem Entgraten auch für Bürst-, Schleif- und Polieraufgaben eingesetzt werden, was das Aufgabenspektrum der Anlage erheblich erweitert.

schunk.com

Schnelles und robustes Laserschweissen von Blechen

Wenn es um das Laserschweissen, -löten, -schneiden, -härten oder -beschichten geht, ist Scansonic mit seinem breiten Spektrum verschiedenster Optiken eine der besten Adressen. Das Unternehmen kann auf eine Fülle bewährter Komponenten und Technologien zurückgreifen, um für alle Anwendungen die passende Optik anbieten zu können. In der «LPH-O»-Serie kommt das modulare «Scapacs»-Baukastensystem zum Einsatz. Mit zusätzlich integrierten Scannern lässt sich der Schweisspunkt mit einer Frequenz von bis zu 700 Hz auf der Bauteiloberfläche bewegen. Der Fokus oszilliert dabei beispielsweise um einige Millimeter kreis- oder spiralförmig entlang der Schweissnaht, während die Führungsmaschine, meist ein Roboter, die Optik bewegt. Dies vergrössert die Breite der Schweissnaht, bei gleichzeitiger Verwendung eines vergleichsweise kleinen Spots. Daraus ergeben sich eine grössere Spaltüberbrückung bei weiterhin geringem Wärmeeintrag und zudem ein robusterer Prozess und eine Erhöhung der maximalen Prozessgeschwindigkeit. **scansonic.de**

Die Laserschweissoptiken der «LPH-O»-Serie sind für verschiedenste Anwendungen geeignet. *(Bild: Scansonic)*

Energieeffiziente Absauglösungen von Kemper

Die Preise für Strom und Gas steigen in Rekordhöhen. Höchste Zeit also, Energiefresser im Unternehmen ausfindig zu machen und diese energieeffizient nachzurüsten – ohne dabei Kompromisse beim Arbeitsschutz einzugehen. Der Absaug- und Filteranlagenhersteller Kemper zeigt, dass mit entsprechenden Lösungen Einsparungen von bis zu 50 Prozent möglich sind. Schon mit einzelnen Nachrüstungen sparen Kunden von Kemper bares Geld. So lässt sich beim

Mit dem «WallMaster»-Filter lässt sich ein bestehendes Abluftset in ein Umluftgerät verwandeln, mit dem die erwärmte Hallenluft gereinigt und in den Raum zurückgeführt wird. *(Bild: Kemper)*

Schweissen ein bestehendes Abluftset mit dem mechanischen «WallMaster»-Filter in ein Umluftgerät verwandeln. Umluft statt Abluft bedeutet, dass die erwärmte Hallenluft gereinigt in den Raum zurückgeführt werden kann. Ein Absaugarm mit 1000 cbm/h verursacht im Fortluftbetrieb einen Energieverlust von zirka 4100 kWh pro Heizperiode (15. Oktober bis 15. April). Durch eine Nachrüstung von Abluft auf Umluft kann dieser Energieverlust verhindert werden. **kemper.eu**

Das Drehen in alle Richtungen erreicht das nächste Level

Die zweite Generation der CoroTurn-Prime-Typ-B-Wendeschneidplatten hat ein umfassendes Upgrade erhalten. Staffan Lundström, Produktmanager bei Sandvik Coromant, dazu: «Wir entwickeln unser PrimeTurning-Angebot kontinuierlich weiter. Um das Drehen in alle Richtungen nochmals weiterzubringen, wurden die neu verfügbaren Typ-B-Werkzeuge hinsichtlich aller technischen Aspekte verbessert.» Ein wesentlicher Vorteil ist, dass die neue Wendeschneidplatte negativ und doppelseitig ist. Mit vier Schneidkanten bietet sie doppelt so viele wie ihr Vorgängermodell und somit die Möglichkeit, noch kosteneffizienter zu zerspanen. Die neuen CoroTurn-Prime-Typ-B-Wendeschneidplatten sind für die Aussen- und Innendrehbearbeitung in verschiedenen Hochleistungssorten erhältlich, einschliesslich der neuen Stahldrehsorten GC4415 und GC4425. **sandvik.coromant.com**

Sandvik Coromant hat die zweite Generation der CoroTurn-Prime-Typ-B-Wendeschneidplatte nochmals verbessert. *(Bild: Sandvik Coromant)*

Walter erweitert sein «Gold»-Sortiment

Mit zwei neuen PVD-beschichteten Sorten, «WKK25G» und «WSM35G», erweitert Walter sein Tigertec-Gold-Sortiment. Die Tübinger reagieren damit auf den anhaltenden Trend hin zu schwer zerspanbaren und nicht rostenden Stählen, zum Beispiel für die Energie- und Luftfahrtindustrie.

Neue Tigertec-Gold-Frässorten «WKK25G» und «WSM35G» für Guss und Stahl. *(Bild: Walter)*

Die WKK25G ist für die Zerspanung von Gusswerkstoffen konzipiert. Sie erfüllt höchste Anforderungen an die Prozesssicherheit, beispielsweise im Automotive-Bereich, und eignet sich unter anderem für stark abrasive Materialien und ungünstige Einsatzbedingungen, wie unterbrochene Schnitte oder zur Nassbearbeitung. Die WSM35G ist universell bei ISO-Werkstoffen der Gruppen M und S, zum Beispiel austenitisch-rostfreiem Stahl oder Nickel-Basis-Legierungen, einsetzbar und soll hohe Standzeiten erzielen. **walter-tools.com**

Antriebstechnik

- Freiläufe
- Überlastkupplungen
- Bremsen
- Welle-Nabe-Verbindungen
- Wellenkupplungen
- Industriestossdämpfer
- Spezialfedern
- Druck-Zugkabel

Getriebetechnik

- Kegelradgetriebe
- Spindelhubgetriebe
- Planetengetriebe
- Stellantriebe
- Sondergetriebe
- Überlagerungsgetriebe

Messtechnik

- Drehgeber
- Lineare Wegmesssysteme
- Seilzuggeber
- Digitale Positionsanzeigen
- Handräder mit Stellungsanzeigen
- Anzeigegeräte

Spanntechnik

- Präzisions-Spannfutter
- Präzisions-Spanndorne
- Spannkupplungen
- Hydraulische Dehnspannzeuge
- Sonderspannzeuge

www.ringspann.ch

RINGSPANN AG
Ihr Nutzen ist unser Antrieb

Sumpfstrasse 7, Postfach
CH-6303 Zug

Telefon +41 41 748 09 00
Telefax +41 41 748 09 09

www.ringspann.ch
info@ringspann.ch

Kunststoffbranche trifft sich in Luzern

Als Treffpunkt für alle, die mit Kunststoff arbeiten, bietet die Swiss Plastics Expo vom 17. bis 19. Januar 2023 innovative Produkte und ganzheitliche Lösungen aus den Bereichen Nachhaltigkeit, Digitalisierung und Effizienzsteigerung an. Rund 200 Aussteller präsentieren aktuelle Entwicklungen von Technologien, Materialien und Verarbeitung. Als Fachmesse und Symposium zugleich will die Swiss Plastics Expo Inspiration, Fachwissen und Netzwerk für die gesamte Branche bieten.

In den Hallen der letzten Live-Ausgabe der Swiss Plastics Expo. *(Bilder: Messe Luzern)*

Nationale und internationale Aussteller präsentieren sich an der Swiss Plastics auf dem Messegelände Luzern mit ihren Produkten, Dienstleistungen und Lösungen rund um die Kunststoffindustrie. Das Angebotsspektrum umfasst ganz generell die Bereiche Maschinen, Peripherie und Kunststoffprodukte, Automatisation, Formenbau und Kunststoffverarbeitung sowie Rohstoffe, Hilfsmittel, Werkzeuge und Mechanik, aber auch Wiederverwertung und Zulieferarbeiten.

Nebst den Hauptthemen wird die Swiss Plastics Expo 2023 einen speziellen Fokus auf das Thema Kaffee legen. Kaffee und die Schweiz – das passt gut zusammen. Dies nicht nur, weil die Schweizerinnen und Schweizer viel Kaffee trinken. Die Schweiz gehört auch zu den grössten Kaffee-Exporteuren. Die Exporte nahmen von CHF 202 Mio. im Jahr 2006 auf CHF 2,5 Mrd. im Jahr 2019 zu. Nebst dem Export wird in der Schweiz in verschiedenen Bereichen noch weit mehr Wertschöpfung generiert. Und dabei spielt Kunststoff eine zentrale Rolle.

Auf der Messe wird den Besucherinnen und Besucher vermittelt, wie sich die Kaffeebranche entwickelt und was die Schweizer Kunststoffindustrie dazu beiträgt, dass wir täglich feinen Kaffee geniessen können. Von Material über Maschinen und Formen bis hin zur Nachhaltigkeit können sich die Besucher in zahlreiche Themen rund um den Kaffee vertiefen. Zudem dient die Kaffee-Welt mit einer eigenen Kaffeebar als Treffpunkt für Referenten und Gäste.

Eine zentrale Aufgabe der Swiss Plastics Expo ist auch die Wissensvermittlung. Im Innovation Symposium wird auf zwei Bühnen Fachwissen in 100 Referaten praxisnah vermittelt. 36 Experten berichten aus erster Hand über Wissenschaft, Technik und Produktion. In 64 Kurzvorträgen erfahren die Gäste spannende Hintergründe zu aktuellen Kundenprojekten und innovativen Lösungen. Gleichzeitig erhalten sie so ihr Update zu den aktuellen Herausforderungen der Schweizer Kunststoffindustrie. (msc)

Messe Luzern AG
6005 Luzern, Tel. 041 318 37 00
info@messeluzern.ch

Fact Sheet

Swiss Plastics Expo 2023

Was: Die Swiss Plastics Expo ist die Fachmesse und das Symposium für alle, die mit Kunststoff arbeiten. Sie richtet sich an Expertinnen und Experten aus verschiedenen Anwendungsbereichen – von der Automobilindustrie über Maschinenbau bis zu Medizin.
Wo: Messe Luzern
Wann: 17. bis 19. Januar 2023
Wer: Messe Luzern AG
Tickets: Das Messeticket ist an allen drei Tagen gültig, der Besuch des Innovation Symposiums ist inbegriffen. Erwachsene: 25 CHF; Studenten: kostenlos mit Ticket per E-Mail; mit Gutschein: kostenlos unter

swissplastics-expo.ch

Programm Halle 1:
Dienstag 17.01.2023
10:30–12:00 Additive Fertigung von Bauteilen und im Formenbau
13:00–14:30 Kaffee-Welt
15:00–16:30 Mehrkomponenten-Technologie
Mittwoch 18.01.2023
10:30–12:00 CEO Session
13:00–14:30 Neue Wege im Kunststoff-Recycling
15:00–16:30 Verfügbarkeit und Anwendungen von Biokunststoffen
Donnerstag 19.01.2023
10:30–12:00 Journée de la Romandie
13:00–14:30 Neue Material- und Oberflächeneigenschaften
15:00–16:00 Technologien und Prozesse für das Fügen

Programm Halle 2:
Dienstag 17.01.2023
10:30–12:00 Design für das Recycling von Kunststoffen
13:00–14:30 Metallersatz und Hybridtechnik
15:00–16:30 Ausbildung und Innovation
Mittwoch 18.01.2023
10:30–12:00 Big Data und Machine Learning in Industrie 4.0
13:00–14:30 Mit Lean Operation & Automation zu I- 4.0
15:00–16:30 Virtuelle Entwicklung und Simulation
Donnerstag 19.01.2023
10:30–12:00 Intelligente Fertigung von komplexen Bauteilen
13:00–14:30 Leichtbau
15:00–16:00 Out-of-the-Box-Themen

Beiträge jetzt auf der Messewebsite entdecken
Interessierte können schon jetzt entdecken, welche Aussteller an der Swiss Plastics Expo dabei sind und was diese anbieten. Alle Infos lassen sich in der individuellen Merkliste speichern.

swissplastics-expo.ch

Vom Prototyp zur Schere der Spitzenklasse

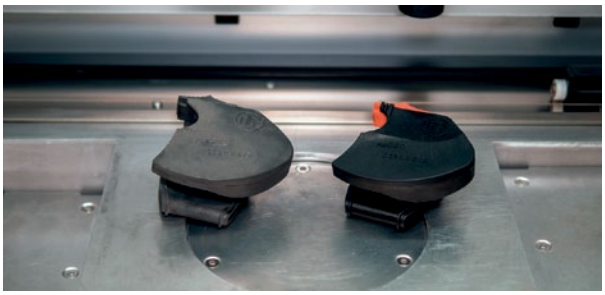
Infaco entwickelt portable Elektrowerkzeuge für die Landwirtschaft und stellt sie her. Um die Produktentwicklung zu beschleunigen, setzt das französische Unternehmen auf moderne Fertigungstechnologien wie das selektive Lasersintern (SLS) und die entsprechenden Anlagen des Schweizer 3D-Druckerherstellers Sintratec.

Die erste elektrische Schere wurde 1984 von Daniel Delmas, dem Gründer von Infaco, erfunden. Fast 40 Jahre später ist die Firma mit Sitz in Cahuzac-sur-Vère im Südwesten Frankreichs zum Weltmarktführer für elektrische Astscheren und andere akkubetriebene Handwerkzeuge für die Landwirtschaft geworden. Zu den 120 Mitarbeitern von Infaco gehört auch Valentin Vergnes. Der Techniker arbeitet in der R&D-Abteilung und ist für die Entwicklung von Prototypen und deren Prüfung zuständig. «Infaco ist ein Unternehmen mit dem Gütesiegel ‹origine France garantie› – das bedeutet, dass unsere Produkte in unserem Haus mit hauptsächlich französischen Komponenten entworfen, getestet und entwickelt werden», erklärt Vergnes.

Mit dem Schwerpunkt auf der internen Produktion ist es für Infaco von entscheidender Bedeutung, wertvolle Zeit bei der Forschung und Entwicklung einzusparen. Zu diesem Zweck setzt das Unternehmen moderne Fertigungsmethoden ein. «Vor allem dank der additiven Technologien können wir sehr schnell komplexe Prototypen erstellen, die Konstruktionen testen und Änderungen vornehmen, bevor die Teile dann in die Serienproduktion gehen», so Valentin Vergnes. Während die endgültigen Kunststoffteile im Spritzgussverfahren hergestellt werden, ist der 3D-Druck für das französische Unternehmen zu einem unverzichtbaren Werkzeug für das Rapid Prototyping geworden.

In den fast 40 Jahren seit Gründung hat Infaco über 400 000 Astscheren verkauft. *(Bilder: Sintratec)*

Die neueste elektrische Schere von Infaco, die F 3020, wurde mithilfe von SLS entwickelt. *(Bilder: Sintratec)*



Beispiel eines SLS-Prototyps (links): Abdeckung für eine elektrische Schere, gesintert aus PA 12 Nylon.

Im Testlabor von Infaco werden Prototypen von Scherengehäusen, -halterungen und -abdeckungen mithilfe von 3D-Druckern hergestellt. «Wir haben mit der FDM-Technologie begonnen, aber schnell festgestellt, dass wir widerstandsfähigere Teile benötigen, die ähnliche Eigenschaften wie die Spritzgussteile haben», betont Valentin Vergnes. Insbesondere für die Durchführung von Feldversuchen mit elektrischen Scheren sind realitätsnahe Materialeigenschaften entscheidend.

Infaco entschied sich daher für den Einstieg in das selektive Lasersintern (SLS) und investierte Anfang 2022 in ein System S2 von Sintratec.

Kurz nach der Installation wurden die Vorteile von SLS deutlich. «Die mechanischen Eigenschaften des PA 12-Materials sind ideal, und mit der Sintratec Polishing Station können wir eine hervorragende Oberflächengüte erzielen», sagt Valentin Vergnes. Bei der Entwicklung der neuesten elektrischen Astschere von Infaco – der F 3020 – hat sich sein Team stark auf die Sintratec S2 gestützt. «Die Prototypen aller Kunststoffteile der F 3020 wurden schnell und ausschliesslich mit der S2 gefertigt», so Vergnes. Nachdem das Design gründlich getestet und angepasst worden war, konnte die neunte Generation von Daniel Delmas' Erfindung erfolgreich auf den Markt gebracht werden.

Nach rund acht Monaten im Einsatz ist Valentin Vergnes vom Schweizer SLS-System überzeugt. «Die Sintratec S2 ist zweifelsohne eine grossartige Maschine für uns, die Teile mit hoher Qualität in einer aussergewöhnlichen Geschwindigkeit liefert und uns so eine schnellere Entwicklung zu geringeren Kosten ermöglicht», fasst er zusammen. Für den Techniker steht fest, dass Infaco auch bei zukünftigen Projekten auf das SLS-Verfahren setzen wird.

(msc) ■

INFACO s.a.s
F-81140 Cahuzac-sur-Vère, Tel. +33 5 63 33 91 49
contact@infaco.fr
Sintratec AG
5200 Brugg, Tel. 056 552 00 22
info@sintratec.com

Fact Sheet

Formnext 2022

formnext
Frankfurt am Main, 15.–18.11.2022

Was: Leitmesse mit angegliederter Fachtagung zur additiven Fertigung, auch in Kombination mit konventionellen Fertigungstechnologien. Folgende Industriebereiche sind auf der Formnext vertreten: Lösungen für additive Fertigung, industrieller Werkzeug- und Formenbau, Fertigungslösungen, Design und Produktentwicklung, Qualitätsmanagement und Messtechnik, Werkstoffe und Komponenten, Aus- und Weiterbildung, Forschung und Entwicklung. Laut dem Veranstalter hat man mit rund 800 Ausstellern und einer gebuchten Bruttofläche von mehr als 50 000 m² im September die Zahlen aus dem Vorjahr schon jetzt deutlich übertroffen.
Wo: DE-Frankfurt a.M., Messegelände, Hallen 11 und 12.
Wann: 15. bis 18.11.2022 **Wer:** Mesago Messe Frankfurt GmbH
Tickets: (jeweils inklusive ÖV-Nahverkehr) Tageskarte 109 Euro, Dauerkarte 169 Euro. formnext.de

ERFOLGSSTORY

GLEITSCHLEIFMASCHINEN, PRODUKTE UND VERFAHRENSPROZESSE

Als Hersteller von Maschinen und Verbrauchsmaterialien im Bereich des hochpräzisen Gleitschleifens von Kleinteilen bietet Ihnen Polyservice ein allumfassendes Leistungs-Spektrum, das greift. Mit dem seit 1967 erworbenen Fachwissen und der langjährigen Erfahrung, freuen wir uns für Sie eine individuelle Lösung zu finden.

Verlangen Sie unsere Dokumentation oder nehmen Sie mit uns Kontakt auf.

POLYSERVICE
PRÄZISION, DIE VEREDELT

POLYSERVICE AG
Lengnaustrasse 6
CH – 2543 Lengnau
Tel. +41 (0)32 653 04 44
Fax +41 (0)32 652 86 46
info@polyservice.ch
www.polyservice.ch

www.141.ch

AM kompakt

Auf der Formnext zeigt Voxeljet unter anderem diesen kontrolliert dauerelastischen Velosattel aus thermoplastischem Polyurethan. *(Bild: Voxeljet)*

++ AM-Ticker ++

Das CSEM koordiniert ein wichtiges EU-Projekt zur Optimierung von Temperaturregelungssystemen mithilfe intelligenter, per 3D-Druck hergestellter Rohre, die neue Möglichkeiten für die Grundlagenforschung am CERN und die europäische Raumfahrtindustrie eröffnen sollen.

++++

Sintratec, der Druckerhersteller aus Brugg, gewinnt den in 29 Ländern europaweit tätigen ITK-Industrie-Spezialisten Also als Distributionspartner.

++++

AM Solutions, Tochter von Rösler, tritt der ColdMetalFusion-Allianz bei, um die Sinterindustrie und die additive Fertigung um robuste Fertigungsstandards zu ergänzen.

++++

Siemens und Desktop Metal Inc., weltweit tätig in den Bereichen Digitalisierung beziehungsweise AM, gaben eine vielseitige Partnerschaft bekannt, die darauf abzielt, die Einführung von AM für Produktionsanwendungen zu beschleunigen.

Die Formnext 2022 steht unmittelbar bevor

Vom 15. bis 18. November präsentiert die jährliche Weltleitmesse des Additive Manufacturing (AM) in DE-Frankfurt a. M. den Experten und Fans der Technologie live den ganz grossen Überblick zum Thema. In der Folge die Auswahl der TR-Redaktion zu spannenden Ausstellern und deren Exponaten auf der Messe in alphabetischer Reihenfolge.

AIM3D stellt das Voxelfill-Verfahren vor, das inhomogene Festigkeiten durch eine schichtübergreifende Füllstrategie überwinden soll. In AM gefertigte Polymer-Bauteile weisen durch den schichtbasierten Aufbauprozess inhomogene Festigkeitswerte auf. Dies äussert sich durch Nachteile bei den Zug- und Biegefestigkeiten und in einem sehr spröden Verhalten entlang der Z-Achse. Demgegenüber reichen die erzielbaren Festigkeiten entlang der X- und Y-Achsen mancher Verfahren schon an die Festigkeiten von Spritzgiessverfahren heran. Unter Einsatz der 3D-Extrusionstechnologie des CEM-Verfahrens soll die von AIM3D entwickelte Strategie diese Einschränkungen überwinden.

Im Voxelfill-Ansatz werden Bauteile nicht bloss schichtweise aufgebaut, sondern mittels Voxeln (dreidimensionales Pixeln) als Volumenbereiche schichtübergreifend gefüllt. Dazu werden erst die Bauteilkontur als Basisstruktur mit Bahnen des extrudierten Materials erzeugt und so die Grenzen der zu füllenden Volumenelemente definiert. Die CEM-Anlage generiert eine Gitterstruktur durch das Wiederholen dieses Aufbaus bis zu einer definierten Höhe der Volumenelemente. Dann erfolgt die Füllung der Hohlräume (Voxel) durch Einspritzen des thermoplastischen Materials mittels Extruder. Im zweiten, wichtigeren Schritt werden nicht alle Voxel in einer Ebene gefüllt. Dies hätte erneut eine Schwachstelle in Z-Richtung zur Folge. Durch Versetzen der Volumenelemente in halber Höhe der Voxel wird eine Art Ziegelverbund im Bauteil erzeugt. Die Bruchlinie wird so zwingend versetzt. Dies bewirkt eine Festigkeitserhöhung und verbessert ebenso die Elastizität der Bauteile in Z-Richtung.

Arburg zeigt den neuen Freeformer 750-3X: Dessen signifikant vergrösserter Bauraum ist mit den Abmessungen 330 × 230 × 230 mm rund 2,5 Mal grösser als jener des Freeformers 300-3X, der ebenfalls auf der Formnext präsentiert wird. Der 750-3X soll sich besonders zur schnellen Serienfertigung grosser Bauteile beziehungsweise mehrerer Artikel pro Bauauftrag eignen.

Boston Micro Fabrication (BMF) stellt erstmals seit dem weltweiten Launch der bahnbrechenden Präzisions-Mikrostereolithografie im Jahr 2020 ihre 3D-Drucker vom Typ MicroArch für den Mikrobereich auf der Formnext aus.

EOS (Electro Optical Systems) zeigt auf dem Messestand das Fahrrad von Urwahn. Das Bike fasziniert durch die Kombination von industrieller 3D-Drucktechnologie und bionischem Design. Die additive Fertigung erfolgt dezentral und nach Bedarf. Das reduziert Lagerkosten und CO_2-Emissionen und verringert Risiken in der Lieferkette. Weiter zeigt das EOS-Team innovative Designlösungen für den Fahrradrahmen und zahlreiche Komponenten.

Joke Technology präsentiert die neue, weiterentwickelte Variante seiner vollständig eingehausten Arbeitsstation Eneska-Postprocess XL. Sie bietet einen um 150 Liter grösseren Bauraum mit 50 Prozent mehr nutzbarer Fläche, wodurch auch deutlich grössere Bauteile bearbeitet werden können.

Voxeljet fertigt Polymerbauteile im HSS-Verfahren ab sofort mit TPU und bietet On-Demand-Bauteile im High-Speed-Sintering (HSS)-Verfahren auch aus thermoplastischem Polyurethan (TPU) an. Das flexible Material zeichnet sich durch dauerhafte Elastizität, dämpfende Eigenschaften und hohen Aufprallschutz aus. Die TPU-Bauteile kommen in der Schuhindustrie, für massgeschneiderte Polsterungen in Helmen, Velosätteln (Bild oben links) oder in Sitzen sowie für elastische Rohre und Schläuche zum Einsatz. Das im HSS-Verfahren eingesetzte TPU-Material hat das Unternehmen gemeinsam mit dem Werkstoffhersteller Covestro entwickelt.

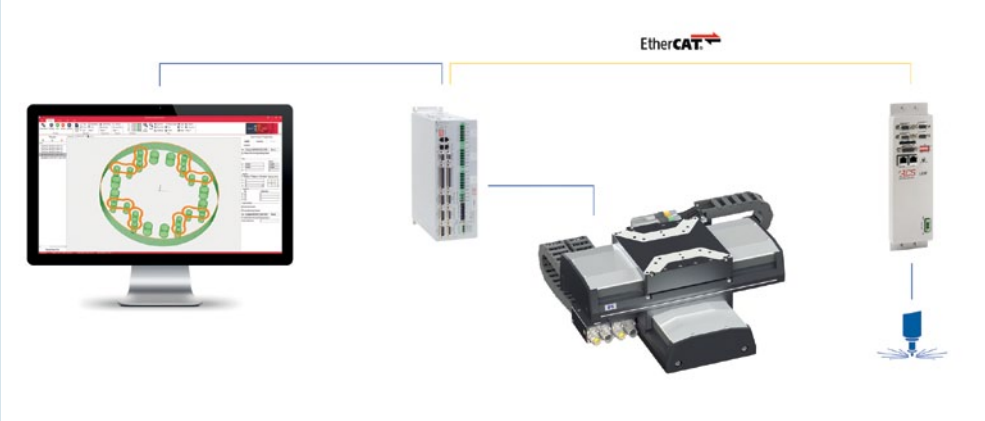
formnext.mesago.com

PUBLIREPORTAGE

Laser und Bewegungspfad synchronisiert steuern

Manche Aufgaben sind praktisch nur mittels Lasereinsatz möglich, wie das präzise Bohren von Löchern mit hohem Aspektverhältnis oder das Arbeiten unter der Oberfläche von Materialien («Stealth Dicing»). Kurzpulslaser bieten einen Vorteil: Durch den geringen thermischen Energieeintrag um den Strahl herum bleiben umliegende Bereiche praktisch unbeschädigt.

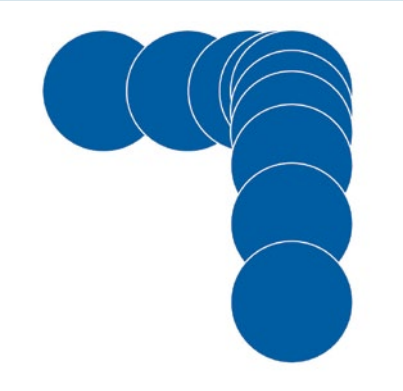
Die Argumente für den Lasereinsatz sind zahlreich. Allerdings ist die Lasertechnologie ein Spezialgebiet, das komplexe Steuerungssysteme für eine genaue Positionierung sowie erhebliche Fachkenntnisse erfordert. Ein einfacher Ansatz ist deshalb wichtig, insbesondere für Anwender, die mit der Technologie noch nicht vertraut sind.



Konstruktionsdaten werden vom CAD-System an den Controller des XY-Kreuztisches gegeben. Die Lasersteuerung übernimmt das zusätzliche Laser-Control-Modul. Über das EtherCAT-Steuerungsnetzwerk werden die Bewegungen des Werkstücks auf dem Kreuztisch und die Lasersteuerung synchronisiert.

Herausforderung: Lasersteuerung
Positionierung und Steuerung bilden integrale Bestandteile eines jeden Lasersystems. Denn die Fähigkeit, den Laser an der richtigen Stelle und mit der richtigen Intensität abzufeuern, entscheidet über das Bearbeitungsergebnis. Bis vor Kurzem gelang die Steuerung des Bewegungspfads von Lasern über mehrere Achsen nur mit Einschränkungen in Bezug auf Leistung und Geschwindigkeit. Mit der Entwicklung neuer modularer Steuerungen und flexibler Lösungen, die die Kombination eines Lasers mit einem mehrachsigen Bewegungssystem ermöglichen, wird es einfacher, Lösungen für Laseranwendungen zu entwickeln. Steuerungsnetzwerke wie EtherCAT machen diese modulare Lösung noch flexibler, da zusätzliche Informationen wie Sensorsignale einfach integriert werden können.

Gleichgewicht zwischen Geschwindigkeit, Leistung und Präzision
Unabhängig von der Anwendung sind ein schnelles Shuttering und ein präzises Abfeuern der Laserpulse von entscheidender Bedeutung für eine hohe Bearbeitungsqualität. Dafür sind genaue Positionierung und Energiesteuerung nötig, was durch die direkte Verknüpfung des Bewegungssystems mit der Laserleistung erreicht werden kann. Es gilt sicherzustellen, dass der Laser an der richtigen Stelle und für die richtige Zeitdauer fokussiert ist und so genau die Leistung abgibt, um einerseits den Arbeitsauftrag bestmöglich zu erfüllen und andererseits eine Beschädigung des Materials zu vermeiden.



Vor und hinter Ecken kommt es zu einem höherem Energieeintrag, da die Bewegungsgeschwindigkeit des Lasers variiert.
(Bilder: PI)

Die Herausforderung wird sofort ersichtlich, wenn man die einfache Aufgabe des Ausschneidens einer rechteckigen Öffnung in einem Blech betrachtet. Das Werkstück wird auf einem XY-Kreuztisch unter dem Laser verfahren. Über einen Teil des Verfahrwegs hinweg ist die Geschwindigkeit konstant, zu den Ecken hin wird abgebremst und wieder beschleunigt. Bei einer gleichbleibenden Laserleistung/Pulsrate ist der Energieeintrag in diesen Bereichen entsprechend höher als in Bereichen mit konstanter Geschwindigkeit. Die Leistung des Lasers muss also verändert werden, um konstanten Energieeintrag zu gewährleisten. Hierzu müssen Lasersteuerung und Positionssteuerung exakt synchronisiert werden.

Eine der einfachsten Methoden zur Steuerung der Laserleistung ist die Verknüpfung mit der Geschwindigkeit der Bewegungsbahn. Dies lässt sich erreichen, indem ein Analogausgang in der Steuerung mit der Vektorgeschwindigkeit der Bewegungsbahn und diese mit der Laserleistung verknüpft wird; der Analogausgang wird mit dem Leistungseingang des Lasers verbunden.

ACS-Bewegungsteuerungen – in Kombination mit flexiblen mechanischen Plattformen von PI – ermöglichen es dem Anwender, die Lasersteuerung einfach hinzuzufügen. Hierfür steht ein Laser Control Interface (LCI) zur Verfügung. Das LCI arbeitet unter jeder EtherCAT-Master-Steuerung der ACS-SPiiPlus-Plattform und synchronisiert die Steuerung eines Feststrahl-Lasers mit Positioniersystemen mit bis zu fünf Achsen. Latenzzeiten im Submikrosekundenbereich ermöglichen eine hochpräzise Lasermikrobearbeitung, während hohe Pulsfrequenzen für hohen Durchsatz sorgen. Eine detaillierte Darstellung bietet das White Paper «Advanced Control Technology for Laser Material Processing».

Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG
Auf der Roemerstrasse 1, DE-76228 Karlsruhe
Tel. +49 721 4846-0, info@pi.ws
www.pi.ws

Dämpfer ermöglicht konstante Halteposition

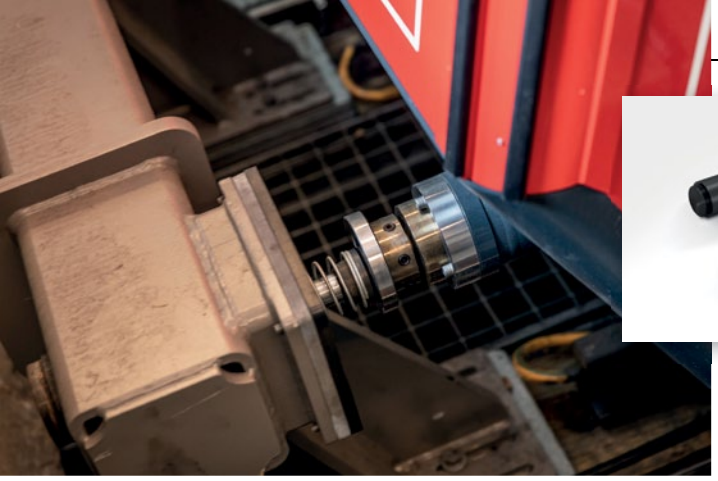
Wer im Zuge der Mobilitätswende das Für und Wider von Seilbahnen in Grossstädten diskutiert, werfe einen Blick auf die Zürcher Polybahn. Die im Volksmund «Studenten-Express» genannte Bahn transportiert seit über 130 Jahren Passagiere vom Hauptbahnhof zur Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich. In der vor Kurzem rundumerneuerten Standseilbahn tragen schwere Industriestossdämpfer von ACE zur immer gleichen Halteposition im Tal bei.

Jährlich nutzen 1,7 Millionen Fahrgäste den Studenten-Express. Die maximale Fahrleistung der zwei 7,5 t schweren Waggons, die je 50 Personen fassen, beträgt 1200 Personen pro Stunde. Bei dieser Frequenz stehen Generalüberholung und Weiterentwicklung rund alle 20 Jahre an. 2021 sollte eine neue Dämpfungslösung gefunden werden, um das Ende der Fahrt in der Talstation punktgenauer und komfortabler zu gestalten. Bis da war ein Zellstoffpuffer als Notendlage im Einsatz gewesen. So konnte kein definierter Haltepunkt angefahren werden. Die Betreiberin UBS-Polybahn AG beauftragte den Seilbahnspezialisten Doppelmayr/Garaventa, eine entsprechende Lösung zu finden.

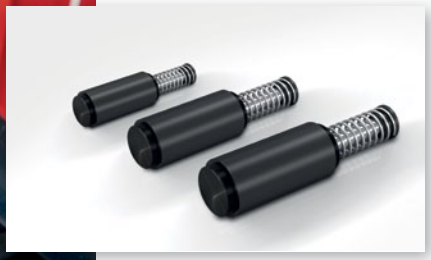
Die Konstrukteure von Doppelmayr/Garaventa wandten sich mit dieser technischen Anforderung an die Bibus AG. Das Schweizer Unternehmen ist Anbieter von hydraulischen und pneumatischen Antriebs- und Steuerungssystemen. Markus Reichmuth aus dem Projektteam von Garaventa präzisiert: «Die Fahrzeugposition am Haltepunkt in der Gegenstation – bei Standseilbahnen ist das immer die Talstation, weil die Bergstation die Antriebsstation ist – ist von mehreren Faktoren abhängig. Dazu zählen unterschiedliche Fahrbahnlängen, die sich durch Ausweichen in einer Kurve ergeben. Dieser Längenausgleich wird bei der Polybahn mittels eines verschiebbaren Antriebs kompensiert. Dieser gleicht die Temperaturdehnung des Seils und dessen bleibende Dehnung aus. Die je nach Beladung des Fahrzeugs unterschiedlich grosse elastische Dehnung des Seils wird nicht kompensiert.» Daniel Hunziker, Konstrukteur bei Garaventa, fügt an: «Bei der Polybahn macht die elastische Dehnung rund 9 cm aus. Das heisst, dass die Wagen ohne einen definierten Haltepunkt in der Gegenstation nie am genau gleichen Ort stehen bleiben. Diesen Zustand galt es bei der jüngsten Renovierung zu vermeiden, weil die Treppenlinie der Station nicht in jedem Fall auf die fürs Ein- und Aussteigen wesentlichen Positionen der Fahrzeugtüren passt.» So stand für Bibus im Pflichtenheft, dass ein mechanischer Anschlag angefahren werden solle, damit die Halteposition immer gleich ist.

Den Ingenieuren bei Bibus AG in Fehraltorf war damit klar, dass die Ideallösung ein hydraulischer Dämpfer sein würde. Bei Industriestossdämpfern vertraut das Unternehmen schon lange auf Lösungen der ACE Stossdämpfer GmbH aus Deutschland. Obwohl man dort in 19 verschiedenen Stossdämpferfamilien ein breites Spektrum an Standardlösungen bereithält, müssen selbst die hochwertigsten Dämpfer für Anforderungen wie in diesem Fall noch ganz genau angepasst werden. Michael Weber, Produktmanager für Dämpfungstechnik bei Bibus, erinnert sich: «Eine wesentliche Information für uns war, dass die an die Stossdämpfer angrenzenden

Auf der Strecke zwischen der ETH und dem Hauptbahnhof (176 Meter) überwindet die Polybahn 41 Höhenmeter und in der Spitze eine Steigung von 26 Prozent. *(Bild: UBS-Polybahn)*



Zwei Industriestossdämpfer werden in der Talstation von der voll 11 t wiegenden Bahn mit 0,18 m/s angefahren. *(Bild: UBS-Polybahn)*



Eckdaten schwerer Industriestossdämpfer: Energieaufnahme 2350 bis 126 500 Nm/Hub, Hübe 50 bis 406 mm. *(Bild: ACE)*

Bauteile der Polybahn mit maximal 30 000 Newton belastet werden dürfen. Für die Polybahn waren folgende Werte als Auslegungsgrundlagen für die kundenspezifische Anpassung durch ACE zu berücksichtigen: Im Normalfall werden die Dämpfer in Schleichgeschwindigkeit mit einem Tempo von 0,18 $msec^{-1}$ bei einer bewegten Masse von 11 t als Gewicht des vollen Wagens angefahren. Im Ausnahmefall erhöht sich das Tempo aber auf maximal 0,6 ms^{-1} bei derselben bewegten Masse. Die Resultate der Berechnung von ACE lauteten, dass im Normalfall eine Stützkraft von maximal 5000 Newton pro Dämpfer während des Auffahrens genügt. Im Ausnahmefall steigert sich aber die Stützkraft durch das höhere Tempo auf 29 000 Newton pro Dämpfer während des Auffahrens.» Ausgehend von diesen rund sechsmal höheren Werten im Ausnahmefall mussten die Drosselbohrungen im Druckrohr der infrage kommenden schweren Industriestossdämpfer so optimiert werden, dass die Stützkraft 29 kN nie übersteigt. So entstand speziell für diese Applikation eine Sonderausführung eines schweren Industriestossdämpfers.

Bei allen ACE-Stossdämpfern ist die Druckhülse und ihr Aufbau entscheidend. Trifft die Masse eines bewegten Objekts auf den Dämpfer, setzt der Kolben in der Druckhülse das im Zylinder vorhandene Öl in Bewegung und drückt dieses durch eine Reihe von Drosselbohrungen, wobei die eingeleitete Energie in Wärme umgewandelt wird. Je nach Dämpfungsaufgabe sind die Drosselbohrungen über die Länge des Hubs innerhalb des Stossdämpferkorpus so angeordnet, dass die vordefinierte Masse mit konstanter Dämpfkraft abgebremst wird. Das hat ACE auch bei den Stossdämpfern für die Polybahn erzielt, sodass der hydraulische Druck während des gesamten Bremsvorgangs nahezu konstant ist. (jvo)

UBS-Polybahn AG
8001 Zürich, Tel. 044 411 41 11
info@polybahn.ch
BIBUS AG
8320 Fehraltorf, Tel. 044 877 50 11
info.bag@bibus.ch
ACE Stossdämpfer GmbH
DE-40764 Langenfeld, Tel. +49 2173 9226-10
info@ace-int.eu

«Das Fundament dieser Innovation»

Seit Jahrhunderten arbeiten Chirurgen mit denselben Knochensägen und -bohrern, die in vielen Fällen an die eines Schreiners erinnern. Die Advanced Osteotomy Tools AG in Basel hat sich zum Ziel gesetzt, stattdessen Knochen mit einem Laserstrahl zu schneiden. Das Verfahren hat viele Vorteile, wie der vorliegende Anwenderbericht verdeutlicht. Entwickelt und ständig verbessert wird der medizinische Laserroboter «Carlo» mit der 3D-CAD/CAM/CAE-Software «Creo» von PTC und mit Unterstützung durch Inneo.

Die AOT Advanced Osteotomy Tools AG wurde im Jahr 2010 in Basel gegründet, um die Idee von Firmengründer und Laserphysiker Alfredo Bruno umzusetzen. Gemeinsam mit Robotik-Experte Philippe Cattin und den beiden MKG-Chirurgen Hans-Florian Zeilhofer und Philipp Jürgens suchte er nach einem Weg, die althergebrachte Art der Knochenbearbeitung zu revolutionieren.

Mit Knochensägen und -bohrern lassen sich nur entweder gerade Schnitte oder runde Löcher erstellen, was in vielen Fällen dazu führt, dass mehr geschnitten werden muss, als eigentlich nötig wäre. Zudem tragen oszillierende Sägen und Bohrer viel Hitze ins Material ein. Diese Hitze und die mechanische Belastung beeinflussen die Knochenstruktur am Schnitt. Der ursprünglich poröse Knochen wird an den Schnittkanten geschlossen und nicht mehr richtig durchblutet, was die Heilung verzögert. Zudem entstehen viel Knochenstaub und -splitter, die mühsam entfernt werden müssen. Die genutzten Instrumente müssen sterilisiert werden, und oft sind komplexe Bohr- und Sägeschablonen anzufertigen.

Der von AOT entwickelte OP-Roboter Carlo (Cold Ablation Robot-guided Laser Osteotome) schneidet dagegen jede beliebige Form und bringt keine Hitze ins Gewebe ein. So sind beispielsweise puzzle- oder zinkenartige Schnitte möglich, die ein implantiertes Knochenstück mechanisch verankern. Das ermöglicht eine schnelle und komplikationsarme Heilung. Der Laser sitzt an der Spitze eines Industrieroboterarms und wird über eine 3D-Kamera, die sowohl den Laserkopf als auch Marker am Patienten verfolgt, sehr zielgenau positioniert und bewegt. Dabei folgt er autonom einem vom OP-Planer vorgegebenen Schneidpfad.

Der Laser erhitzt den Knochen punktuell und sprengt ihn an einem winzigen Punkt. Eine am Laserkopf angeordnete Düse sprüht einen Wassernebel genau auf diese Stelle und wäscht so die Splitter sofort weg. Der Hitzeeintrag ist dank des hochfokussierten Lasers extrem konzentriert, sodass sich das Gewebe um den Schnitt nicht erwärmt und sich am Ende aus vielen kleinen Punkten ein «kalter» Schnitt ergibt. So lassen sich patientenspezifische, saubere und minimalinvasive Schnitte setzen, die schnell wieder verheilen.

CEO Elmar Zurbriggen beschreibt die technischen Herausforderungen so: «Der komplette Laserkopf wiegt bei allem Leichtbau zwischen fünf und sechs Kilo. Der Roboterarm und das dahinter sitzende Gerät müssen diesen Kopf millimetergenau positionieren, ohne in Schwingungen zu geraten. Wenn beispielsweise ein Mitglied des OP-Teams gegen das Gerät stösst, darf der Laserstrahl nicht unkontrolliert weiterschneiden, sondern muss sofort ausschalten. Gleichzeitig muss das gesamte Gerät robust sein und sich einfach zwischen OP-Sälen transportieren lassen.»

Langjährige Entwicklungsarbeit

In den ersten zehn Jahren der Entwicklung, die über die Gründung des Unternehmens hinausreicht, stand Grundlagenarbeit im Mittelpunkt – am Laser, an der Robotik und an der Integration des gesamten Geräts inklusive der Bediensoftware. Schon die erste Version von Carlo wurde mit Creo entwickelt. Das System bewährte sich insbesondere, als das Design von Carlo überarbeitet wurde, wie sich Zurbriggen erinnert: «Man musste nicht alles neu modellieren, sondern es konnten viele Teile weiterverwendet und dank der eingebauten Parametrik einfach angepasst werden.»

Von 2016 bis 2021 dauerte die Zertifizierung, in deren Verlauf auch das äussere Design nochmals überarbeitet wurde. «Wir haben heute ein wesentlich eleganteres Gehäuse»,

«Carlo», der weltweit erste Roboter, der Knochen per Laser schneidet, wurde mit der 3D-CAD-Software «Creo» entworfen. *(Bild: Dante Simonitto)*

erläutert Zurbriggen, «bei dem beispielsweise die Griffe, mit denen Carlo bewegt wird, gleichzeitig als Bumper dienen, die das Gerät beim Anstossen schützen.» Aktuell arbeiten sechs Zentren der Gesichtschirurgie mit der ersten Serien-generation von Carlo und sammeln positive Erfahrungen.

Chief Product Officer Tobias Wilken sagt: «Wie innovativ Carlo ist, zeigt sich an zwölf Patentfamilien mit über 30 Patenten, die für Komponenten und Funktionen des Geräts erteilt wurden. Das Fundament dieser Innovation ist unser CAD-System Creo, das wir von Beginn an nutzen. Es ermöglichte uns, die medizinische Zulassung, bei der Zeichnungen aller Bauteile gefordert werden, zügig abzuschliessen.» Wilken fügt an: «Creo ermöglichte es uns auch, das Design weiterzuentwickeln, beispielsweise durch die einfache Definition von Freiformflächen bei der Gestaltung der Aussenhaut des Gehäuses und des Laserkopfs. Im Kopf konnten wir Teile optimieren und im 3D-Druck herstellen, die zum Beispiel zusätzliche Kühlrippen an der Aussenseite besitzen und so zusätzliche Funktionen übernehmen. So konnten wir bei der zweiten Carlo-Generation das Gewicht des Laserkopfs signifikant reduzieren.»

Ausweitung des Einsatzgebiets

Aktuell arbeiten die AOT-Entwickler schon an der dritten Generation des Carlo-Systems, während die zweite Generation die Zulassungsphase durchläuft. Wilken verdeutlicht: «Wir sind weiter im Entwicklungsmodus. Wir lernen ständig dazu, vor allem bei der praktischen Nutzung der Systeme und der zunehmenden Ausweitung des Einsatzgebiets über die Gesichtschirurgie hinaus. Und diese Erfahrung fliesst in die weitere Entwicklung ein.»

Für die eigentliche Zulassung sind CAD-Daten nicht direkt erforderlich, aber sehr nützlich für potenzielle Root-Cause-Analysen, die beim Auftreten eines Fehlers vorgeschrieben wären – was bisher allerdings nicht passiert ist. Wilken dazu: «In dieser Analyse würde genau hinterfragt, welche Bauteile am Auftreten der Fehlfunktion beteiligt waren, und da wird das 3D-CAD-Modell sehr beim Verständnis der Abläufe helfen, die zum Fehler geführt hätten.»

Inneo beliefert AOT nicht nur mit der CAD-Software und der dazugehörenden Hardware, sondern auch mit «NeoSpace», einer AR-Anwendung, die im Marketing gute Dienste leistet. Marketing-Manager Sebastian Fischer erläutert: «Mit NeoSpace lassen sich CAD-Daten per Knopfdruck in der Grösse reduzieren und für eine Augmented-Reality-Anwendung aufbereiten. So konnten wir schon auf Messen, auf denen wir Carlo nicht live präsentieren konnten, das Gerät virtuell zeigen.» Die CAD-Daten des Systems wurden auch für 3D-Renderings genutzt, die auf der AOT-Website zu sehen sind, ebenso für eindrucksvolle Animationsfilme.

«Mit Carlo revolutionieren wir die Knochenchirurgie», schliesst Zurbriggen. «Statt mit mechanischen Geräten am Knochen zu arbeiten, kann der Operationsplaner auf Basis eines 3D-Modells des Patienten, das mithilfe der Computertomografie gewonnen wurde, jeden einzelnen Schnitt genau planen, lange bevor der Patient in den OP geschoben wird. Carlo arbeitet dann die gewünschten Schnitte exakt, sauber und eigenständig ab. Der Operateur hat mehr Sicherheit, der Patient – und auch das Krankenhaus – profitiert von der kürzeren Heilungsphase, und nicht zuletzt wird der Operateur nicht mehr vom Werkzeug in seiner Arbeit beschränkt.» Wilken fügt an: «Mit Creo haben wir das richtige Werkzeug, die Vision unseres Firmengründers Dr. Alfredo Bruno in die Realität umzusetzen, und Inneo stellt sicher, dass wir auf diesem Weg zügig vorankommen.» (jvo) ■

Advanced Osteotomy Tools AG
4051 Basel, Tel. 061 201 10 10
info@aot.swiss
Parametric Technology GmbH
8004 Zürich, Tel. 044 824 34 34
information@ptc.com
INNEO Solutions GmbH
8306 Brüttisellen, Tel. 044 805 1010
inneo@inneo.ch

Druck auf unser Ökosystem

In einem Forschungsprojekt werden Keller-Drucklogger verwendet, um die Bedingungen in den Mangrovenwäldern des Aldabra-Atolls auf den Seychellen zu überwachen. Das Projekt ist Teil eines Forschungsprogramms der Universität Zürich, das die Auswirkungen globaler Veränderungen auf die Biodiversität untersucht.

Das Aldabra-Atoll ist ein einzigartiger Lebensraum für viele endemische Spezies und Teil des UNESCO-Weltnaturerbes. *(Bild: URPP GCB/UZH)*

Die Herausforderung der sich immer schneller verändernden Umwelt bedroht die Artenvielfalt in verschiedenen Teilen der Welt. Das «University Research Priority Programme on Global Change and Biodiversity» (URPP GCB) versucht diese Effekte besser zu verstehen, indem verschiedene Ökosysteme und ihre Reaktion auf die Klimaveränderung und die Bedingungen in der lokalen Umgebung untersucht werden. Eines der Ziele ist es, spezifische Indikatoren zu identifizieren. Kombiniert sollen diese dabei helfen, globale Veränderungen besser voraussagen zu können. Forscher aus diversen Spezialgebieten arbeiten in verschiedenen Langzeitprojekten rund um den Globus zusammen, um ein besseres Bild dieser Entwicklungen und möglicher Zusammenhänge zu bekommen. Eines der Referenz-Habitate ist das Aldabra-Atoll.

Aldabra gehört zum Inselstaat Seychellen im Indischen Ozean vor der afrikanischen Küste. Das unbewohnte Naturreservat ist 35 Kilometer lang und gehört zum UNESCO-Naturerbe. Es wurde als Beispiel eines von menschlicher Aktivität praktisch unberührten Ökosystems ins Forschungsprogramm aufgenommen. Ausserdem ist es vom steigenden Meeresspiegel bedroht – die meisten Gebiete liegen nur wenige Meter über dem Meeresspiegel. In den Riffen, welche das Fundament des Atolls bilden, leben die unterschiedlichsten Meeresbewohner. Die weltweit grösste Riesenschildkröten-Population teilt sich den schmalen Ring aus Festland mit riesigen Kolonien verschiedener Seevögel. Der grösste Teil der Inseln ist von Gebüsch und Grasland bedeckt. Das äussere Ufergebiet wird von felsigen Küsten dominiert mit einigen wunderschönen weissen Stränden, während die geschützte Innenseite teilweise von Mangrovenwäldern bedeckt ist.

Annabelle Constance ist Teil des URPP-GCB-Forschungsprojekts, das sich mit Aldabra beschäftigt. Sie ist auf den Seychellen aufgewachsen und untersucht das dortige Ökosystem seit 2015 – aktuell, im Rahmen ihrer Doktorarbeit an der Universität Zürich, betreut von Professor Gabriela Schaepman-Strub. Das Hauptziel ist es, eine Voraussage darüber zu treffen, wie sich das System in Zukunft unter veränderten Bedingungen verhalten wird, um dann Massnahmen zur Erhaltung seiner einzigartigen Natur zu treffen. Annabelle arbeitet eng mit der Seychelles Islands Foundation (SIF) zusammen, welche das Reservat verwaltet und Forschungsarbeiten in dem Gebiet unterstützt.

Da eine der grösseren Auswirkungen des Klimawandels der steigende Meeresspiegel ist, ist dies auch ein Hauptfokus der Forschung auf Aldabra. Die Mangroven bestehen aus Büschen und kleinen Bäumen, die in küstennahem Brack- und Salzwasser gedeihen können. Sie sind direkt von Änderungen des Wasserstands und seiner Zusammensetzung betroffen. Das macht sie zu einem vielversprechenden Indikator für die Gesundheit des Habitats. Annabelle und das

Die Datenlogger der Serie DCX-22AA-CTD erfassen den Wasserstand, die Temperatur und die elektrische Leitfähigkeit. *(Bild: Keller)*

SIF-Team haben bereits mehr als 1000 Bäume auf dem ganzen Atoll untersucht und werden diese über die kommenden Jahre weiter überwachen. Die Forscher nennen diese anstrengende Feldarbeit scherzhaft «Mangroven-Yoga».

Um die Entwicklung der Mangrovenwälder in Zusammenhang mit Veränderungen des Wassers zu bringen, werden exakte Daten über Wasserstand und Salzgehalt benötigt. Zu diesem Zweck hat das Team Pegelsonden mit integriertem Datenlogger im Küstengebiet installiert. Der Schweizer Druckmesstechnik-Hersteller Keller hat die zwölf Pegellogger für das Forschungsprojekt geliefert. Gemeinsam mit den Experten des Unternehmens wurde nach einer genauen Analyse aller Anforderungen der Anwendung und der Umgebungsbedingungen vor Ort die passende Lösung gefunden. Die Datenlogger der Serie DCX-22AA-CTD erfassen den Wasserstand, die Temperatur und die elektrische Leitfähigkeit, welche bei Meerwasser massgeblich mit dem Salzgehalt zusammenhängt. Die Bestimmung des Salzanteils erlaubt es, Wasserstandsänderungen durch Ebbe und Flut von Änderungen durch Regenfall zu unterscheiden.

Die Messdaten werden autonom gesammelt und im internen Speicher abgelegt. Die Pegelsonde verwendet zwei einzelne Sensoren – einer unter Wasser für die Wasserstandsmessung und der andere an der Oberfläche zur Messung des atmosphärischen Drucks. Durch Einberechnung des aktuellen atmosphärischen Drucks ist die Pegelmessung vom Wettergeschehen unabhängig und hochgenau. Dies ermöglicht es, die kleinsten Unterschiede der Meereshöhe zu erkennen. Weil die Instrumente ständig der salzigen Umgebung ausgesetzt sind, müssen sie resistent gegen Korrosion sein. Alle äusseren Teile sind deshalb aus Titan gefertigt, um einen fortlaufenden und störungsfreien Betrieb sicherzustellen. Ausserdem wurde die Elektronik eigens mit zusätzlichem Speicherplatz modifiziert, sodass es weniger häufig nötig ist, sich zu den Messstellen durchzuschlagen. Annabelle dazu: «Ich bin froh, dass die Leute bei Keller mich dabei unterstützt haben, die richtige Lösung für mein Projekt zu finden. Verlässlichkeit und ein geringer Wartungsaufwand sind für die Umweltüberwachung essenziell.»

Die Keller-Pegellogger sind von Annabelle und dem Team in zusätzlichen Schutzinstallationen montiert worden. Seit Ende 2019 messen sie alle zehn Minuten und liefern wertvolle Informationen für das Forschungsprogramm, Annabelles Doktorstudie und für die Planung der täglichen SIF-Aktivitäten im Aldabra-Reservat. Längerfristig werden die Erkenntnisse aus dieser Forschungsarbeit dabei helfen, empfindliche Ökosysteme zu schützen und den Schaden des Klimawandels zu begrenzen. Somit leisten sie ihren Beitrag dazu, unseren gemeinsamen Lebensraum auf diesem Planeten zu erhalten. (jvo) ■

URPP Global Change and Biodiversity - University of Zurich
8057 Zürich, diversity@geo.uzh.ch
KELLER AG für Druckmesstechnik
8404 Winterthur, Tel. 052 235 25 25
info@keller-druck.com

Die Doktorandin Annabelle Constance mit einer fertigen Logger-Installation in den Mangroven des Aldabra-Atolls auf den Seychellen. *(Bild: SIF)*

KI-gestützte Kennzeichenerkennung

Beim Strassenverkehrsamt des Kantons Zürich mussten bis vor Kurzem 80 000 Kfz-Kennzeichenpaare in einem automatischen Lager aufbewahrt werden. Eine anstehende Erneuerung des Lagers hätte bei weiterer Aufbewahrung all dieser Schilder viele Millionen gekostet. Dank eines cleveren neuen Konzepts, das auf eine computergestützte, automatische Identifikation der Schilder setzt, konnten viele davon entsorgt und die Investition deutlich verringert werden. Die Realisierung übernahm die Compar AG aus Pfäffikon.

In der Schweiz werden Kfz-Kennzeichen, die sogenannten Kontrollschilder, dem Halter und nicht dem Auto zugeteilt. Nach einer Abmeldung müssen die Strassenverkehrsämter deshalb die Kennzeichen ein Jahr lang aufbewahren – für den Fall, dass der Halter im gleichen Kanton erneut ein Fahrzeug anmelden möchte. Stefan Bättig, Leiter Infrastrukturprojekte und Logistik beim Strassenverkehrsamt des Kantons Zürich, dazu: «Wir haben in der Schweiz insgesamt 28 verschiedene Kategorien von Kfz-Kennzeichen, die sich in Form, Anordnung der Zeichen, Farbe und Grösse unterscheiden.» Zur Abmeldung braucht der Halter seine Kennzeichen einfach nur in eine vor verschiedenen Standorten aufgestellten Box einzuwerfen. Im zentralen Lagerort in Zürich laufen pro Tag bis zu 1600 Kennzeichen ein. Diese müssen schnellstmöglich registriert, kontrolliert und entweder archiviert oder vernichtet werden. Kritisch ist hierbei der Anfall an Kennzeichen für Pkw. Diese fallen in solchen Mengen an, dass ihre Aufbewahrung vollautomatisch in einem inzwischen 25 Jahre alten Automatiklager erfolgt. Für die Einlagerung müssen die Schilder zuvor in stabilen Kunststoffrahmen fixiert werden. Das Lager besteht aus insgesamt neun Schwerlast-Paternostern, die über zwei Etagen bis tief in das Kellergeschoss reichen. Für die anderen Fahrzeugkategorien reicht die manuelle Aufbewahrung der Kennzeichen in separaten Lagern.

«Aufgrund des ständigen Bevölkerungswachstums näherte sich dieses Paternosterlager immer mehr seiner Kapazitätsgrenze», erinnert sich Bättig. Als die Belegung im Januar 2021 fast 95 Prozent erreichte, musste dringend eine neue Lösung her. Ein neues Gerät hätte viele Millionen gekostet und zudem enorme bauliche Aufwendungen erfordert. Deshalb wurde ein Konzept zur Verringerung der Lagerbelegung entwickelt. Eine Analyse der Reaktivierungsquote der eingelagerten Schilder ergab, dass mehr als 60 Prozent davon nicht wieder angefordert werden. Deshalb musste ein Konzept entwickelt werden, das eine sichere Aussortierung und Vernichtung nicht mehr benötigter Kennzeichen bereits vor der Einlagerung sicherstellte. Voraussetzung hierfür war eine Zweiteilung der Abgabecontainer. Diese weisen zwei deutlich gekennzeichnete Abgabeschlitze auf. Während die Abgabe zur Vernichtung kostenfrei ist, wird für einzulagernde Schilder eine Gebühr von 40 Franken erhoben. Dadurch gelang es, die Belegungsquote des Paternoster-Lagers innerhalb eines halben Jahres auf inzwischen nur noch rund

Die von Compar entwickelte Anlage: Vorne ist der Auflagebereich des Förderbandes mit Touchscreen-Bildschirm und Vorlaufstrecke. Im grauen Kasten befindet sich die Kamera. *(Bild: Klaus Vollrath)*

50 Prozent zu senken. «Die Umsetzung des neuen Konzepts erforderte jedoch zunächst eine weitgehende Umstellung der bisherigen Abläufe bei der Registrierung der einlaufenden Schilder», weiss Roberto Accorinti, Leiter des Schilderlagers.

Früher wurden die hereinkommenden Autoschilder grundsätzlich eingelagert. Um sie automatisch erkennen zu können, musste man sie zur Verbesserung der Lesbarkeit waschen. Verbogene Schilder wurden mithilfe einer Walzstation wieder geradegerichtet. Anschliessend wurden zusammengehörende Schilder gemeinsam in einem Kunststoffrahmen befestigt und auf eine Förderstrecke gesetzt. Von dieser wurde jeder Rahmen einzeln mithilfe einer Liftmechanik vor eine Kamera geführt und mit einer Zeichenerkennungssoftware eingelesen. Dieser Prozess war aufgrund des schlechten Zustands vieler Schilder sehr fehleranfällig: In rund 15 Prozent der Fälle musste die Ablesung manuell korrigiert werden. Auch bedingte das Einklipsen der Schilder in den Rahmen eine erhebliche körperliche Belastung der Gelenke und Sehnen der Finger mit entsprechenden nachteiligen Folgen für die Gesundheit der Mitarbeiter. Die Beibehaltung dieser aufwendigen Prozedur für die Registrierung der von vornherein zur Vernichtung bestimmten Schilder hätte keinen Sinn gemacht. Allerdings mussten sie in jedem Fall ebenfalls registriert werden, um die amtliche Halter-Datenbasis aktuell zu halten.

Stefan Bättig, Leiter Infrastrukturprojekte und Logistik beim Strassenverkehrsamt des Kantons Zürich. *(Bild: StVA des Kantons Zürich)*

Roberto Accorinti, Leiter Schilderlager beim Strassenverkehrsamt des Kantons Zürich. *(Bild: StVA des Kantons Zürich)*

Zuverlässig und mit kurzer Taktzeit

«Eine manuelle Erfassung dieser Schilder ist wegen des erforderlichen Personalaufwands nicht zu bewältigen», ergänzt Accorinti. Zudem wäre die Fehlerquote viel zu hoch gewesen. Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung des Gesamtprojekts war deshalb eine eigene Anlage, um die zu vernichtenden Schilder mit hoher Zuverlässigkeit und kurzer Taktzeit vollautomatisch zu registrieren. Die Realisierung übernahm die auf diesem Gebiet spezialisierte Compar AG in Pfäffikon. Die hierfür entwickelte Anlage besteht aus einem Förderband, auf dem der Bediener – je nach Kategorie – das Schild oder das Schilderpaar orientiert ablegt. Der zugehörige Rechner verfügt über einen Touchscreen, eine Tastatur sowie weitere Eingabemöglichkeiten. Die Schilder werden über eine segmentierte Vorlaufstrecke getaktet in den gegen Fremdlichteinfall abgeschirmten Aufnahmebereich der Kamera gefördert und fotografiert.

Die Auswertung erfolgt aus Sicherheitsgründen über gleich zwei unabhängige Softwarealgorithmen: Zusätzlich zu einer klassischen OCR (Optical Character Recognition)-Lösung kommt noch eine durch Künstliche Intelligenz (KI) unterstützte Cognex-Software mit der Bezeichnung «Vidi» zum Einsatz. Die hauseigene Bildverarbeitungssoftware «Visionexpert» von Compar enthält alle Algorithmen, vergleicht die Ergebnisse beider Analysen und reagiert auf Differenzen mit einem Warnsignal. Der Prozess wird angehalten und der Bediener aufgefordert, die Eingabe zu korrigieren. Anderenfalls werden die Schilder ausgeschleust. Darüber hinaus erkennt das Programm auch Abweichungen der aufgelegten Schilder von der vorgewählten Kategorie anhand von Merkmalen wie Format, Farbe oder Anordnung der Zeichen und veranlasst auch in diesen Fällen eine Ausschleusung. Korrekt erkannte Schilder landen in einem Behälter für den Abtransport in einen Recyclingbetrieb.

«Die Anlage wurde bereits vor Auslieferung bei Compar vortrainiert und lief daher bei Anlieferung im Herbst 2021 nahezu fehlerfrei», freut sich Accorinti. Die Zuverlässigkeitsquote bei der Erkennung der Schilder, die direkt aus der Einwurfbox der Ämter kommen und weder gewaschen noch begradigt werden müssen, liegt über 99 Prozent. Der Bediener muss die Schilder nur mit der Schrift nach oben herum auf das Band legen. Kleinere Abweichungen bezüglich Position und Winkel werden von der Software automatisch korrigiert. Das Einlesen erfolgt so schnell, dass der Anlagentakt nur davon abhängt, wie schnell der Mitarbeiter neue Schilder auflegt. Die erkannten Nummern werden in einer internen Datenbank gespeichert und zum Abgleich an die übergeordnete IT des Strassenverkehrsamtes weitergeleitet. Die wenigen ausgeschleusten Schilder können manuell verarbeitet werden.

Der Umgang mit dem System war für die Mitarbeiter einfach zu erlernen. Auch die von Compar erstellte Software habe sich als ausgereift, intuitiv bedienbar und gut handhabbar erwiesen. Im Vergleich zum bisherigen System, das für die einzulagernden Schilder nach wie vor zum Einsatz komme, können die Mitarbeiter deutlich mehr Schilder bewältigen, ohne gesundheitliche Nachteile befürchten zu müssen.

«Im Laufe der Konzipierung und Realisierung des Projekts hat sich Compar als hoch qualifizierter Partner erwiesen, der unsere Wünsche aufgriff und mustergültig erfüllte», bilanziert Bättig. Auch die Technik der Anlage sei durchdacht, auf Solidität und Langlebigkeit ausgelegt und funktioniere ohne Probleme. Wenn bei der Anwendung, gerade am Anfang, einmal etwas nicht klappte, wurde schnell reagiert. Und in dem Jahr seit der Inbetriebnahme habe es keinen einzigen «klassischen» Ausfall gegeben. (jvo)

Strassenverkehrsamt des Kantons Zürich
8036 Zürich, Tel. 058 811 30 00
info@stva.zh.ch
Compar AG
8808 Pfäffikon, Tel. 055 416 10 60
info@compar.ch

Knapp ein Drittel kleiner als der Kleinste

ABB hat ihren bislang kleinsten Industrieroboter auf den Markt gebracht: Der «IRB 1010» eröffnet neue Möglichkeiten für eine schnellere, flexiblere und qualitativ hochwertige Produktion von tragbaren Smart-Geräten (Wearables). Dank seiner kompakten Grösse, klassenbester Traglast und unübertroffener Präzision bietet der IRB 1010 Elektronikherstellern die Möglichkeit, ihre Produktion von Geräten wie Smartwatches, Kopfhörern, Sensoren und Health Trackern mittels Automatisierung zu steigern.

Der «IRB 1010» ist der bisher kleinste Industrieroboter von ABB. *(Bilder: ABB)*

Rui Liang, Leiter der Business Line Electronics von ABB Robotics, erklärt: «Der Markt für tragbare Smart-Geräte wächst rasant. Prognosen gehen von einem zweistelligen Wachstum zwischen 2022 und 2028 aus. Um diesem Wachstum gerecht zu werden, benötigen Unternehmen kompakte Robotiklösungen, die sich für die beengten Platzverhältnisse in Elektronikfertigungslinien eignen und die kleinen Komponenten, die in den tragbaren Geräten verbaut werden, exakt handhaben können. Unser IRB 1010 ist der präziseste Roboter seiner Klasse für Traglasten bis zu 1,5 Kilogramm und wird diesen Anforderungen gerecht. So können Unternehmen ihren Durchsatz und ihre Produktivität maximieren und gleichzeitig ein Höchstmass an Produktqualität sicherstellen.»

Der IRB 1010 wurde speziell für enge Platzverhältnisse und Spezialmaschinen in der Elektronikfertigung konzipiert. Mit einer Reichweite von 370 Millimetern und einer Grundfläche von 135 × 250 Millimetern ist der IRB 1010 um 30 Prozent kleiner als der derzeit kleinste Roboter von ABB – der «IRB 120». Dank diesen kompakten Abmessungen lassen sich mehr Zellen in die Produktionsumgebung integrieren. Dadurch steigt die Fertigungsdichte, was es den Herstellern ermöglicht, ihren Output zu erhöhen.

Mit bis zu 1,5 Kilogramm verfügt der IRB 1010 laut Angaben des Herstellers über die höchste Traglast in seiner Klasse: Er kann bis zu dreimal mehr Gewicht handhaben als vergleichbare Roboter. Dank der hohen Traglast und einer leistungsstarken Druckluftzuführung können mehrere Objekte gleichzeitig gehandhabt und somit mehr Objekte pro Stunde bearbeitet werden. Darüber hinaus eröffnen sich neue Anwendungsmöglichkeiten wie Folienabziehen, Materialhandling, Montage, Kleben und Inspektionsaufgaben. Für ein weiteres Plus an Produktivität sorgen sechs

Rui Liang, Leiter der Business Line Electronics von ABB Robotics.

Bremssysteme. Sie ermöglichen es dem Roboterarm, auch im Stillstand in seiner Position zu bleiben. Somit entfällt die Zeit, die der Roboter benötigt, um seine Position nach einem Stopp oder einer Pause wieder einzunehmen, und die Produktion kann schneller wieder aufgenommen werden.

Ausschlaggebend für die hohe Präzision des IRB 1010 ist die Steuerung «OmniCore E10» von ABB. Sie weist mit 0,01 Millimetern eine klassenführende Positionswiederhol- und Bahngenauigkeit auf. Mit ihrem schlanken Design ist die Steuerung ideal für den Einsatz in der Kleinteilemontage geeignet, wo Fertigungszellen immer kleiner dimensioniert werden müssen. Die Steuerung bietet die nötige Flexibilität, um schnell auf sich verändernde Anforderungen reagieren zu können – dank integrierter digitaler Konnektivität und über 1000 zusätzlicher Funktionen, die eine einfache Skalierbarkeit ermöglichen. OmniCore E10 verbraucht bis zu 20 Prozent weniger Energie als frühere Steuerungen des Typs IRC5C von ABB. So erhalten Hersteller die Möglichkeit, ihre Energiekosten zu senken und die Energieeffizienz zu verbessern.

Die Programmierung des IRB 1010 soll mit «Robot Control Mate» von ABB einfacher denn je gelingen. Robot Control Mate ist als Add-in für die Programmiersoftware «RobotStudio» von ABB erhältlich. Damit können Anwender den Roboter über den Computer oder über das Tablet starten, bewegen und kalibrieren – ganz ohne Programmierkenntnisse.

Aufgrund seiner einfachen Programmierung und geringen Grösse bietet der IRB 1010 ebenso neue Möglichkeiten für Bildungseinrichtungen. Denn das kompakte Design ermöglicht eine Installation etwa auf einem Tisch im Unterrichtsraum. Darüber hinaus ist der IRB 1010 so anwenderfreundlich, dass Lehrkräfte, Studierende sowie Schülerinnen und Schüler die für die Programmierung und Bedienung erforderlichen Kenntnisse schnell erlernen.

ABB Robotics Schweiz
5400 Baden, Tel. 058 586 00 00
robotics@ch.abb.com

Der IRB 1010 ergänzt das umfassende Angebot an Knickarmrobotern von ABB. Dazu gehören kleine, mittlere und grosse Modelle, einschliesslich einer wachsenden Familie an kollaborativen Robotern, die sicher an der Seite von Mitarbeitern eingesetzt werden können. (jvo) ■

Im Profil

ABB

ABB ist ein führendes Engineering-Unternehmen, das weltweit die Transformation von Gesellschaft und Industrie in eine produktivere und nachhaltigere Zukunft energisch vorantreibt. Durch die Verbindung ihres Portfolios in den Bereichen Elektrifizierung, Robotik, Automation und Antriebstechnik mit Software definiert das Unternehmen eigenen Angaben zufolge die Grenzen des technologisch Machbaren neu und ermöglicht so neue Höchstleistungen. ABB blickt auf eine erfolgreiche Geschichte von mehr als 130 Jahren zurück. Der Erfolg basiert auf dem Talent seiner 105 000 Mitarbeiter in mehr als 100 Ländern. **abb.ch**

ELATEC
RFID Systems

Smarte Fabrik.
Smarte Authentifizierung.

Ob im IoT-Umfeld, in der Medizin oder im Pharmasektor: Wertvolle Maschinen und Geräte brauchen einen versierten Bediener. Mit zukunftsweisenden Authentifzierungslösungen stellen wir Ihre Effizienz sicher und schützen Personal und Daten gleichermaßen!

Mehr Fakten dazu?
Lesen Sie hier!

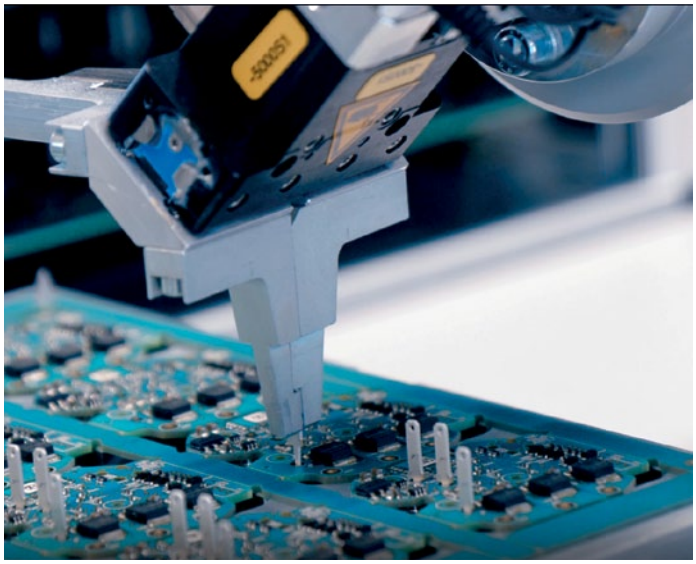
elatec.com

Vollautomatische Leiterplattenbestückung

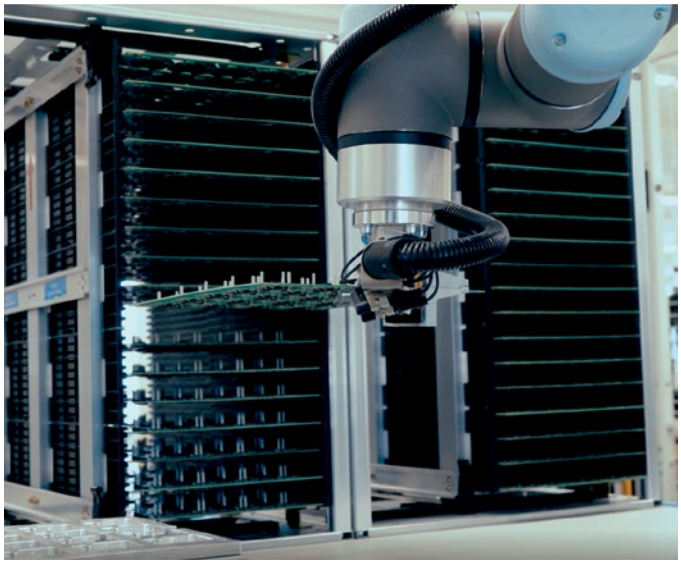
Im Auftrag der Aafag AG hat das Automationsunternehmen Bachmann Engineering AG eine Anlage für die vollautomatische Bestückung von Leiterplatten mit Kabelzungen entwickelt. Dabei kommen zwei Exemplare der Modullösung «Bachmann MovingDevice» (BMD) zum Einsatz, die kundenspezifisch ergänzt und mit einem kollaborativen Roboter des Typs «UR 16e» ausgerüstet wurden.

Das in Kleinandelfingen ansässige Elektronikunternehmen Aafag übernimmt für seine Kunden das auftragsspezifische Bestücken von Leiterplatten. Dazu gehört auch die THT-Montage von Kabelzungen. Um diese Montage effizienter durchführen zu können, entschied sich die Aafag für eine Automatisierung des gesamten Prozesses. Zu diesem Zweck beauftragte sie das auf Automation und Robotik spezialisierte Unternehmen Bachmann Engineering AG aus Zofingen. «Eine Herausforderung bei diesem Projekt war, die Anlage so zu konzipieren, dass der Roboter die Kontaktlöcher jederzeit exakt lokalisieren und die Kabelzungen verlässlich mit einem bestimmten Kraftwert einpressen kann», sagt Tim Nützi, der bei Bachmann Engineering für die Elektroplanung und Softwareentwicklung verantwortlich war. Eine weitere Herausforderung stellte die Automatisierung der vorgelagerten Prozesse dar. So entnimmt der Roboter die zu bestückende Leiterplatte einem vorgegebenen Leiterplatten-Rack und legt diese positionsgenau ab. Nach erfolgreicher Bestückung greift der Roboter die Leiterplatte und deponiert sie wieder im Rack. «Da die Racks fertigungstechnische Toleranzen aufweisen, muss der Roboter so programmiert werden, dass er diese Aufgabe verlässlich meistert», ergänzt Lukas Kageyama, Leiter Technik und Projektleitung bei Aafag.

Schliesslich musste auch das Abstanzen der Kabelzungen ab Rolle so automatisiert werden, dass der Roboter die Kabelzungen greifen, lagerichtig positionieren und dann in die Leiterplatte einpressen kann. Nützi dazu: «Unsere Aufgabe



Der Roboter «UR 16e» presst eine Kabelzunge in ein definiertes Kontaktloch der Leiterplatte. *(Bild: Bachmann Engineering)*



Nach erfolgreicher Bestückung deponiert der Roboter die Leiterplatte im Rack. *(Bild: Bachmann Engineering)*

Die von Bachmann Engineering entwickelte Anlage erlaubt die vollautomatische Bestückung von Leiterplatten. *(Bild: Bachmann Engineering)*

war also die Konzeption einer Gesamtlösung, die eine möglichst hohe Autonomie ermöglicht.» Zu diesem Zweck griff das Unternehmen auf zwei Exemplare der selbst entwickelte Modullösung Bachmann MovingDevice (BMD) zurück. Auf einem BMD «Large» wurden die Kabelrollanlage und Einrichtungen zum Platzieren der Racks montiert. Ein BMD «Mini», das in unmittelbarer Nähe des grossen Bruders positioniert ist, wurde mit einem Roboterarm des Typs UR 16e von Universal Robots ausgerüstet. Um die Anlage herum wurde ein Schutzzaun mit Zutrittsöffnung errichtet. Dank eines Sicherheitssystems mit Lichtschranke kann dabei auf eine Türe verzichtet werden: Sobald ein Mitarbeitender durch die Öffnung tritt, erfolgt ein kontrollierter Stopp des Roboters.

Lukas Kageyama, Leiter Technik und Projektleitung bei der Aafag AG. *(Bild: Aafag)*

Der UR 16e, ein Cobot der neusten Generation mit einer Reichweite von 900 mm und einer Nutzlast von 16 kg, kann einfach und schnell programmiert werden. Dies ist ein grosser Vorteil, denn das BMD Mini kann dank Rollen und Schnellkoppelung leicht verschoben und zur Automatisierung von anderen Prozessen verwendet werden. «Diese Option hat beim Entscheid für die Anlage von Bachmann Engineering eine wichtige Rolle gespielt», unterstreicht Kageyama. Und wie zufrieden ist die Aafag mit der Anlage? «Wir sind sehr zufrieden», lässt Kageyama durchblicken. «Zwar gab es einige Anfangsschwierigkeiten, diese konnten jedoch dank der guten Unterstützung durch Bachmann Engineering gelöst werden.» Zur Zufriedenheit trägt auch die Tatsache bei, dass die Anlage eine Autonomie von rund acht Stunden erreicht. «So können wir bei Bedarf auch Nachtschichten fahren», schliesst Kageyama ab. (jvo)

Aafag AG
8451 Kleinadelfingen, Tel. 052 305 25 50
mail@aafag.ch
Universal Robots (Germany) GmbH
DE-81379 München, Tel. +49 89 121 8972 0
ur.we@universal-robots.com
Bachmann Engineering AG
4800 Zofingen, Tel. 062 745 23 23
info@bachmann-ag.com

Und es geht doch: Standardsoftware unterstützt Unternehmen auf dem Weg zur ihrer ganz individuellen Smart Factory. *(Bild: mikkelwilliam/ iStock)*

Alles andere als ein Luftschloss

Kann eine individuell angepasste Smart Factory auf Basis einer standardisierten MES-Lösung releasefähig und investitionssicher sein? Man könnte meinen, dass es sich um einen klaren Widerspruch handelt. Doch die Kombination ist durchaus sinnvoll und wird in der Zukunft der digitalen Fertigung eine essenzielle Rolle spielen, zum Beispiel mit «Cronetwork MES» von Industrie Informatik, wie der vorliegende Fachbeitrag verdeutlicht.

Eine Sache ist längstens klar: Der Weg zur smarten Fabrik ist kein Sprint und keine einmalige Aufgabe. Vielmehr handelt es sich um einen evolutionären Prozess, der zudem einem ständigen Wandel unterworfen ist. Grundvoraussetzungen und technische Möglichkeiten verändern sich, Anforderungen wachsen, und Ziele werden laufend neu definiert. Eine grosse Herausforderung für Fertigungsbetriebe besteht darin, dieser Dynamik Herr zu werden und mit massgeschneiderten und beständigen Softwarelösungen das Maximum aus der eigenen Fertigung zu holen. Eine zentrale Frage tut sich in diesem Zusammenhang auf: Will man auf stabile und erprobte, jedoch auch starre Standardsoftware setzen, oder investiert man in Individualprogrammierung, die zwar auf den ersten Blick sitzt wie ein Massanzug, in Sachen Time-to-solution und Zukunftsausrichtung allerdings klare Schwächen aufweist?

Ein etwas genauerer Blick auf die beiden Optionen zeigt zunächst die Vor- und Nachteile einer Standardlösung: Weil sie erprobt ist und sich bewährt hat, weiss man relativ schnell, woran man ist. Die Software ist eben so, wie sie ist – und das bei allen Usern, auch über Unternehmensgrenzen hinweg, auf die mehr oder weniger gleiche Art und Weise.

Und auch in Sachen Planbarkeit punktet Standardsoftware mit gut kalkulierbarem Ressourcenaufwand – sowohl finanziell als auch kapazitiv. Klingt gut, birgt aber auch die Gefahr von unangepassten sowie starren digitalen Prozessen, die wenig mit dem realen Abbild in der Produktion gemeinsam haben und diese nicht ausreichend stützen können. Fehlende User-Akzeptanz und damit einhergehender Misserfolg von Softwareprojekten sind oftmals die Folge.

Also doch lieber Individualprogrammierung? Ein System also, das zu 100 Prozent auf die eigenen Anforderungen zugeschnitten ist und passt wie der bereits erwähnte Massanzug? Das erscheint als logische Alternative und kann kurzfristig durchaus überzeugen. Im direkten Vergleich mit standardisierten Lösungen stehen allerdings mit relativ hoher Wahrscheinlichkeit spürbar höhere Initialkosten und -aufwände gegenüber. Hinzu kommt, dass derartige Lösungen oftmals wenig erprobt und durchaus fehleranfällig sind. Eine weitere (meist unüberwindbare) Herausforderung entsteht durch die enorme Agilität der Digitalisierung. Ein allzu hoher Individualitätsgrad macht Anpassungen, Updates und Weiterentwicklungen praktisch unmöglich.

Die Lösung dieses Dilemmas liegt auf der Hand: individualisierbare Standardsoftware. Klingt logisch und simpel, und genau das soll es auch sein – zumindest für den User. MES-Anbieter Industrie Informatik feilt seit vielen Jahren an dieser Softwarephilosophie, der folgende Erkenntnis zugrunde liegt: Digitalisierungsmassnahmen in verschiedenen Unternehmen unterscheiden sich in Tiefe und Ausprägung meist ebenso wie die Fertigungen selbst – und doch finden sich immer wieder Parallelen und Ähnlichkeiten. Genau hier entsteht der Hebel, an dem es anzusetzen gilt.

Besondere Update-Philosophie

Mit Cronetwork MES verfügt man grundsätzlich über eine Standardsoftware – und das mit eine besonderen Update-Philosophie. Alle User verfügen über einen einheitlichen Softwarestamm, der in der aktuellsten Version stets alle jemals entwickelten Funktionen, Lösungen und Updates bereitstellt. Kommen neue Entwicklungen hinzu, fliessen diese in das jährliche Update ein und stehen so auch wieder der gesamten User-Community zur Verfügung – Individualprogrammierung ist also Fehlanzeige. Warum dann individualisierbare Standardsoftware? Weil alle User die gleiche Software verwenden (Standard), sie aber schon heute und auch in Zukunft auf die unterschiedlichsten Arten und Weisen (individuell) einsetzen.

Mit der eigenentwickelten Portal-Technologie kommt die Antwort auf Individualisierungsanforderungen der modernen Smart Factory. Von einfachen Dashboards bis hin zu komplexen Workflows werden neue Lösungen als Portale entworfen. Dabei bedient sich der Anwender aus einem Baukasten an Standardelementen (Portlets), die für ihre Einsatzzwecke optimiert sind, häufig benötigte Aufgaben übernehmen und einfach parametriert (nicht programmiert) und damit angepasst werden können. Mit wenig Aufwand und hoher Geschwindigkeit können Unternehmen so völlig neue, massgeschneiderte Portale aufbauen.

Das Besondere daran: Alle Portale bleiben zu 100 Prozent release- und updatefähig und fügen sich auch in künftige Versionen der Software nahtlos ein. Zudem ist die laufende Neu- und Weiterentwicklung der angebotenen Lösungen garantiert. Das gilt auch für den Solution Store, einem Online-Shop, in dem einzelne Portlets, vorkonfigurierte Portale, aber auch systemübergreifende Prozesse schnell und mit wenigen Klicks heruntergeladen und direkt im eigenen System implementiert werden können.

Ein wichtiger Aspekt der individuellen Fabrik der Zukunft ist zudem der enge Zusammenschluss verschiedener Systeme, Technologien und Anwendungen zu einer Systemlandschaft. Standardtechnologien wie Webservices können ein essenzieller Schlüssel für derartige Fremdsystemintegration sein und einzigartige Best-of-Breed-Lösungen ermöglichen. User wählen also das Beste aus allen Welten und vereinen es zu einer integrativen, leistungsstarken Fertigungsplattform, die trotz aller Individualität auf Standardtechnologien basiert. In diesem Zusammenhang können auch innovative Low-Code- und No-Code-Technologien zum Einsatz kommen, die Usern ein rasches und selbstständiges Gestalten von individuellen Lösungen und Anwendungen auch ohne tiefe Programmierkenntnisse ermöglichen.

Individualisierbare Standardsoftware liefert sicher auch die eine oder andere Einstiegshürde. Initialkosten und -aufwände können im Vergleich zu Lösungen von der Stange durchaus etwas höher ausfallen, und bis zum erstmaligen Einsatz benötigt es gezielten Know-how-Aufbau. Doch wie eingangs bereits erwähnt, ist der Weg zur smarten Fabrik kein Sprint, sondern ein evolutionärer Prozess. Mit den richtigen Technologien und Ansätzen kann man von Beginn an die eigene Smart Factory individuell gestalten und an die realen Fertigungsprozesse anpassen – und das bei umfangreicher Flexibilität, der Möglichkeit der steten Weiterentwicklung und, vielleicht am wichtigsten, bei garantierter Investitions- und Updatesicherheit. (jvo) ■

Industrie Informatik GmbH
AT-4020 Linz, Tel. +43 732 6978-0
info@industrieinformatik.com

Im Profil

Industrie Informatik

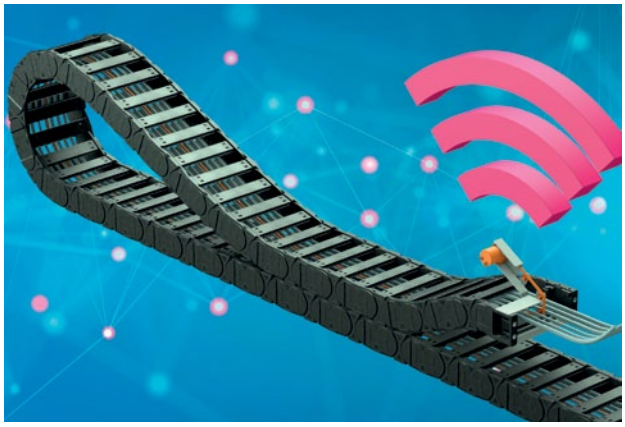
Seit 1991 unterstützt der österreichische MES-Anbieter produzierende Unternehmen bei der Optimierung ihrer Fertigungsprozesse. Als starker Partner für die Digitalisierung schafft Industrie Informatik mit dem Manufacturing Execution System «Cronetwork» und den Beratungsleistungen die Basis für eine effiziente Produktion seiner Kunden. Im Herbst 2019 präsentierte das Unternehmen mit der Fertigungsplattform «Cronetworld» die Zukunft der digitalen Fertigung. Und mit dem «Solution Store» kündigte Industrie Informatik im Juni dieses Jahres seine neue Online-Plattform an, mit der User die Möglichkeit haben, digitale Fertigungsbausteine als Downloads zu erwerben. Neben der Zentrale in AT-Linz ist das Unternehmen auch an den Standorten AT-Wien, DE-Riegel, DE-Ratingen und CN-Shanghai vertreten.

industrieinformatik.com

Dieser Sensor sichert lange Energieketten

Schwere Lasten, hohe Geschwindigkeiten und widrigste Umgebungsbedingungen: Energieketten müssen oft starken Beanspruchungen standhalten. Besonders bei langen Verfahrwegen ist die sichere Leitungsführung eine Herausforderung. Um die Anlagensicherheit zu gewährleisten, bietet Igus Anwendern jetzt «i.Sense EC.B» mit einem neuen Seilzugsensor für die Zustandsüberwachung.

Ob Dreck, Fremdkörper oder eine verbogene Rinne: Es gibt verschiedenste externe Einflüsse, die dafür sorgen können, dass selbst die robusteste Energiekette im Betrieb bricht. Um ungeplante Stillstandzeiten zu vermeiden, bietet der Motionplastics-Spezialist Igus Anwendern das System i.Sense EC.B für die Zustandsüberwachung von E-Ketten. Potenzielle Kettenbrüche lassen sich damit blitzschnell erkennen.



Noch mehr Sicherheit auf langen Wegen mit neuem Seilzugsensor vom Typ i.Sense EC.B für E-Ketten von Igus *(Bild: Igus)*

Dank des neuen Seilzugsensors wird für die intelligente Überwachung bei Kettenlängen ab 35 m jetzt nur noch ein einziger Sensor benötigt. Durch die Messbereichserweiterung von 80 auf 999 mm entfällt der zweite Sensor auf Festpunktseite. Erkennt der Sensor einen Bruch, löst er sofort eine Meldung aus, und das Auswertemodul schickt ein Signal an die Steuereinheit der Anlage. Am neuen Auswertemodul vom Typ «i.Sense Gen II» können auch zwei Sensoren, etwa für gegenläufige Anlagen, angeschlossen werden. Bei Anschluss an die digitalen I/O-Ports der Steuerung kann auch ein schneller Anlagenstopp ausgelöst werden. Der neue Seilzugsensor ist mit allen bisher ausgelieferten EC.B-Systemen und i.Sense-Modulen kompatibel und lässt sich auch in IIoT-Konzepte einbinden, verspricht der Anbieter.

Das i.Sense-System hat sich schon in zahlreichen Branchen bewährt, vermeldet der Hersteller, unter anderem bei sehr dynamischen Anwendungen in der Automobilindustrie. Doch im Zuge von Industrie 4.0 steigen die Anforderungen an Maschinen und Überwachungssysteme – so auch in Krananlagen. Krane arbeiten zunehmend schneller, und die Verfahrwege werden länger. Umso wichtiger ist eine robuste und langlebige Energieführung.

Neben der längeren Messstrecke zeichnet sich der neue Seilzugsensor vor allem durch extreme Witterungsbeständigkeit und Robustheit aus, was ihn für Outdoor-Anwendungen besonders interessant macht. Vor allem bei vollautomatisierten Kransystemen steigt das Risiko für unerwartete Anlagenstillstände. Denn es befindet sich kein Fahrer in Hörweite von möglichen Warnsignalen. Hier können Kranbetreiber stattdessen auf das neue Überwachungssystem vertrauen.

Mit dem Einbau des smarten Systems hat der Anwender volle Kontrolle, Übersicht und Sicherheit in Sachen Energieführung. Dadurch lassen sich sowohl die Lebensdauer der Energiekette als auch die Standzeit einer Maschine verlängern. Zum einen profitieren Anwender von geringeren Anschaffungskosten, da für die Echtzeit-Zustandsüberwachung nur noch ein Sensor benötigt wird. Zum anderen können Wartungskosten gespart werden, indem man auf die zustandsbasierte Instandhaltung setzt und so unnötig frühen Kettenaustausch vermeidet.

(msc)

igus Schweiz GmbH
4622 Egerkingen, Tel. 062 388 97 97
info@igus.ch

BEZUGSQUELLEN-VERZEICHNIS

Additive Fertigung

RAPID MANUFACTURING

Additive Fertigungsverfahren
Selektives Lasersintern und Nachbearbeitung
der SLS-Bauteile nach Ihren Bedürfnissen!
3D-Druck mit Endlosfaser Continuous Fiber Fabrication (CFF)

Rapid Manufacturing AG
Glattalstrasse 501, 8153 Rümlang, Tel.: +41 44 818 00 88
info@rapidmanufacturing.ch, www.rapidmanufacturing.ch

Sauter Engineering + Design
Tel. 061 703 17 77
Hauptstr. 39, CH-4145 Gempen
sauter@sautercar.ch

3D Druck Bauteile < 914 x 610 x 914 mm
MJF/FDM/DLP (PA12/ASA/Ultem9085 etc.)

3D **CT** Messdienstleistung < D310 x H700 mm
GOM 3D Scanner für Grossteile bis 20 m

Alu-Rohrleitungssystem für Druckluft und Fluide Verteilung

TESEO®
www.teseoair.com

TESEO war weltweit das erste Unternehmen, das ein Rohrleitungssystem aus Aluminium zur Verteilung von Druckluft entwickelt, patentiert und auf den Markt gebracht hat

KONTAKTE:
Tel. +39 030 9150411
teseo@teseoair.com
Via degli Oleandri, 1
Desenzano del Garda, 25015 Brescia (Italy)

Antriebstechnik

ELEKTRO MOTOREN WERK BRIENZ AG EMWB
Mattenweg 1
CH-3855 Brienz
Tel. +41 (0)33 952 24 24
Fax +41 (0)33 952 24 00
info@emwb.ch
www.emwb.ch

FAULHABER
FAULHABER MINIMOTOR SA
Croglio · Switzerland
www.faulhaber.ch

WITTENSTEIN

WITTENSTEIN AG
Tel. 081 300 10 30
www.wittenstein.ch
Trutwisstrasse 1, 7214 Grüsch
Fax: 081 300 10 33
sales@wittenstein.ch

Antriebstechnik/Lineartechnik

Föhrenbach® Positionier-Systeme

Föhrenbach AG
Tannenwiesenstrasse 3, CH-8570 Weinfelden
Tel. +41 (0)71 626 26 76, Fax +41 (0)71 626 26 77
info.ch@foehrenbach.com, www.foehrenbach.com

SCHNEEBERGER LINEAR TECHNOLOGY

SCHNEEBERGER AG
Lineartechnik
St. Urbanstrasse 12
4914 Roggwil
Tel. 062 918 41 11
Fax 062 918 40 00
www.schneeberger.com
info-ch@schneeberger.com

Arbeitshebebühnen / Lagerlogistik / techn. Unterhalt

SkyAccess
SkyAccess AG
Beratung & Verkauf
von Arbeitshebebühnen
CH-4702 Oensingen
www.skyaccess.ch info@skyaccess.ch
Tel. +41 61 816 60 00 Fax +41 61 816 60 08

Automatisches Beladen und Entladen

STANGEN BE- UND ENTLADESYSTEME FÜR DAS PRÄZISIONSDREHEN

BREUNING IRCO

Kurt Breuning IRCO Maschinenbau GmbH
71144 Steinenbronn - Deutschland
Tel. 0049 7157 52 860, www.breuning-irco.de
e-mail: technologie@breuning-irco.de

Sandro Codega
8330 Pfäffikon – Schweiz
Tel.: 076 378 74 46

Automatisierung

Elwitec GmbH
Automatisierung in Industrie und Gewerbe

Zürcherstrasse 51b
CH-8620 Wetzikon
Tel. 044 933 60 40
Fax 044 933 60 44
info@elwitec.ch
www.elwitec.ch

Soldati
DENKT AUTOMATISCH MIT.

Soldati AG, Hasliring 1, 6032 Emmen, Schweiz
Telefon +41 41 269 50 90, www.soldati.ch

Automatisierungstechnik

PHOENIX CONTACT
Zürcherstrasse 22 • 8317 Tagelswangen
Tel. +41 (0)52 354 55 55
infoswiss@phoenixcontact.com
www.phoenixcontact.ch

Bildverarbeitung/Vision

compar
vision systems & robotics
Tel. +41 55 416 10 60 | info@compar.ch

Blechbearbeitung

Lastech-ag die dynamischen Macher
Birrfeldstrasse 35, 5507 Mellingen
Tel. 056 481 80 80
www.lastech.ch • technik@lastech.ch
• **Laserschneiden 2D + 3D**
• **Rohr- und Profilbiegen**
• **Laserschweissen**
• **Abkanten**

Blechverarbeitung

SIGNER AG
Metallverarbeitung von A-Z
T: 071 649 11 11 | **signerag.ch**
Blechverarbeitung · Schweissen · zerspanende Bearbeitung · Oberflächen-Finish · Logistik

CAD/CAM-Systeme

PEPS **OPTICAM**
www.camtek.de

CE-Konformität

Suva, Bereich Technik
Zertifizierungsstelle SCESp 0008
Europäisch notifiziert, Kenn-Nr. 1246
suva CERTIFICATION
Postfach 4358, 6002 Luzern
Telefon 041 419 61 31, Fax 041 419 58 70
www.suva.ch/certification, technik@suva.ch

Dampfkesselanlagen

Josef Stöckli GmbH
Installation und Unterhalt von Dampfkesselanlagen, Vermietung mobiler Dampferzeugungsanlagen

Breiten, 6216 Mauensee
Tel. 041 921 43 35, Fax 041 921 63 14
certuss@certuss.ch, www.certuss.ch

Elektronikfertigung

Aafag AG
the electronic company
SMD-/THT-Bestückung und LED-Technik

8451 Kleinandelfingen | www.aafag.ch
mail@aafag.ch | T +41 (0)52 305 25 50

SCHAFFNER GMBH
PRODUKTION ELEKTRONISCHER SYSTEME
Rickenbacherstrasse 29 • 4460 Gelterkinden
Tel. 061 985 94 94 • Fax 061 985 94 98
www.schaffner-gmbh.ch • info@schaffner-gmbh.ch

timelec
Electronic Manufacturing Services

Timelec AG
Ackerstrasse 46 B
CH-8610 Uster
T 044 944 50 00
info@timelec.ch
www.timelec.ch

BEZUGSQUELLEN-VERZEICHNIS

Energiezuführungssyteme

MIBAG
Energiezuführungen

MIBAG AG
CH-8833 Samstagern
Tel. 043 888 1 555
www.mibag.ch

- Kabelketten
- Schleifleitungen
- Schleifringkörper
- Funksteuerungen
- Kabelaufroller
- Kabelbinder

Elektrostatische Aufladungen

HAUG
WE CONTROL ELECTROSTATICS.

HAUG BIEL AG
Johann-Renfer-Str. 60 • Postfach • CH-2500 Biel 6
Tel.: +41 (0) 32 344 96 96 • Fax: +41 (0) 32 344 96 97
info@haug.swiss • **www.haug.swiss**

Federn

Industriefedern • Ressorts industriels

FAVRE-STEUDLER SA
Chemin de la Prévôté 7
2504 Biel-Bienne
Tel. 032 341 30 79
Fax 032 342 52 34
www.favre-steudler.ch
info@ favre-steudler.ch

Fertigung von Dreh- und Frästeilen

Peter-Mechanik AG
Wir fertigen Präzision
Seit 1975 erfahren in Präzisionsmechanik
Peter-Mechanik AG
CNC-Fertigungstechnik
Postweg 5
5113 Holderbank
Tel. 062 893 34 67 | Fax 40
info@peter-mechanik.ch

Fertigungstechnik

permapack
Einfach bessere Lösungen.

Klebebänder, Formstanzteile, Lötmittel, Schutzfolien, Klebstoffe, Etiketten

Permapack AG
CH-9401 Rorschach
Tel. +41 71 844 12 12
www.permapack.ch

Filter

sefiltec
competence in filtration

Sefiltec AG
Haldenstrasse 11, 8181 Höri
Tel. 043 411 44 77, Fax 043 411 44 78
info@sefiltec.com, www.sefiltec.com

Filtration + Siebung

FEINDRAHTGEWEBE

BOPP
G. BOPP + CO. AG
Bachmannweg 21, CH-8046 Zürich
Telefon +41 44 377 66 66
www.bopp.com

Giesserei

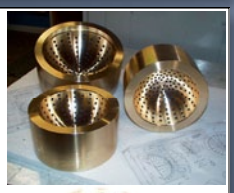
DÜDAL
Leichtmetall-Giesserei AG

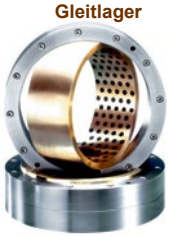
Kokillenguss
Druckguss
Bearbeitung
Montage

Hauptstrasse 35, Postfach, CH – 3186 Düdingen
Tel.: +41 26 493 22 22, info@duedal.ch, www.duedal.ch

Gleitlager, Buchsen, Gleitplatten

PAN®
Hochleistungsbronzen
PAN®-GF
selbstschmierende Gleitlager





Gleitlager, Führungen und Verzahnungen aus speziell nach dem PAN®-Verfahren verhütteten PAN®- Materialien

- hochverschleißfest
- wartungsfrei / wartungsarm
- sicher

PAN-Metallgesellschaft
PAN Seit 1931

Am Oberen Luisenpark 3 • D-68165 Mannheim
Tel.: + 49 621 42 303-0 • Fax: + 49 621 42 303-33
kontakt@pan-metall.com • www.pan-metall.com

Gummiformteile

BORFLEX REX
GUMMI
KUNSTSTOFFFORMTEILE
CH-6850-Mendrisio
Tel. +41 (0)91 640 50 50
www.borflex-rex.ch, sales@borflex-rex.ch

KLEIN
UND
EFFIZIENT

Bezugsquellen in der TR
lisa.freiburghaus@technische-rundschau.ch

Hydraulik, Schläuche und Verschraubungen

H-POWER
Heizmann
Schlauchtechnik - Hydraulik - Antriebstechnik
www.heizmann-shop.ch

SUTTER
HYDRAULIK & PNEUMATIK AG
Hauptstrasse 7 · CH-4455 Zunzgen
Telefon +41 (0)61 836 90 70
info@sutter-hydraulik.com
www.sutter-hydraulik.com
Ihr kompetenter Servicepartner vor Ort - Testen Sie uns !

tecalto
TECALTO AG
Rautistrasse 58, 8048 Zürich
Telefon 044 404 58 58
Telefax 044 404 58 00
info@tecalto.ch, www.tecalto.ch

Hydraulik und Steuerungsbau

ATP HYDRAULIK
Aggregatebau • Blocktechnik
Zylinderbau • Elektrosteuerungen

ATP Hydraulik AG • Aahusweg 8 • CH-6403 Küssnacht am Rigi
T +41 41 799 49 49 • info@atphydraulik.ch • atphydraulik.ch

Industrie PC's

fabrimex Systems
Ihr professioneller Partner
für Industrie-PC & Bildverarbeitung
+41 44 908 13 60 fabrimex-systems.ch

Industrie PC's und Displays

spectra
www.spectra.ch
Ihr kompetenter Partner
für Industrie-PCs- & Display- Lösungen

Kompressoren und Zubehör

airleader
Kompressoren Management
- senkt Druckluftkosten -
www.airleader.de info@airleader.de

Kompressoren und Zubehör

KAESER KOMPRESSOREN
Kompressoren Vakuum Gebläse
Service Engineering Aufbereitung
KAESER Kompressoren AG
8105 Regensdorf
Tel. 044 871 63 63
Fax 044 871 63 90
Mail: info.swiss@kaeser.com
www.kaeser.com

prematic
DRUCKLUFT-TECHNIK

Prematic AG
Druckluft-Technik
Märwilerstrasse 43
9556 Affeltrangen
Tel. 071 918 60 60
Fax 071 918 60 40
www.prematic.ch
info@prematic.ch

REMCO
DRUCKLUFTTECHNIK AG
Wir wissen mit Druck umzugehen.
071 973 75 00 - 8472 Seuzach
www.remco.ch

Kunststoffprofile

AC PROFIL AG
Industriestrasse 5 Tel. 062 965 38 78 www.ac-profil.ch
CH-4950 Huttwil Fax 062 965 36 75 ac-profil@bluewin.ch

K PROFILE
www.k-profile.com – Kunststoffprofile/Drahterodieren
www.3d-prints.ch – 3D-Druck/Kunststoff und Metall

Kunststoffspritzguss

prewag kunststofftechnik
8732 Neuhaus SG
Tunnelstrasse 10
+41 (0)55 286 40 40
www.prewag.swiss

Kunststoffverarbeitung

www.brac.ch
1K-3K Spritzguss, Duroplast-Pressen und -Spritzen
Brac-Werke AG, 4226 Breitenbach, Tel. 061 785 30 00

Kupplungen

Made for Motion KTR
KTR Systems Schweiz AG
Bahnstrasse 60, 8105 Regensdorf
Tel. 043 311 15 55
Fax 043 311 15 56
www.ktr.com/ch-de
ktr-ch@ktr.com

Lager- und Betriebseinrichtungen

HW-REGALE AG
Lagertechnik
Riedgrabenstrasse 10, 8153 Rümlang
Tel. 044 817 60 50, Fax 044 817 34 24
Internet: www.hw-regale.ch
E-mail: info@hw-regale.ch

LISTA
Lista AG
Fabrikstrasse 1
CH-8586 Erlen
Tel. +41 71 649 21 11 info@lista.com
Fax +41 71 649 22 03 **www.lista.com**

Laserbeschriftung

Ihr Partner für Laserbeschriftungen fast aller Materialien (Faser- und Co2-Laser vorhanden)
Vertretung FOBA-Laserbeschriftungsanlagen in der Schweiz – www.foba.de
Über 25 Jahre Erfahrung
teltec systems ag
Oberebenestrasse 11, 5620 Bremgarten
Tel. 056-648 70 00 Fax 056-648 70 07
www.teltec.ch info@teltec.ch

Laserschneiden

Cut me - if you can!
DOHNER
Wasserstrahlschneiden
Laserschneiden
Komplettbearbeitung
NEU auch
µ Micro Wasserstrahl by Dohner
Schneiden im µ-Bereich
8450 Andelfingen | **www.dohnerag.ch**

Lineartechnik

AMSLER LINEAR
- Kugelschienenführungen
- Rollenschienenführungen
- Kugelgewindetriebe
- Kugelbüchsenführungen
- Linearachsen mit Steuerung

AMSLER & CO. AG, 8245 Feuerthalen
fon 052 647 36 36 fax 052 647 36 37
linear@amsler.ch www.amsler.ch
Rexroth Bosch Group Vertriebspartner

H-POWER
Heizmann
Schlauchtechnik - Hydraulik - Antriebstechnik
www.heizmann-shop.ch

Magnete

MAURER MAGNETIC®
Industriestrasse 8-10 I CH-8627 Grüningen
Phone +41 (0) 44 936 60 30
info@maurermagnetic.ch I www.maurermagnetic.com

Maschinenaufstellung

Nivell®
worauf Maschinen stehen
- Schwingungstechnik
- Keilschuhe
- Stellelemente
- Schwerlastanker

Wohlerstrasse 41 | 5620 Bremgarten | CH
info.ch@nivell.com

Mech. Grossbearbeitung

SIGNER AG
Metallverarbeitung von A-Z
T: 071 649 11 11 | signerag.ch
Blechverarbeitung · Schweissen · zerspanende Bearbeitung · Oberflächen-Finish · Logistik

Messwerkzeuge

NÜSSLER
Tastelemente und Zubehör
Dimensionelle Messtechnik
www.nuessler.ch

Optische Systeme

HS HAAG-STREIT SPECTROS
SPECTROS AG – Lohweg 25, 4107 Ettingen
Tel. 061 726 20 20 – Fax 061 726 20 21 – www.spectros.ch

Rohrlaser

Ruch Metallbau AG T 041 874 80 50
Hellgasse 31 info@ruch.ag
CH-6460 Altdorf www.rohrlaser.ag
RU CH

Rollen-Walzen-Gummi-PUR Silikon-Schaum-CFK

TYP AG
Gewerbestrasse 24, 4512 Bellach
Tel. 032 625 58 58, Fax 032 622 72 40
info@typ-tgw.com, www.typ-tgw.com

Sandstrahlanlagen /-mittel

SGT STRAHLMASCHINEN AG
Ruchstuckstrasse 12
CH-8306 Brüttisellen
Tel. +41 (0)44 805 52 00 · Fax +41 (0)44 805 52 09
info@strahlmaschinen.ch · www.strahlmaschinen.ch

Schmiermittel

BRUNOX Turbo-Spray
BRUNOX AG
Korrosionsschutz
8732 Neuhaus SG
Tel: 055 285 80 -80 Fax: -81
www.brunox.swiss

Schnecken und Zylinder

BERNEX
Bernex Bimetal AG
Winznauerstrasse 101
CH- 4632 Trimbach
www.bernexgroup.com Tel. 062 287 87 87
sales@ch.bernexgroup.com

Schweisstechnik

Fronius
Oberglatterstrasse 11, 8153 Rümlang
Tel. 0848 Fronius (376 64 87)
Fax 0800 Fronius (376 64 87) kostenlos
sales.switzerland@fronius.com, www.fronius.ch

Sensoren

dollenmeier
Sensoren, Messtechnik, Beratung
www.dollenmeier.ch T +41(0)44 885 45 11 Regensbergstrasse 16
info@dollenmeier.ch F +41(0)44 885 45 12 CH-8157 Dielsdorf

Stahl

LB
Ihr Partner für prozessfähige Stähle.
beschaffen - lagern - anarbeiten - liefern
LB MetallService AG
Fabrikstrasse 9, 5400 Baden
info@lb-metallservice.ch www.lb-metallservice.ch
Tel. +41 56 205 68 68 www.saegecenter.ch

BEZUGSQUELLEN-VERZEICHNIS

Stanzteile

JEHLE
Jehle AG
Werkzeug- und Formenbau
Stanz- und Umformtechnik
Büntenstrasse 125
CH-5275 Etzgen
T +41 62 867 30 30 | verkauf@jehleag.ch | www.jehleag.ch

Temperaturmesstechnik

THERMOCONTROL
Thermocontrol GmbH
Riedstrasse 14, 8953 Dietikon 1
Tel. +41 44 740 49 00 Fax. + 41 44 740 49 55
info@thermocontrol.ch **www.thermocontrol.ch**

Unterbrechungsfreie Stromversorgung

usv.ch CTA Energy Systems
CTA Energy Systems AG
3110 Münsingen
Tel. 031 720 15 50
www.usv.ch
info@usv.ch

Vakuum Lösungen

BECKER
Becker AG
Pfadackerstrasse 10
8957 Spreitenbach
Tel. 058 590 18 18
www.becker.ch
becker@becker.ch

BUSCH
VACUUM SOLUTIONS
Busch AG, Waldweg 22, 4312 Magden
Tel. 061 845 90 90, Fax 061 845 90 99
info@buschag.ch, www.buschvacuum.com

Vakuumpumpen und Kompressoren

barUvac AG
Gebläse- + Vakuumtechnik

ABECO + zumtech
Drucklufttechnik AG
www.zumtech.ch Tel. 056 460 03 90

Vakuumpumpen und Systeme

prematic DRUCKLUFT-TECHNIK
Elmo Rietschle by Gardner Denver
ROBUSCHI by Gardner Denver
Prematic AG
Systempartner von
Gardner Denver
Märwilerstrasse 43
9556 Affeltrangen
Tel. 071 918 60 60
v-g@prematic.ch
www.prematic.ch

Verbindungstechnik

WWW.WEMA-VERSCHLUSSTECHNIK.CH
WEMA Verschlusstechnik
8357 GUNTERSHAUSEN
+41 52 366 24 74

Wälzlager

KULL-LAUBE AG TECHNISCHER HANDEL
24-Stunden-Notfallservice unter Tel. 056 426 16 80
Halbartenstrasse 50
CH-5430 Wettingen
www.kull-laube.ch
info@kull-laube.ch
Mit uns läuft's rund!
schnell, kompetent, zuverlässig

Wälzlager

SKF (Schweiz) AG
Eschenstrasse 5
CH-8603 Schwerzenbach
Tel 044 825 81 81, Fax 044 825 82 82
www.skf.ch, skf.schweiz@skf.com

Wälzlager / Linearführungen

SCHAEFFLER
Schaeffler Schweiz GmbH
Tel. +41 71 55 666 55 Fax +41 71 55 666 56
info.ch@schaeffler.com www.schaeffler.ch

Wärmetauscher

WT Wärmeaustausch Technologien AG
Technologies de' échangeurs SA
WT Wärmeaustausch Technologien AG
Hasenholz 38, 1735 Giffers
Tel. 026 418 06 56, Fax 026 418 06 57
info@wt-sa.ch, www.wt-sa.ch

Werkstoffe / Metalle

ALLEGA
Allega GmbH
Seeblerstrasse, CH-8172 Niederglatt ZH
Telefon +41 (0)44 852 41 11
Fax +41 (0) 44 852 43 44
info@allega.ch, www.allega.ch

Wasserstrahlschneiden

Cut me - if you can!
DOHNER
Wasserstrahlschneiden
Laserschneiden
Komplettbearbeitung
NEU auch
Micro Wasserstrahl by Dohner
Schneiden im µ-Bereich
8450 Andelfingen | **www.dohnerag.ch**

Werkzeug- und Formenbau

meusburger
WIR SETZEN STANDARDS.
Meusburger Georg GmbH & Co KG
Kesselstr. 42 | 6960 Wolfurt | Austria | T +43 5574 6706-0
F -11 | verkauf@meusburger.com | www.meusburger.com

Werkzeugmaschinen

argonag ag
werkzeugmaschinen
machines-outils
argonag ag
Obfelderstrasse 36, 8910 Affoltern am Albis
info@argonag.ch / www.argonag.ch
☎ 044 763 47 11

BRÄNDLE WERKZEUG MASCHINEN SEIT 1960
Brändle Werkzeugmaschinen GmbH
Bahnhofstrasse 4, CH-9536 Schwarzenbach
Tel. 071 923 23 80, info@braendle-gmbh.ch
www.braendle-gmbh.ch

SPINNER
Tel. +41 52 301 21 55
Fax +41 52 301 21 54
info@spinner-ag.ch
www.spinner-ag.ch
Spinner AG
CNC-Präzisionsmaschinen
Hauserstrasse 35
CH-8451 Kleinandelfingen
SPINNER automation SPINNER REALMECA NEXTURN MADA karmetal EZ

WENK
Werkzeugmaschinen
WENK AG
Neckarsulmstrasse 41, 2540 Grenchen
info@wenk-ag.ch / www.wenk-ag.ch
☎ 032 344 98 00

Zertifizierungen

QS QUALITY SERVICE
QS ZÜRICH AG
Zürich/Basel
+41 44 350 46 65
+41 61 722 04 24
info@quality-service.ch
www.quality-service.ch

INSERENTENVERZEICHNIS / IMPRESSUM

Print zum Leben erwecken – Anzeigen werden lebendig.

Durch Scannen der Seiten mit dem **P+ Logo** oder dem **grünen Balken** (im Bezugsquellen-Verzeichnis) gelangen Sie zu den hinterlegten, digitalen Inhalten.

Und so einfach geht's:

1. **Laden Sie die Gratis-App «Technische Rundschau»** für iOS oder Android herunter

Available on the App Store · Google play

2. **Öffnen Sie die Scanfunktion** mit **«Artikel scannen»**
3. **Scannen Sie** mit Ihrem Smartphone/Tablet die Seite mit dem

Probieren Sie es gleich aus! Scannen Sie diese Seite und Sie gelangen zum Erklärfilm.

INSERENTEN

bachmann engineering AG 31
BERNEXPO AG 13, 19
BURAG KABINENBAU AG 12
Eichenberger Gewinde AG 25
Elatec GmbH 49
Faulhaber Minimotor SA 3
Heidenhain (Schweiz) AG 23
igus Schweiz GmbH 43
KELLER Druckmesstechnik AG 60
Martignoni AG 12
Messe Luzern AG 41
MEWA Textil-Service AG & Co. 2
NEUGART GmbH 29
Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG 1
Pilz Industrieelektronik GmbH 9
Polyservice AG 37
Ringspann AG 33
Rösler Schweiz AG 35
Sintratec AG 51
Spectros AG 29
Teseo Srl 5
Thür + Co. AG Federnfabrik 17
WITTENSTEIN AG 21

TECHNISCHE RUNDSCHAU
Das Schweizer Industriemagazin

www.technische-rundschau.ch
ISSN 1662-3096
114. Jahrgang, erscheint monatlich

Redaktion
Joachim Vogl (jvo), Chefredaktor
Tel. +41 (0)58 958 95 33
joachim.vogl@medtrix.group

Markus Schmid (msc), Redaktor
Tel. +41 (0)58 958 95 34
markus.schmid@medtrix.group

Anzeigenverkauf
Thomas Werner
Verkauf Schweiz PLZ 4000-9999
Verkauf Deutschland
Tel. +41 (58) 958 95 31
thomas.werner@medtrix.group

Lisa Freiburghaus
Verkauf Schweiz PLZ 1000-3999
Tel. +41 (0)31 926 15 50
lisa.freiburghaus@medtrix.group

Anzeigendisposition
Fabienne Sigrist
Tel. +41 (0)58 958 96 56
fabienne.sigrist@medtrix.group

Layout
David Jentzen
david.jentzen@medtrix.group

Emma Schaub
emma.schaub@medtrix.group

Leserservice
tr-abo@medtrix.group

Abonnementspreise
Jahresabonnement Schweiz: CHF 148.–
Jahresabonnement Ausland: CHF 188.–

Anzeigenpreise
(Schweiz: zuzüglich MWST) Preise und Abschlussrabatte für Werbeinserate sowie Beihefter/Beilagen gemäss Tarif 2022.

Bankverbindung
Credit Suisse, Basel, Swift CRES CH ZZ 80A
IBAN: CH23 0483 5030 8286 3100 0 CHF
IBAN: CH75 0483 5030 8286 3200 4 EUR

Herausgeber und Verlag
Medtrix Group AG
Grosspeterstrasse 23, Postfach, CH–4002 Basel

Geschäftsführung
Oliver Kramer

Verlag
Mit der Annahme eines Manuskripts hat der Verlag das Recht zum Abdruck in seinen Fachorganen und zur Übersetzung in andere Sprachen erworben. Für unaufgefordert zugesandte Manuskripte und Fotos kann keine Verantwortung übernommen werden.

Druck
PRINTEC OFFSET, D - 34123 Kassel

Auflage
Auflage gedruckt: 10'500 Ex.
total verbreitete Auflage: 9'950 Ex.
davon verkauft: 937 Ex.

MedTriX Group

© MedTriX Group AG
Grosspeterstrasse 23
Postfach
CH–4002 Basel
Alle Rechte vorbehalten

KELLER

SINCE 1974

MADE TO MEASURE **PRESSURE**

keller-druck.com