

motion

MAGAZIN FÜR WERKZEUGMASCHINEN
Technik verbessern ... Kosten senken.



plastics for longer life®
igus.de...
igus.de/werkzeugmaschinen

motion plastics® im Einsatz für die Werkzeugmaschinenindustrie



Ihr Technikverbesserer und Kostensenker,

Lukas Czaja

Leiter Branchenmanagement Werkzeugmaschinen

Tel.: +49-2203 9649-7722

E-Mail: lczaja@igus.net



Ihr Technikverbesserer und Kostensenker,

Markus Kogelmann

Branchenmanager Werkzeugmaschinen

Deutschland, Österreich

Tel.: +49-8237 9529-736

E-Mail: mkogelmann@igus.net



Ihr Technikverbesserer und Kostensenker,

Volker Beißel

Branchenmanager Werkzeugmaschinen

Tel.: +49-2203 9649-7041

E-Mail: vbeissel@igus.net

80 % Prozesskosten senken – weltweit

Werkzeugmaschinenhersteller verfügen häufig auch über weltweite Produktionsstandorte. Um rund um den Globus eine gleichbleibend hohe Qualität sicherzustellen, sind einheitliche Stücklisten ihrer Maschinen wichtig. Häufig sind Hersteller jedoch gezwungen, diese für unterschiedliche Filialen zu modifizieren oder Einbußen in puncto Lieferzeit an den weltweiten Standorten hinzunehmen.igus® ist weltweit mit 3.800 Mitarbeitern an 35 Standorten immer direkt am Herzen der Werkzeugmaschine und kombiniert die Vorteile der weltweiten Verfügbarkeit, schnellen Lieferung und des globalen Supports. In China sind wir beispielsweise mit über 400 Mitarbeitern und eigener readychain® Fabrik für kundenindividuelle Konfektionierung für Sie da. Wir werden die Kapazitäten weiter ausbauen und 2019 eine neue Fabrik in Shanghai beziehen. Gleiches bieten wir Ihnen an weiteren Werkzeugmaschinen-Produktionshotspots, wie z.B. Japan, Italien, Taiwan, Korea, Indien, Brasilien und den USA.

Wie Sie mit schlüsselfertigenigus® readychain® Systemen Ihre Montagezeit, den Logistikaufwand und den Beschaffungsprozess optimieren, erfahren Sie hier:



igus.de/werkzeugmaschinen

8

Einbaufertige
Energieführungen
direkt an
die Maschine.



Inhalt

42

Späne und blickdichte
Energieführung bei Trumpf.



96

3D-Druckservice – für
individuelle Teile aus
Hochleistungskunststoffen.



18

Prozesskosten senken mit hilfreichen
Online-Werkzeugen.



30

smart plastics
Ausfallsicherheit in Werkzeug-
maschinen erhöhen.



80

Montagefreundlich und
spänpflichtig zugleich.



104

Die flexible igus®
Fabrik in Köln.



22

Verfahrwege von 13 m "freitragend"
mit Energieketten realisieren.



38

Schneller und wirtschaftlicher
zugentlasten



86

Fräs- und Tiefbohrtechnik bei ERMAFA
in einer Maschine kombiniert.



106

Überall vor Ort.
Weltweiter
Service..



Minuten statt Tage: Komplettlösung von igus® senkt Montagezeit von Bearbeitungszentren

Durch einbaufertige readychain® Systeme von igus® lassen sich Prozesskosten senken und Fehler reduzieren.

In seinen Portalbearbeitungsanlagen setzt der Werkzeugmaschinenhersteller Hartford aus Taiwan auf komplett **fertig konfektionierte Energiekettensysteme** von igus®. Dadurch lassen sich viele Arbeitsschritte einsparen, was die benötigte Montagezeit von mehreren Wochen auf lediglich einen halben Tag reduziert. Gleichzeitig können Kunden sich stets darauf verlassen, mit readychain® von igus® eine **sichere Lösung aus einer Hand** zu erhalten.

Als einziger Anbieter entwickelt igus® sowohl Energieketten als auch die dafür speziell konstruierten Leitungen, die die kontinuierlichen Bewegungen in den e-ketten® von igus® zuverlässig mitmachen.



V.l.n.r.: Dexter Tzu, Lukas Czaja, William Wang (alle igus®) und Leo Chang (Hartford).

Als Komplettsystem werden diese sogenannten "readychains®" ebenfalls je nach Kundenwunsch weltweit an **12 Standorten konfektioniert** und **montagefertig ausgeliefert**.

igus® präsentierte Hartford eine Lösung für die Anlagen der **AERO-Serie**. Erfreulich für die Ingenieure bei Hartford: Durch den Einsatz von igus® Energieketten ließ sich der benötigte Bauraum erheblich reduzieren. Ein Grund dafür ist, dass alle chainflex® Leitungen an dieser Anlage mit einem **ölbeständigen PUR-Außenmantel** ausgestattet sind. Auf zusätzliche Schutzschläuche kann daher verzichtet werden, was den benötigten Platz der Leitungen und damit die Größe der Ketten reduziert und außerdem die Wartung erleichtert sowie nicht zuletzt die Kosten durch den Wegfall der Schutzschläuche reduziert.

In enger Zusammenarbeit zwischen igus® Taiwan und Hartford wurde anschließend eine **3D-Zeichnung** der eingesetzten readychain® mit Montagegestell erstellt, um den Montageablauf zu simulieren. Das Ergebnis konnte sich direkt sehen lassen: Die erste, mit allen Elektroleitungen ausgestattete Energiekette konnte in **einer Stunde montiert** werden. Die **zweite Kette** mit Hydraulikschläuchen sogar in **nur 40 Minuten**.

Einsparung von Arbeitsschritten für deutlich höhere Produktivität

Im Normalfall versuchen es Hersteller von Werkzeugmaschinen zu vermeiden, dass an einer An-

lage zu viele Montagearbeiten gleichzeitig durchgeführt werden. Viel Handarbeit von verschiedenen Mitarbeitern steigert nicht automatisch die Effizienz und erhöht außerdem die Fehleranfälligkeit. Durch den Einsatz von **igus® readychains®** lassen sich alle vier e-ketten® von igus® komplett in einem halben Tag einbauen. In der Vergangenheit benötigten zwei Mitarbeiter bei einer AERO-Anlage eineinhalb Wochen für die Arbeit an der X-Achse und eine weitere Woche für die Energiezuführung der Y- und Z-Achse. So kann Hartford **Arbeitsschritte und Prozesskosten sparen** und gleichzeitig die **Produktivität deutlich steigern**. Und sich dabei stets auf geprüfte Qualität der readychains® von igus® verlassen.



Als komplett vorkonfektionierte readychains® werden die Energieketten inklusive Leitungen und Montagegestell bei Hartford angeliefert.




Sehen Sie hier ein Video zur Installation bei Hartford.



Einbaufertig und industriell konfektioniert: igus.de/readychain

Immer die passende Konfektionierung für Ihre Anwendung! Montagefertiges readychain® e-kettensystem® in 3-8 Tagen projiziert und geliefert.

Machbar durch die größte Auswahl an Energieketten für alle Bewegungsarten, Leitungen für die e-kette® mit 36 Monaten Garantie mit den passenden Steckern. Anzahl der Lieferanten und Bestellungen um 75 % reduzieren. Maschinenstillstandszeiten minimieren. Systemgarantie – je nach Anwendung.



- Basic**
e-kette® mit eingelegten Leitungen – zugentlastet im eigenen System.
- Standard**
e-kette® mit Leitungen und passenden Steckern
- Standard+**
Vorkonfektionierte e-kettensysteme® mit passenden Blechteilen
- Premium**
Montagefertiges Komplettsystem mit Transportgestell



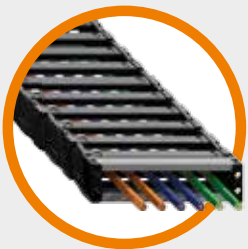
Die meist verwendete
Konfektionierung in der
Werkzeugmaschinenindustrie:

Premium
Montagefertiges Komplettsystem
mit Transportgestell

igus.de/readychain



readychain® Basic, Standard, Standard+ und Premium: Die Produktivitäts- beschleuniger



readychain® basic:
3 ... von 13
readychain® Vorteilen



readychain® standard:
6 ... von 13
readychain® Vorteilen



readychain® standard+:
9 ... von 13
readychain® Vorteilen



readychain® premium:
13 ... von 13
readychain® Vorteilen

3 ... 6 ... 9 ... 13 ... readychain® Vorteile

Ihre Vorteile	BASIC	STANDARD	STANDARD+	PREMIUM
EIN Lieferant – Lieferanten bündeln	☑	☑	☑	☑
Montagezeit reduzieren	☑	☑	☑	☑
Ausfallsicherheit erhöhen	☑	☑	☑	☑
Keine Elektroinstallation	■	☑	☑	☑
100% digital geprüft	■	☑	☑	☑
Keinen Leitungsüberschuss	■	☑	☑	☑
Steckstellen reduzieren	■	■	☑	☑
Anschluss-/Schnittstellen optimieren	■	■	☑	☑
Einbaufertiges Mehrachssystem	■	■	☑	☑
Transport/Montage perfektionieren	■	■	■	☑
Eine Baugruppe	■	■	■	☑
Eine Bestellnummer/Warengruppe	■	■	■	☑
Plug & Play	■	■	■	☑

Ihre Vorteile im Überblick	BASIC	STANDARD	STANDARD+	PREMIUM
Montagezeitreduzierung	■ ■ □ □ □	■ ■ ■ □ □	■ ■ ■ ■ □	■ ■ ■ ■ ■
Logistikaufwandreduzierung	■ ■ ■ □ □	■ ■ ■ ■ □	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ □
Beschaffungsprozessoptimierung	■ ■ ■ □ □	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■



Das readychain® Prinzip: Alle Komponenten aus einer Hand

Von e-ketten® für alle Bewegungen ...

igus® e-ketten® arbeiten heute bereits in vielen hunderttausend Anwendungen weltweit zuverlässig. Von Getränkeautomaten bis zum Stahlwerk, von der einfachsten, linearen bis zur kompliziertesten Anwendung sind tausende Varianten von Einbauarten zu finden. igus® e-ketten® sind leicht zu montieren und können dabei bis zu 80 % Zeiterparnis wie z.B. mit der Serie E4.1L und den neuen LEAN-Trennstegen erbringen.

www.igus.de/e-ketten

... über chainflex® Leitungen ...

Mit 1.354 Leitungen ab Lager bieten wir das größte Angebot an Leitungen speziell für die Energiekette. Dank des auf 2.750 m² erweiterten branchengrößten Testlabors, in dem unter anderem eine Million elektrische Messungen pro Jahr durchgeführt werden, sind wir als einziger Anbieter in der Lage, eine 36-monatige Garantie* auf alle chainflex® Leitungen zu geben.

www.igus.de/chainflex

... bis hin zu konfektionierten Systemen

Einbaufertige Energieführungssysteme werden maßgeschneidert entwickelt, konfektioniert und geliefert. Der Kunde kann auf eigene Lager für e-ketten®, Leitungen und Stecker verzichten, spart Platz und Zeit für die interne Logistik und den Raum für die Konfektionierung sowie Montage der Energieführung. Die fertigen Module reduzieren bei unseren Kunden die Prozesskosten um bis zu 80 % und beschleunigen die Durchlaufzeiten radikal. Maschinen- und Anlagestillstände werden auf ein Minimum reduziert.

www.igus.de/readychain

* Garantie von 36 Monaten bzw. 10 Mio. Doppelhüben (bei Leitungen der chainflex® M-Familie bis zu 5 Mio. Doppelhübe). Je nachdem, was zuerst eintritt. Die Menge der Doppelhübe ergibt sich aus der Einbauart und der Leitungsqualität. Diese wird im aktuellen Katalog, in den Datenblättern und im Lebensdauerrechner unter www.igus.de/chainflexlife beschrieben.



Weltrekord bei Bihler: Der schnellste Stanzbiegeauto- mat der Welt

Mit neuem Antriebskonzept zum Weltrekord: Der schnellste Servo-Stanzbiegeautomat verfährt und positioniert die einzelnen Aggregate servoelektrisch. Gut sichtbar: die Energieketten von igus®.

Bihler nutzt komplette Energiekettensysteme von igus® zur Versorgung von Servo-Aggregaten.

Mit den Maschinen RM-NC und GRM-NC hat die **Otto Bihler Maschinenfabrik GmbH & Co. KG** die schnellsten Servo-Stanzbiegeautomaten der Welt entwickelt. Ihr zentrales Merkmal ist ein neues Antriebs- und Steuerungskonzept der beweglichen Spindeln. Die Energiezuführung übernehmen Energieketten mit **chainflex®** Leitungen von igus®, geliefert als komplett vorkonfektionierte und einbaufertige **readychains®**.



Hoch präzise und sehr schnell: Bis zu 300 Präzisionsteile pro Minute

Die Highspeed-Servomaschinen RM-NC und GRM-NC der **Otto Bihler Maschinenfabrik** fertigen bis zu 300 Präzisionsteile pro Minute. Sie bieten aus Kundensicht den unschätzbaren Vorteil, dass sie voll kompatibel zu den weit verbreiteten mechanischen Maschinen der RM- und GRM-Serie sind. Der Anwender kann also vorhandene Werkzeuge verwenden und die gewünschte Losgröße der Stanzbiegeteile dann in der halben Zeit produzieren. Die Umrüstzeiten reduzieren sich sogar bis zum Faktor Zehn. Das bedeutet: Der Output steigt teilweise um mehr als 300 Prozent. Und die Maschinen sind deutlich flexibler.

Hoch präzise und sehr schnell: Neues Antriebs- und Steuerungskonzept.

Solche Produktivitätssprünge lassen sich nur mit neuen Konzepten realisieren. Bei den Bihler-Maschinen heißt das: Servo-Antriebstechnik, anspruchsvolle Steuerungstechnik plus intuitive Bedienung. Die Schlittenaggregate lassen sich – wenn die Position einmal vorgegeben wurde – automatisch auf einer Kreisbahn verfahren und exakt in radialer und linearer Ausrichtung positionieren. Dabei wird eine Genauigkeit von 0,02° erreicht. Dies gewährleistet ein sehr schnelles Umrüsten ohne den Austausch von Kurvenscheiben wie bei den mechanischen Maschinen.

Energieketten nach Maß schützen die ausfallsicheren Leitungen.

Hier bewährte sich in Kombination mit den **chainflex® Leitungen** die **E2/000 Energiekette** von igus®. Bei den Ketten, die sich unterhalb der Werkzeuge bewegen, kommt eine teilweise geschlossene Ausführung zum Einsatz, die zusätzlich mit einem Gewebeschlauch geschützt ist. So wird vermieden, dass Stanzrückstände in die Kette gelangen können. Die Energieketten im oberen und unteren Bereich haben Zonen mit rückwärtigem Biegeradius, damit sie sich platzsparend an jede gewünschte Position anpassen können.



Online informieren, konfigurieren und bestellen: igus.de/werkzeugmaschinen

Besuchen Sie unsere Branchen-Webseite mit vielen weiteren Informationen, Produkten und Anwendungsbeispielen sowie hilfreichen Online-Werkzeugen.

Schnell Produkte online finden, konfigurieren und Lebensdauer berechnen. Mit unseren Produktfindern finden Sie schnell den richtigen Artikel und erhalten eine exakte Lebensdauervorhersage. Mit allen Online-Werkzeugen sparen Sie zudem Prozesskosten. igus® liefert ab Lager in 24 bis 48 Stunden!

Für alle Aufgaben – in jeder Losgröße.

Unterschiedliche Branchen erfordern unterschiedliche Lösungen – igus® bietet maßgeschneiderte Hilfestellung für spezielle Anwendungen. Für die Werkzeugmaschinenindustrie verfügt igus® schon über langjährige Erfahrung und spezielle Ansprechpartner.

igus plastics for longer life®

igus® im Einsatz in der Werkzeugmaschinenindustrie

Lean, sicher und kosteneffizient! - 50% Gewicht sparen, 80% Montagezeit sparen und 95% Konfektionierungszeit sparen.

Ziele Trends für moderne Werkzeugmaschinen:

- Lebensdauer verlängern
- Kosten senken
- Leistung steigern
- Umweltfreundlichkeit
- Flexibilität erhöhen
- Wartung vereinfachen
- Sicherheit erhöhen
- Produktivität steigern
- Genauigkeit erhöhen
- Lebensdauer verlängern
- Kosten senken
- Leistung steigern
- Umweltfreundlichkeit
- Flexibilität erhöhen
- Wartung vereinfachen
- Sicherheit erhöhen
- Produktivität steigern
- Genauigkeit erhöhen



e-ketten® online konfigurieren

The screenshot displays the 'meine-kette' online tool on the igus website. The browser address bar shows 'www.igus.de/konfigurator'. The website header includes the igus logo with the tagline 'plastics for longer life®', a search bar, and a language selector set to 'Deutschland (Deutsch)'. The main navigation bar contains links for 'Produkte', 'Branchenlösungen', 'Service', and 'Unternehmen', along with 'Schnell bestellen', 'myigus', and a shopping cart icon labeled 'Warenkorb (0)'. The breadcrumb trail reads 'Home > Online-Werkzeuge'. The main heading is 'meine-kette : Online Tools'. Below this, a section titled 'Einfache Online-Konfiguration:' explains the benefits of using the online tools. A list of links provides access to specific tools for different igus products. A video player shows a 3D model of a chain with a play button and a progress bar. To the right, a sidebar lists contact information, order tracking options, and service guarantees. At the bottom, two boxes highlight the company's expertise in system design and the 'meine-kette' product finder.

igus plastics for longer life®

Deutschland (Deutsch)

Produkte Branchenlösungen Service Unternehmen Schnell bestellen myigus Warenkorb (0)

Home > Online-Werkzeuge

meine-kette : Online Tools

Einfache Online-Konfiguration:

Nutzen Sie unsere Online Tools, um Ihr Produkt so zu konfigurieren, wie Sie es benötigen. Senken Sie Ihre Prozesskosten mit Online-Werkzeugen und vielen weiteren nützlichen Online-Services. Brauchen Sie dabei Unterstützung? Dann leiten wir Sie gerne telefonisch an.

- » Online Tools für e-ketten®
- » Online Tools für chainflex® Leitungen
- » Online Tools für iglidur® Polymerlager
- » igus® Tools als iOS Apps

Videobeispiel eines meine-kette® Online Tools

Für e-ketten®

Experte für Systemauslegung und -berechnung
für Verfahrwege bis 100 m

meine-kette: Produktfinder
für alle Bewegungen

igus® Kontakt
+49 (0) 2203-9649-8201
» E-Mail an igus®

» Auftragsverfolgung
» myigus
» myCatalog

keine Mindestbestellmenge
7⁰⁰ - 20⁰⁰ Lieferung+Beratung
Lieferung ab 24h*
kostenlose Muster
Läuft etwas nicht nach Wunsch?
/ Kritik

Online-Tools

Mehr als 30 Online-Tools helfen schnell, das passende Produkt zu finden, zu konfigurieren und zu berechnen. Keine Registrierung notwendig. 3D-CAD Modelle stehen zum Download bereit unter: www.igus.de/konfigurator

Fräsen ohne "Durchzuhängen"

Das Portal-Bearbeitungs-
zentrum KMC-G ist für
Werkstücke aus der
Luftfahrt- und Werk-
zeugmaschinenindustrie
konzipiert.



Große Bearbeitungszentren in Portal-Bauweise sind die Spezialität des Werkzeugmaschinenbauers Kao Ming aus Taiwan. Die langen Verfahrwege von bis zu 13 Metern stellen bei diesen Anlagen besondere Anforderungen an die Zuführung von Energie und Medien.

Bei Kao Ming wird großer Wert auf eine äußerst stabile Grundkonstruktion der Maschinen gelegt. Die **Strukturelemente** sind aus **Mehranitguss** gefertigt. Auf den Verfahrachsen sorgen Kastenführungsbahnen für maximale Steifigkeit und Dämpfung.

Die **Baureihe KMC-G** gehört zu den größten Portal-Bearbeitungszentren des Unternehmens. Die Anlage ist nach dem **Gantry-Prinzip** ausgeführt, das heißt, der Bearbeitungstisch mit dem Werkstück führt keine Bewegungen aus.

Die Dimensionen dieser Teile werden immer größer. Besaßen die ersten Anlagen der G-Reihe in der **X-Achse** einen Verfahrweg von sechs Metern sind es bei der aktuellen Modellreihe schon **13 Meter**. Um unterschiedliche Werkstücke bearbeiten zu können, ist diese Anlage mit einer **Wechseleinrichtung** für die Bearbeitungsspindel ausgestattet, sodass Fräsköpfe mit verschiedenen Bearbeitungswinkeln eingesetzt werden können.

Das Bearbeitungszentrum ist mit einer Wechseleinrichtung für die Frässpindel ausgerüstet.



Herausforderung Energiezuführung

Die verschiedenen Spindeln steigern die Anzahl an Leitungen und Schläuchen für Energie, Medien und Daten, die beweglich vom zentralen Schaltschrank durch die Anlage zur Fräseinheit geführt werden müssen. Auch das **spezielle Moduldesign**, erhöht die Anforderungen an die Energiekette, da sich die Verfahrwege verlängern. Bei diesem System können zusätzliche Module auf der X-Achse eingefügt werden. "Bei längeren Verfahrwegen kommt keine Energiekette dauerhaft ohne Abstützung aus. Schon gar nicht, wenn man noch an das zusätzliche Gewicht durch die Schläuche und Leitungen im Innern der Kette denkt", erklärt dazu der General Manager von Kao Ming, Tim Chang.

igus® guidelok erfüllt höchste Anforderungen bei der Energiezuführung

Die schwenkbaren Rollenhalter erlauben den freien Lauf der Kette und stützen das Obertrum.

Das **igus® guidelok System** erfüllt die Anforderungen von Kao Ming nahezu perfekt. Das besondere Design der **Stützrollen** sorgt dafür, dass das Obertrum der Kette sich reibungslos und schnell bewegen kann. Die Rolle kann passiv ausweichen, wenn die Kettenradien sich an der Rolle vorbei bewegen. Dank dieser einfachen Konstruktion kann auf eine regelmäßige Wartung verzichtet werden. Außerdem ermöglicht der passive Ausweichmechanismus die Bewegung von zwei entgegengesetzten Ketten im gleichen Rinnensystem. Der Verfahrweg kann auf bis zu **50 Meter ausgedehnt** werden.

Beeindruckende Dimensionen: die X-Achse der KMC-G verfährt über 13 Meter.

Getestet bei Gurutzpe in Spanien: Energiekette für Fahrwege bis 50 Meter freitragend

Der spanische Maschinenbauer **Tornos Gurutzpe S.A.**, ansässig in Guipúzcoa, hat innerhalb eines halben Jahrhunderts weit über 5.000 Maschinen ausgeliefert. Seine neueste Horizontal-Drehmaschine, die "A-2000 4G CNC", ist mit einer neuartigen Energieketten-Lösung ausgerüstet für lange, freitragende Fahrwege im Spänebereich.

Die weltweiten Käufer von Drehmaschinen legen großen Wert auf drei Dinge: Zuverlässigkeit, Steifheit und Effizienz. Die Kunden von Tornos Gurutzpe S.A. sitzen vor allem in Europa, den USA, Indien und in den Erdöl produzierenden Ländern. Rund 30

Maschinen verlassen jedes Jahr die Konstruktionshalle von Gurutzpe. Die Philosophie von Gurutzpe beruht in der Stabilität jeder Komponente. "Auch Jahrzehnte alte Maschinen von uns laufen noch bei unseren Kunden," weiß Vertriebsleiter Oscar Anitua zu berichten. Die neue Horizontal-Drehmaschine "A-2000 4G CNC", von der jetzt ein erstes Modell an einen Kunden im Sektor der Windenergie ausgeliefert wurde, ist bestückt mit zwei doppelläufigen "guidelok"-Energieketten von Energieführungsspezialist igus® S.L., Barcelona. Über eine Länge von 13,5 m sind die beiden gegenläufigen Energieketten freitragend mit dem Schlitten verbunden.

Diese Energiekette hält Späne draußen. Durch die neuartige Konstruktion können sich keinerlei Späne zwischen den Gleitflächen des Ober- und Untertrums der Energiekette festsetzen.





Dicht und stark: Moderner und resistenter Kunststoff statt schwerem Stahl

Die neue Energiekettenlösung von igus® wurde entwickelt speziell für lange Verfahrwege bis 50 m freitragend im Spänebereich.

Das guidelok System führt das Obertrum der Energiekette auf schwenkbaren Rollenhaltern, die im beweglichen Radius der Kette einklappen und so stets eine ungehinderte Fahrt garantieren. In einem leichten Rinnenkanal geführt, fährt die Energiekette zunächst an den Rollenhaltern vorbei. Diese schwenken dann ein und nach dem Radius wieder aus. Anschließend legt sich das Obertrum auf den Rollenhaltern wieder ab. Durch diese neuartige Konstruktion können sich keinerlei Späne zwischen den Gleitflächen des Ober- und Untertrums der Energiekette festsetzen.

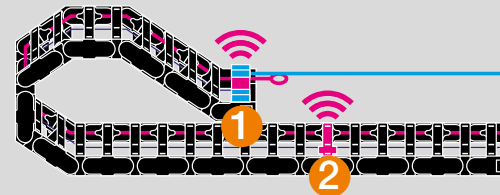
Moderner und resistenter Kunststoff statt schwerer Stahl. Joaquín Orbegoza, Leiter Elektrotechnik bei Gurutzpe, ist von den Vorteilen der horizontalen guidelok Führung von igus® überzeugt. "Die Energiekette ist robust, verwindungssteif und läuft zuverlässig." Das macht der Maschinenbauer auch seinen Kunden klar. "Manchmal sagt einer, ich hätte gerne diese oder jene Maschine – aber bitte mit einer Energiekette aus Metall." Dann stellt sich Joaquín Orbegoza auf die leichtere aber hoch stabile Kunststoff-Energiekette, springt auf und ab und demonstriert, dass sie selbst das Gewicht eines ausgewachsenen Mannes problemlos aushält.

Hat ein anderer Kunde Bedenken, dass sich die bei der Metallbearbeitung anfallenden heißen Späne durch den Kunststoff fressen könnten, dann greift er kurzerhand zum LötKolben und legt ihn an die Energiekette an. "Spätestens wenn die Kunden sehen, dass auch dies der Energiekette nichts anhaben kann, sind sie überzeugt", berichtet der Elektrotechniker. Die Nachfrage des Marktes tendiert immer mehr zu sehr großen und langen Drehmaschinen. "Gurutzpe hat bereits Drehmaschinen mit einer Länge von 20 m gebaut." Was das wichtige Thema Energieführung betrifft, werden diese Distanzen mit dem guidelok Energiekettensystem problemlos realisiert.

Hält das Gewicht eines ausgewachsenen Mannes aus: Matthias Meier, Geschäftsführer von igus® S.L., geht auf dem leichten aber hoch stabilen Energiekettensystem, spazieren.



smart plastics – erhöhen Sie die Ausfallsicherheit Ihrer Werkzeug- maschinen



- 1 Bewegungssensor mit Funk
- 2 Abriebsensor mit Funk
- 3 Temperatursensor
- 4 Kompakte Steuer- und Schalteinheiten
- 5 Kommunikationsmodul
- 6 Kundensteuerung und Alarmfunktion

- Wartungskosten senken
- Ungeplante Ausfallzeiten eliminieren
- Verlängerung der Lebensdauer
- Erhöhung der Anlageneffizienz
- Auffälligkeiten schnell erkennen
- Reduzierung des Energieverbrauchs

www.igus.de/industrie4-0

igus® **smart plastics** erhöhen die Ausfallsicherheit Ihrer Werkzeugmaschinen. Intelligente Produkte sagen den Austauschtermin im laufenden Betrieb voraus und integrieren sich so nahtlos in Ihre Prozesse (vorausschauende Wartung).

Die igus® isense-Produktfamilie umfasst unterschiedliche Sensoren und Überwachungsmodule. Sie erfassen im laufenden Betrieb den Verschleiß und **geben Alarm**, sobald eine **Reparatur oder ein Austausch** erforderlich ist. Durch die Vernetzung mittels igus® Communication Modul (icom) erfolgt die direkte Integration in Ihre unternehmensweite Infrastruktur. Unterschiedlichste Szenarien, wie kontinuierliche Überwachung oder **automatisches Auslösen von Wartungsarbeiten**, werden einfach realisierbar. Die Option der Anbindung an das igus® Datacenter eröffnet weitere Vorteile: Individuelle Lebensdauerberechnung und Optimierung Ihrer Geschäftsprozesse. Hierzu gehören beispielsweise Wartungsbeauftragung oder Ersatzteilbestellung. Dank smart plastics steigt die Anlagenverfügbarkeit und die Wartungskosten sinken.



smart plastics im Einsatz bei österreichi- schem Auto- mobilzulieferer



Dieses Motorenwerk ist das größte und wichtigste eines großen deutschen Automobilherstellers.

Im Durchschnitt läuft alle 14 Sekunden ein Motor von den Montagebändern – in Spitzenzeiten werden über 6.000 Motoren pro Arbeitstag produziert. Dieser Output lässt sich nur mit einem hohen Grad an Automatisierung und mit zuverlässigen Komponenten realisieren. Um ungeplante Ausfälle und Anlagenstillstände zu vermeiden, setzt man daher auf smart plastics von igus®.



isense EC.B-Module überwachen mithilfe eines Polymerdrahts im Innern der Energiekette sowie einer Sensoreinheit den Zustand der Kette. Im Falle eines Kettenbruchs wird die Anlage automatisch gestoppt, wodurch Folgeschäden vermieden werden.

Zusätzlich sind isense EC.W-Module verbaut. Ein im Öffnungssteg verbauter Sensor meldet den vorangeschrittenen Verschleiß der Kette. Durch gemessene Verschleißdaten lässt sich so präzise die Restlebensdauer der Kette vorhersagen und ein Austausch frühzeitig planen.



Immer die richtige Lösung für Werkzeugmaschinen

igus® bietet immer die richtigen Produkte, auch für Ihre Anwendung –
garantiert!

- Spänedichte Energieketten – kein Eindringen von Metallspänen in Anschlägen
- Geschlossene Energierohre – groß, klein, ölbeständig
- Hohe Laufruhe für saubere Schnitt- und Fräsbilder
- 1.354 kostengünstige chainflex® Leitungen für bewegte Anwendungen
- Leitungen für extreme Bewegungen und Radien
ab 3,8 x d, ölbeständig (UL-/EAC-/CTP-konform)
- 36 Monate Garantie auf alle chainflex® Leitungen*
- Konfektionierte readychain® Systeme in 3-10 Tagen
- 4.200 konfektionierte Antriebsleitungen nach 24 Herstellerstandards
- Trockenlaufende, wartungsfreie und schmutzunempfindliche Gleit- und
Linearlager



Zum Beispiel:

80 % Konfektionierungs- und Montagezeit
sparen, dabei sehr dicht: R4.1L

- Leichtes und stabiles e-rohr
- Für direkten Spänebereich
- Beidseitig aufklappbar

www.igus.de/werkzeugmaschinen



* Garantie von 36 Monaten bzw. 10 Mio. Doppelhüben (Bei Leitungen der chainflex® M Familie bis zu 5 Mio. Doppelhübe). Je nachdem, was zuerst eintritt. Die Menge der Doppelhübe ergibt sich aus der Einbautart und der Leitungsqualität. Diese wird im aktuellen Katalog, in den Datenblättern und im Lebensdauerrechner unter www.igus.de/chainflexlife beschrieben.



igus.de/werkzeugmaschinen

Energieeffiziente Kunststoff-Energieketten senken Verbrauch um bis zu 57 %

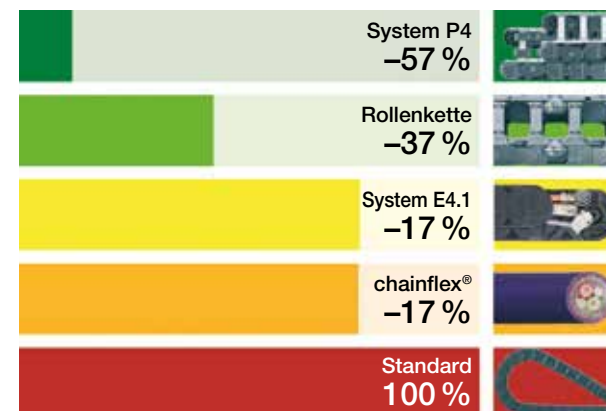
e-ketten® für "grüne" Automation bieten viel Einsparpotential, z. B. in der Blechbearbeitung.

Durchbruch in der "grünen" Fertigungsautomatisierung

Das System P4 hilft deutlich Energie zu sparen, da in Kombination mit chainflex® Leitungen die erforderlichen Antriebskräfte zum Verfahren des Systems um bis zu 57 % gesenkt werden können. Dies ist möglich, da die P4 e-kette® nicht gleitet, sondern beim Verfahren rollt.

Dies ist nur eine Möglichkeit, mit igus® Produkten energieeffizientere Maschinen zu konstruieren. igus® setzt auf Energieketten in "LEAN"-Ausführungen, die bis zu 30 Prozent leichter als abmessungsgleiche Produkte und dennoch hoch-stabil sind. igus® Leichtbaulösungen benötigen weniger Antriebskraft, sind günstiger als die Standardprodukte und tragen über einen geringen Energiebedarf zur Energieeffizienz und über entsprechend klein dimensionierte Motoren zur Kompaktbauweise bei. Auch die chainflex® Leitungen reduzieren das Gewicht. Durch Einsatz von hochwertigen Mantel- und Isolierwerkstoffen kann zwischen 5 und 30 Prozent Gewicht eingespart werden. Dies reduziert die Antriebskraft um 17 Prozent. Hochwertige, abriebfeste Mantelwerkstoffe ermöglichen es, besonders dünnwandig zu extrudieren, was zu Gewichtseinsparungen von bis zu 18 Prozent führt. Zudem ist unter Verwendung hochwertiger Materialien bei den Isolierwerkstoffen eine hohe elektrische Performance bei kleinen elektrischen Querschnitten möglich. Dadurch sind Gewichtsreduktionen bis zu 30 Prozent realisierbar.

Energieeffizientes e-kettensystem® P4 – rollen statt gleiten.



Montagezeit sparen mit E4.1 L(ean)

Zeitersparnis Trennsteg getestet in der igus®

Konfektionierung

- LEAN-Innenaufteilung vs. Standard-Innenaufteilung
- 50 % Zeitersparnis durch einschieben der Fachböden
- Schnelle mehrstöckige Leitungsbelegung

www.igus.de/lean

50 % Zeit
sparen durch
neue
Trennstege

Neue Trennstege ermöglichen blitzschnelle mehrstöckige Leitungsbelegung. Leitungen lassen sich in mehreren Lagen einfach einlegen oder austauschen.



Montagezeit reduzieren mit E4.1L(ean)

Zeitersparnis Zugentlastung getestet in der igus® Konfektionierung

- LEAN-Zugentlastung CFU vs. chainfix CFX – 80 % Zeitersparnis
- Neuartiger Waben-Zugentlastungsblock
- Extrem einfach und schnell zugentlasten
- Wabenstruktur passt sich der Leitung an
- Sehr sicherer Halt der Leitung


www.igus.de/E4.1L



80 % Zeit sparen durch neue Waben- Zugentlastung

Neuartige Wabenstruktur. Extrem einfach,
super schnell und sehr flexibel Leitungen
"nach Belieben" zugentlasten.





Beim Biegen kein Brechen – sichere igus® Energierohre in Biegemaschinen von Trumpf

Ob einfache oder komplexe Teile abkanten – mit TruBend-Maschinen von Trumpf lassen sich verschiedenste Werkstücke mit höchster Präzision schnell und sicher biegen.

Bei großen und schweren Teilen unterstützt eine Biegehilfe den Bearbeitungsprozess. Um die sichere Energieführung dieser Unterstützung zu gewährleisten, setzt Trumpf auf Energierohre der Serie R4.1L. Die Firma Trumpf gehört weltweit zu den größten Werkzeugmaschinenherstellern und verfügt über rund 70 operative Tochtergesellschaften. Das Unternehmen fertigt Biegemaschinen in verschiedenen Größen und Ausführungen. Immer in höchster Qualität.



Links Volkmar Schmidt von Trumpf, rechts Elvis Kaufmann von igus®.

R4.1L – Späne- und blickdichte Energieführung

"Die e-rohre haben wir ursprünglich dazu entwickelt, eine spänedichte Variante unserer e-ketten® anzubieten, wenn diese im direkten Umfeld von umherfliegenden Metallspänen, Holzsplintern oder anderen kleinen Partikeln bewegt werden", erklärt Elvis Kaufmann, Technischer Verkaufsberater im Außendienst bei igus® Österreich und zuständig für Trumpf Maschinen Austria. "Somit werden die innenliegenden Leitungen sicher geschützt und bewegt." Bei Trumpf ist dies nicht der Fall, der Werkzeugmaschinenhersteller bevorzugt jedoch die geschlossene Variante, um der Maschine ein dezenteres Aussehen zu verleihen.

Überzeugt auch optisch – die späne- und blickdichte Energieführung R4.1L



"Wir finden es optisch schöner, wenn nur ein schwarzes Rohr anstatt farbiger Leitungen oder bunter Punkte auf den Außenseiten der Kette zu sehen ist", erklärt Volkmar Schmidt von Trumpf. Ein weiterer entscheidender Punkt für Trumpf ist neben der Montagefreundlichkeit und den minimalen Biegeradien der Energieketten auch das maximale Füllvolumen bei möglichst geringer Außenhöhe. "Ich persönlich arbeite seit 25 Jahren bei Trumpf und kann mich nicht daran erinnern, dass wir irgendwann mal noch keine igus® Ketten eingesetzt haben", erklärt Volkmar Schmidt.

chainflex® hält – Nr. 1 weltweit in Lebensdauergarantie

Ausfallsichere Leitungen für Energieketten – mit Garantie

- Beugt Aderbrüchen und Kurzschlüssen vor
- Kein Korkenzieher
- Minimaler Abrieb, für anspruchsvolle Umgebungen
- Für beste EMV-Ergebnisse und tordierbare Bewegungen, z. B. am Roboter
- Sichere Datenübertragung CAT5, CAT5e, CAT6, CAT6A, CAT7, Profinet, Profibus

www.igus.de/chainflex



36 Monate chainflex® Garantie

Garantierte Sicherheit gegen Ausfälle – Über 2 Milliarden Testhübe und 1,4 Millionen elektrische Messungen pro Jahr. Seit fast 30 Jahren führt igus® Tests im größten Testlabor für bewegte Leitungen und Energieketten durch.



chainflex®
Leitungen
versorgen
KESSLER-Spin-
deln mit Energie
und Signalen

Was dem Sportwagenfahrer eine Brembo-Bremse und dem Zigarrenraucher eine Cohiba, das ist dem Werkzeugmaschinenbauer eine KESSLER-Spindel.

Dem Unternehmen in Bad Buchau ist gelungen, was viele Zulieferer des Maschinenbaus anstreben: Aus dem Firmennamen ist eine Marke geworden, die für höchste Leistung und Qualität steht und zum Beispiel in den Produktionsstätten der anspruchsvollen Automobilindustrie weltweit gefragt ist.

Dauerhafte Beweglichkeit
in allen Achsen. Für höchst-
mögliche Zuverlässigkeit
und Präzision.

igus.de/werkzeugmaschinen



chainflex® garantiert höchste Ausfallsicherheit bei der Energiezuführung

Große Sorgfalt bei der Auswahl der Energiezuführung. Dass KESSLER große Sorgfalt bei der Auswahl der Energie- und Signalführung zu Werkstückachsen und Dreh-Schwenktischen walten lässt, versteht sich von selbst. Florian Gehrmann, Produktmanager Motorspindeln & Schwenksysteme: "Die Köpfe und Achsen sind sehr kompakt gebaut, sodass nur wenig Platz für die Leitungen bleibt. Umso verschleißfester müssen die Leitungen dann sein – und das bei dauerhaften, kurz getakteten Bewegungen in hoher Frequenz." Hinzu kommt als Anforderung die Beständigkeit gegenüber Kühlschmierstoffen.

Seit über zehn Jahren keine Probleme.

KESSLER verwendet seit 2003 chainflex® Leitungen von igus®. Nie ist es vorgekommen, dass den zuständigen Konstrukteuren von Problemen oder Ausfällen berichtet wurde. Aus diesem Grund setzt KESSLER prinzipiell chainflex® Leitungen ein – auch in nicht bewegten Anwendungen. Florian Gehrmann: "Für uns zählt einfach die Ausfallsicherheit. Unsere Kunden erwarten Hochleistungssysteme mit sehr langer Lebensdauer. Nach diesen Kriterien müssen alle Komponenten – gerade auch die beweglichen – ausgewählt werden."



Abb. links:
Das geöffnete Gehäuse des Schwenkspindelkopfs gibt den Blick auf die chainflex® Leitungen frei.

Kompakter bauen – 20 % Bauraum sparen mit chainflex® CF29.D

Mit $6,8 \times d$ der weltweit kleinste Biegeradius für Servoleitungen in e-ketten®

Die Servoleitungs-Serie chainflex® CF29.D ist eine weitere neue chainflex® Leitung mit hochabriebfestem TPE-Außenmantel. Diese Leitung eignet sich für Temperaturen bis $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ sowie für kleinste Biegeradien von bis zu $6,8 \times d$. Was haben Sie als Kunde davon? Der Vergleich zur bisherigen bewährten Serie zeigt: Wählen Anwender eine Leitung aus der Serie chainflex® CF27.D (hier im Beispiel die CF27.25.15.02.01.D), wird eine e-kette® der Serie E2/000 mit einem Kettenradius von 125 mm benötigt, um die Leitung nach empfohlenen Biegeradien zu bewegen. So kommt es zu einem Bauraum von insgesamt 250 mm. Durch Einsatz der elektrisch identischen Leitung aus der neuen Serie chainflex® CF29.D können Anwender eine e-kette® mit einem Kettenradius von nur 100 mm wählen – der Bauraum beträgt somit nur 200 mm. Bei sehr beengten Platzverhältnissen erspart dies möglicherweise konstruktive Anpassungen, wodurch sich erheblicher Aufwand und somit ebenfalls Geld sparen lässt.



Qualität verbindet: 36 Monate Garantie auf igus® Leitungen mit Harting-Steckverbindern. Ab sofort bietet igus® chainflex® Leitungen fertig konfektioniert mit originalen Harting-Steckverbindern an. Insgesamt stehen 112 verschiedene Steuerleitungen zur Auswahl, die als fertige readycables® ab Stückzahl 1 und in Wunschlänge bezogen werden können.

250 mm

Der 1:1-Vergleich zeigt: Durch den Einsatz der neuen Serie lässt sich ein kleinerer Radius der e-kette® wählen und Sie können Ihre Maschine noch kompakter bauen.

200 mm



igus.de/werkzeugmaschinen

readycable® finder



die günstigste Antriebsleitung

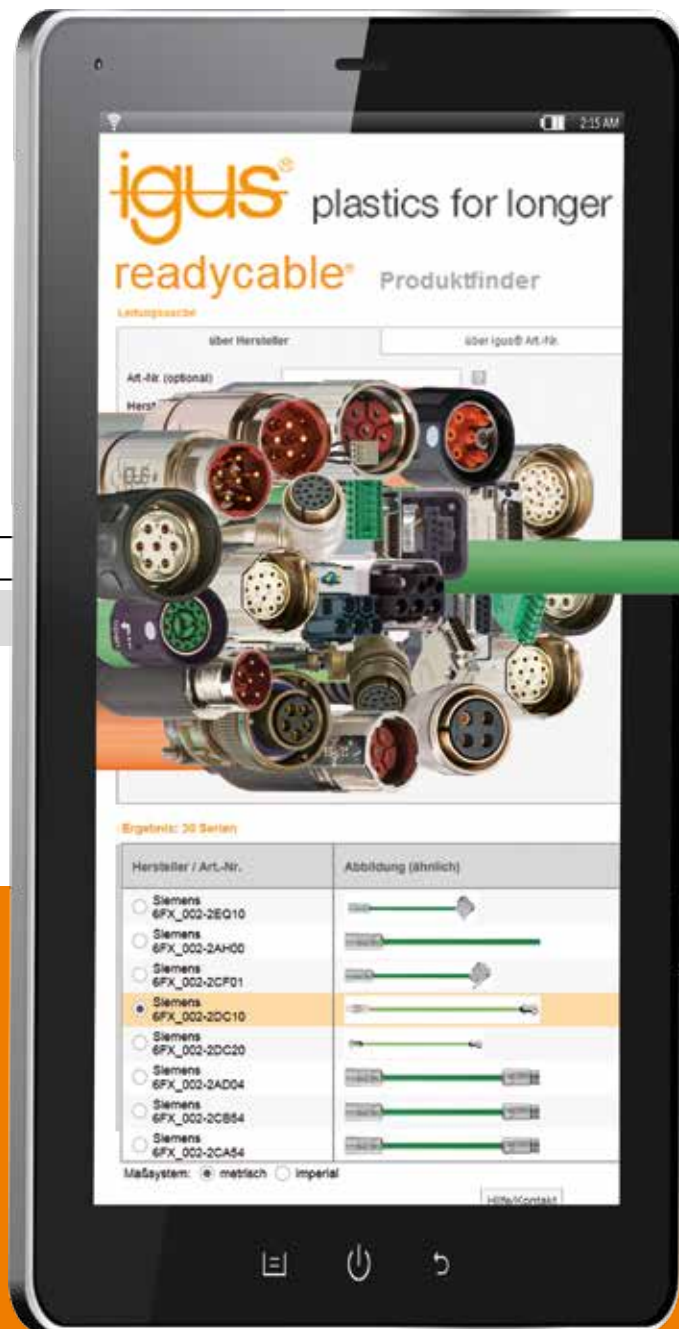
Einfache Suche

Lebensdauer



Durchlauf- zeiten redu- zieren ...

... mit readycable®, anschlussfertig konfektionierte Leitungen für den Einsatz in Energieketten. Als Hersteller und Konfektionär bietet igus® alles aus einer Hand und reduziert damit Durchlaufzeiten und die Anzahl an Lieferanten.



Konfektionierte Leitungen mit Garantie – readycable®

Das Sortiment umfasst ein umfangreiches Katalogprogramm

- 4.200 konfektionierte Antriebsleitungen nach 24 Herstellerstandards: Allen Bradley, B&R, Baumüller, Beckhoff, Berger Lahr, Bosch-Rexroth, Control Techniques, Danaher Motion, ELAU / Schneider Electric, Fagor, Fanuc, Festo, Heidenhain, Jetter, Lenze, LinMot, LTi DRIVES, NUM, Omron, Parker, SEW, Siemens, Stöber
- Individuelle Einzel- oder Serienfertigung
- Zahlreiche Leitungstypen in verschiedenen Qualitäten, Zulassungen und Konformitäten
- Umfangreiche Qualitätskontrolle und Funktionsprüfung für alle Komponenten

www.igus.de/readycable



Praktisch!
Universeller Winkeladapter ibow®
– unbezahlbare Flexibilität.

www.igus.de/ibow



Steckverbinder und Mess-Systemleitung für große Bearbeitungszentren.

Mess-Systemleitungen für Großbearbeitungszentren

Die Komplettbearbeitung von Großkomponenten wie Dieselmotoren, Turbinen, Generatoren oder Schiffspropellern hat zur Folge, dass die jeweiligen Bearbeitungszentren immer größer werden. Das hat auch Auswirkungen auf die Maschinenteknologie. Der Maschinenbauer dieser hoch komplexen Anlagen setzt grundsätzlich auf die neueste Steuerungsgeneration. Für sie ist eine spezielle Gesamtlösung mit einer Mess-Systemleitung entwickelt worden, die auch über sehr große Entfernungen die Signale dauerhaft sicher überträgt und für eine hohe Maschinenverfügbarkeit sorgt.

Der Spezialist für große Bearbeitungszentren hat sich entschlossen, in seinen Maschinen auf eine neue Steuerungstechnologie zu setzen. Die moderne Steuerung ist mit der offenen **Geberschnittsstelle Drive-Clqi** ausgestattet. Es handelt sich um ein antriebsinternes Interface, das die Verkopplung von Komponenten unterschiedlicher Hersteller ermöglicht und das Mess-System-Signal sicher in Echtzeit überträgt. Der Umstieg erforderte auch neue Mess-Systemleitungen. Da die Coburger Maschinenbauer bereits mit der Leitungsfamilie CF113.D sehr gute Erfahrungen machen konnten, fiel die Wahl zur Anbindung der Drive-Clqi-Systeme auf CF113.028.D, die speziell für diese Schnittstelle entwickelt wurde.

Das Unternehmen WALDRICH COBURG GmbH gehört im Großwerkzeugmaschinenbau zu den führenden Anbietern in der Welt. "Höchste Qualitätsstandards und konsequente Kundenorientierung sind unsere Leitmotive", macht Dipl.-Ing. (TH), Thomas Bätz, Gruppenleiter Elektrokonstruktion, klar. Am Standort in Coburg werden Fräsmaschinen in horizontaler und vertikaler Bauweise, Vertikaldrehmaschinen und Schleifmaschinen gefertigt. "Wir sehen uns als zuverlässiger Partner unserer weltweiten Kunden, wenn hinsichtlich komplexer Technologien, Genauigkeiten, Zerspanungsleistung, Werkstückabmessungen und Produktivität besondere Anforderungen vorliegen."



V.l.n.r.: Andreas Muckes (igus GmbH), Thomas Bätz, Thomas Bischoff (beide WALDRICH COBURG GmbH).



Auf Lager liegen in Coburg eine Vielzahl von chainflex® Leitungen.

Rotatorische Grenzen sprengen: Drehmodule

Spindel um 720° drehen, Kombination aus Drehbewegung und Torsion.

Ein Werkzeugmaschinenhersteller hatte das Problem, dass bei einem Neuauftrag vom Endkunden gefordert wurde, dass der Schwenkwinkel der Spindel um die Z-Achse von 360° auf 720° vergrößert werden musste. Bisher löste man die 360° Schwenkbewegung indem man die Leitungen über eine Länge von ca. 1,5 m im Z-Schieber tordierte, was aber bei einer Drehung von 720° nicht mehr realisierbar war. Gemeinsam mit dem Kunden hat igus® eine motorisch angetriebene Lösung mit rückwärtigem Biegeradius (RBR) entwickelt. Ein großer Vorteil dieser Lösung ist, dass die Torsionsleitungen als "weiches" Element funktionieren und somit ein weicher Übergang zwischen den Elementen gegeben ist. Dies ist besonders wichtig, um Stöße und Erschütterungen auf die Frässpindel zu vermeiden, welche sich negativ auf das Fräsbild auswirken können.

www.igus.de/MRM

chainflex® CFROBOT Leitungen für Torsionsbewegungen in der e-kette®.

Technische Daten:
Verfahrensweg 360°
Geschwindigkeit 300 °/s
Beschleunigung / Verzögerung 600 °/s²



Prinzip einer RBR-Drehbewegung.



Testaufbau einer großen RBR-Anlage für eine maritime Anwendung.

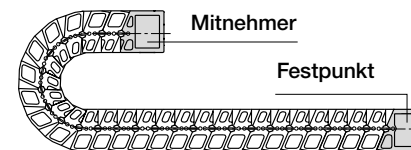
igus® WHITEPAPER

Einfluss von Vibrationen auf Werkzeugmaschine

Schwingungsverhalten von Energieketten

Problemlage

Die Ansprüche an die **Präzision von Werkzeugmaschinen** werden immer höher. Ihre zunehmende Automatisierung stellt dabei spezifische Herausforderungen, wobei der Einfluss des **Schwingungsverhaltens** der Maschinenkomponenten auf das Werkstück, unter anderem beim Schnitt- und Fräsbild, ein wesentlicher Faktor ist. Eine mögliche Quelle von störungshaften Vibrationen sind dabei die Energieketten, die **"Nabelschnüre" der modernen Werkzeugmaschine**. Je mehr "Technik" zum Einsatz kommt, desto umfangreicher wird auch der Einsatz von Leitungen und Schläuchen, die mittels Energieketten geführt werden. Bei den notwendigen Verfahrbewegungen treten Vibrationen an der Ablegerinne und dem Mitnehmer auf, die sich negativ auf das Ergebnis und die gesamte Produktion auswirken können, wenn sie eine bestimmte Toleranzbreite überschreiten. Insbesondere die deutsche Werkzeugmaschinenindustrie ist im internationalen Wettbewerb auf **Premium-Produkte** angewiesen, die sich von Konkurrenzprodukten durch Produktivität und Genauigkeit auszeichnen. Faktoren, welche die Leistungsfähigkeit von Werkzeugmaschinen begrenzen, müssen durch innovative Technologien überwunden werden. Anbieter von Qualitätsmaschinen im Werkzeugbau sind deshalb auf Energieführungen angewiesen, die sich durch ein Maximum an **Vibrationsarmut** und **Laufruhe** auszeichnen.



Ablegerinne

Querschnitt und Frontalansicht einer Energiekette mit den neuralgischen Vibrationsstellen Mitnehmer und Ablegerinne.



Schnitt- und Fräsgenauigkeit

Dynamische Belastungen regen grundsätzlich zu Schwingungsformen an, die eine **Verlagerung** von Werkzeug und Werkstück **während der Bearbeitung** verursachen können. Die Zerspanleistung wird dadurch eingeschränkt. Verschlechtern sich die Schnittbedingungen spanender Werkzeugmaschinen zunehmend, kann dies bis zur Prozessinstabilität führen. Es treten sogenannte **Ratterschwingungen** auf, die zu Qualitätsverlusten beim Bearbeitungsergebnis sowie zu erhöhtem Verschleiß von Maschinenkomponenten führen. Produktfehler sowie Störfälle bis hin zu Produktionsausfällen sind die Folge. Da immer schwerer zerspanbare Werkstoffe zum Einsatz kommen und gleichzeitig stetig höhere Zerspanleistungen bei gleicher Maschinengröße vom Markt gefordert werden, ist der Einsatz von **vibrationsärmeren Maschinenkomponenten** dringender denn je. Laufruhige Energieketten sind daher unabdingbar, um die selbsterregten Schwingungen der Maschine zu begrenzen.

Stand der Technik

Die meisten gegenwärtig verwendeten Energieketten sind mit einer Bolzen-Bohrung-Verbindung ausgestattet. Dieser Standard garantiert eine feste Verbindung der Kettenglieder bei dynamischen Anwendungen. Die Energieführungen genießen durch diese Art der Verbindung einen robusten Schutz gegen äußere Einwirkungen, halten einer hohen Biegebeanspruchung stand und weisen eine hohe Zugfestigkeit und mechanische Belastbarkeit auf. Dabei müssen die Hersteller allerdings mit dem **Polygoneffekt** rechnen. Die Kette läuft im Biegesegment nicht vollständig rund ab. Es kommt zu Abwickelungen der Kettenglieder. Aus einem für die Bewegung optimalen Kreis wird ein Vieleck (Polygon). Dies führt zu **Erschütterungen in Längs- und Querrichtung**, die Schwingungen verursachen können. Das Schwingungsverhalten von Energieketten zu verbessern, ist aber Ziel jedes Herstellers. Dabei werden unterschiedliche Lösungswege eingeschlagen. Die meisten Produzenten von Qualitätsketten setzen vor allem auf die kleine Teilung der Glieder für einen leisen und ruhigen Lauf.

Charakteristika der Energieketten-Technologie von igus®

Alle igus® Ketten sind sehr stabil und vibrationsarm und damit grundsätzlich hervorragend für Anwendungen in Werkzeugmaschinen geeignet. Bei den e-ketten® mit Bolzen-Bohrung-Verbindung verfolgt auch igus® die Kleinteiligkeit als Konstruktionsprinzip für einen ruhigen Lauf. Für besonders anspruchsvolle Anwendungen, die ein Maximum an Vibrationsreduktion leisten sollen, hat igus® im Rahmen einer Highend-Lösung darüber hinaus eine innovative Verbindungskomponente der Kettenglieder konzipiert: das **elastische Federelement aus Hochleistungskunststoff**. Statt der herkömmlichen, relativ starren Verbindung aus Bolzen und Bohrung verfügen die Energiekettenserien E3, E6 und E6.1 über eine flexible Konnektivität, die

durch eine verbesserte Geometrie den Polygoneffekt beim Abrollen auf ein Minimum reduziert. Extrem niedrige Geräuschentwicklung und ein beinahe vibrationsloser Lauf der Kette sind so möglich. Gerade hohe Beschleunigungen lassen sich mit der E6-Energiekette besonders laufruhig realisieren. In **220 Millionen Test-Zyklen** im igus® Technikum konnte die Konstruktionsneuheit ihre Vorteile und Effektivität unter Beweis stellen. Ein Langzeittest im Jahr 2008 mit der Energieketten-Variante E6.29 unterzog die Feder-Verbinder sogar über **400 Millionen vollständigen Biegungen**. Wie ein unabhängiges Gutachten der Fachhochschule Köln dazu feststellte, wies keiner der eingesetzten Verbinder irgendeine sicht- oder messbaren Schäden auf.



Elastische Federelemente als vibrationsdämpfende Verbinder der Kettenglieder.

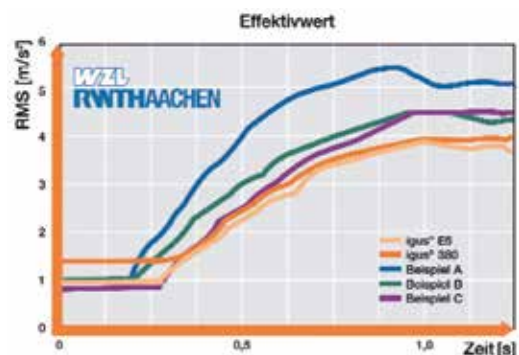
Das Federelement unterstützt zudem den modularen Aufbau der Energiekette. Die Glieder der Ketten-Seitenteile können durch das Einsetzen bzw. Entfernen der Federn rasch verbunden oder getrennt werden, so dass die Energieführung leicht auf die individuelle Anforderung der jeweiligen Anwendung angepasst, mit Leitungen bestückt und montiert werden kann. Dabei ist die **Kette im Innen- wie im Außenradius** zu öffnen. Ein Kunststoffhammer, ein Schraubendreher und wenige Handgriffe genügen, um die Verbinder ein- bzw. auszutreiben. Die Innenaufteilung kann durch die Verwendung von Trenn- und Teilungsstegen sowie Einsteck- und Zwischenböden variabel bestimmt werden, was eine **individuelle Einspeisung** und **schnelle Leitungsmontage** ermöglicht.

Der korrosionsbeständige Polymer-Werkstoff der Kette und Federn zeichnet sich gemäß den Tests des IPA Fraunhofer Instituts durch Abriebfestigkeit und Verschleißarmut auf, die in der Ausfertigung mit Sondermaterial sogar die **höchste Qualitätsnorm für Reinräume (ISO-Klasse 1)** erfüllen. Die Laufruhe äußert sich auch in der geringen Geräuschentwicklung der E6, die mit einem gemessenen Schalldruckpegel von nur **37 dB(A)** deutlich unter den Werten ihrer Konkurrenten liegt, was auch ein Gutachten des TÜV Rheinland bestätigt. Die Kette gewinnt an Elastizität, ohne an Zugkraft einzubüßen. Selbst hochdynamische Anwendungen mit Millionen von Biegewechseln können somit störungs- und abriebsfrei betrieben werden. Eine lange Lebensdauer ist dadurch garantiert. Gerade im Zusammenwirken mit einem Linearmotor, dessen Antriebskonzept ebenfalls auf Vibrationsarmut angelegt ist, wird das Schwingungsverhalten auf ein Minimum reduziert, zugunsten des Werkstücks und des Produktionsergebnisses.

Fallstudie "Schwingungsverhalten": Energieketten im wissenschaftlichen Vergleich

Eine Studie des Laboratoriums für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre (WZL) der RWTH Aachen hat sich dem Vergleich des Schwingungsverhaltens von fünf unterschiedlichen Energieführungsketten gewidmet. Untersucht wurden die beiden igus® Energieketten E6 und drei vergleichbare Energieketten anderer Anbieter. Mit Innenbreiten von 100–105 mm bzw. Innenhöhen von 42–52 mm fielen alle in die gleiche Größenkategorie. Der Prüfstand bestand aus einem Grundgestell und einem hochdynamischen Direktantrieb, der den linearmotorgetriebenen Schlitten (Vorschubkraft 14.000 N) in vier Geschwindigkeiten (25 m/min, 50 m/min, 100 m/min, 200 m/min) und mit zwei Beschleunigungen (10 m/s², 20 m/s²) über den Fahrweg von 800 mm bewegte. Das Ausmaß an Vibrationen wurde durch Beschleunigungssensoren mit einer Abtastfrequenz von 6.000 Hz gemessen, die am Mitnehmer und an der Ablegerinne der Energieketten angebracht waren. Die Daten wurden für den Hin- und Rückweg des Schlittens gesondert gemessen, um eine Konfundierung der Messwerte durch die beiden Bewegungsrichtungen zu vermeiden. Die durch die Sensoren erfassten Signale wurden im Zeit- wie im Frequenzbereich ausgewertet. Im Zeitbereich gibt der gleitende Effektivwert (RMS-Wert) das Maß für die Schwingungsenergie am Messort an. Der **RMS-Wert** (Root Mean Square), das quadratische Mittel der **wirkenden Schwingungsenergie** am Messort, ist für die beiden igus® Energieketten am Geringsten (Quelle: RWTH Aachen).

Bei allen Energieketten zeigte sich die größte Schwingungsenergie an der Ablegerinne in Richtung der Applikatenachse (z-Achse). Dementsprechend konzentrierte sich die Vergleichsunter-



(Quelle: WZL RWTH Aachen)

Dieses Resultat gilt für die niedrigen wie für die hohen Fahrweggeschwindigkeiten. Es wurde ein im Durchschnitt 28 Prozent geringerer Wert an Vibrationen als bei den anderen Energieführungen gemessen. Der Kettentyp E6 erweist einen maximalen Effektivwert von ca. 4 m/s² auf. Die in dieser Hinsicht "schwingungsreichste" Energieführungskette hatte mit einem Wert von 5,6 m/s² sogar eine um 40 Prozent schlechteren Wert. Das Energiekettensystem E6 ist die momentan geräusch- und vibrationsärmste Lösung im Bereich der Energieführungen.

suchung auf diese maximalen Schwingungssignale in Z-Richtung. Die unterschiedlichen Beschleunigungen von 10 m/s² und 20 m/s² hatten keinen signifikanten Einfluss auf die Schwingungswerte der Energieketten. Die Ergebnisse erwiesen, dass die Energiekette E6 im Vergleich zu den anderen Energieführungen die **besten Eigenschaften** in Bezug auf das **Schwingungsverhalten** und die **Laufruhe** besitzen.

Marktführerschaft durch stetige Produktforschung und Kundennähe

Mit einem umfassenden Sortiment von 90.000 e-ketten® Produkten hat igus® sich die technische Marktführerschaft in diesem Spezialgebiet der Energieführung erworben. Das Unternehmen blickt auf fast 50 Jahre an praktischer Erfahrung mit Energieketten zurück. Bereits 1971 wurde die erste Kette ausgeliefert. Um seine Position zu behaupten, setzt igus® auf permanente Forschungs- und Entwicklungstätigkeit. Dafür betreibt man das **größte Testlabor der Branche**. Auf über 2.750 m² werden allein im e-ketten® Labor von 30 Mitarbeitern **jährlich 4.100 Versuche** auf 65 Testmaschinen gefahren. Technische Innovationen, wie z.B. das elastische Federelement, werden in praxisnahen Versuchsreihen einem Test-Marathon unterworfen, der unter verschiedensten Bedingungen das Verhalten in Hinsicht auf Zug- und Schubkräfte, Reibwerte, Abrieb, äußere Einwirkungen und Vibrationsentwicklung überprüft. Die daraus resultierenden über **7.500 Testergebnisse** werden in einer elektronischen Datenbank erfasst und dienen der beständigen Produktverbesserung. Per Online-Tools stehen sie auch dem Kunden zur Verfügung. Denn Forschung und Produktion sind bei igus® stets kundenbezogen. Die offene Kooperation verbürgt das bestmögliche Ergebnis für beide Seiten. In diesem Bewusstsein bietet igus® auch die Zusammenarbeit bei der Konstruktion und Montage an und verfolgt mit dem Motto "igus® meine-kette" die Absicht, gemeinsam mit und für jeden Kunden die spezielle Systemlösung zu finden.



E6.1: Die neue Generation laufruher Energieketten mit Innenhöhen bis 80 mm.

Resümee

Die steigenden Anforderungen an die Prozessgenauigkeit von Werkzeugmaschinen fordern technische Innovationen auf dem Gebiet der Schwingungsreduktion. Ein wichtiger Bestandteil einer erfolgreichen Strategie ist dabei die Verbesserung der Laufruhe von Energieführungen in dynamischen Anwendungen. Die Vermeidung von Vibrationen durch **schwingungsoptimierte Maschinenkomponenten** ist die kostengünstigste Variante. Neuartige Lösungen wie das elastische Federelement als Verbinder der Glieder von Energieketten können entscheidend zur Verwirklichung der Zielvorstellung "**schwingungsarme Werkzeugmaschine**" beitragen.

Zuverlässige Energiefüh- rungssysteme fördern langjährige Kooperation

ROMI, Marktführer der brasilianischen Maschinen- und Anlagenindustrie, ist weltweit für die in seine High-Tech-Produkte bekannt und verlangt von seinen Lieferanten hohe technische Leistung, Qualität und Lösungen mit dem besten Preis-Leistungs-Verhältnis. Seit 15 Jahren ein verlässlicher Partner: der motion plastics® Spezialist igus®.

Aktuell besteht ROMIs Portfolio aus verschiedenen Werkzeugmaschinen, wie **Drehzentren**, **CNC-Bearbeitungszentren** und **Fräsen**. Die Kunden stammen aus den unterschiedlichsten Bereichen wie der Luftfahrttechnik, der Land-

maschinen- und Automobilindustrie sowie der Verbrauchsgüter-Produktion.

Bei fast allen von ROMI gefertigten Maschinen- und Anlagenlinien, die anspruchsvollen Bewegungen, hohen Beschleunigungen und einer hohen Zyklenzahl widerstehen müssen sowie Stößen und Reibung an verschiedensten Oberflächen ausgesetzt sind, setzt ROMI seit Jahren auf Energiekettensysteme und chainflex® Leitungen von igus®.

Mit dem neuen Bearbeitungszentrum **ROMI DCM 620-5X Hybrid Vertical**, das 2017 in Brasilien erstmals auf den Markt kam, verfolgt ROMI das Ziel, die Forderung der brasilianischen Industrie nach Lösungen zu erfüllen, die Produktivität und Effizienz zu steigern. Die Anlage vereint Bearbeitungsvorgänge und additive Herstellung (3D-Metalldruck) und erlaubt das Hinzufügen unterschiedlicher Materialien in komplexen Profilen.

Ketten widerstehen aggressiver Umgebung

Zwei e-ketten® von igus® werden im Bereich der Bearbeitung und Beschichtung der Anlage eingesetzt. Dort kommen sie mit Ölen und Schleifpulvern in Kontakt und sind außerdem hohen Temperaturen ausgesetzt. Die Ketten aus Hochleistungskunststoffen arbeiten auch unter diesen Bedingungen stets zuverlässig und führen die speziell für bewegte Anwendung konstruierten chainflex® Leitungen sicher.

Eine dreidimensional bewegliche triflex® R-Kette wird eingesetzt, um die Kopfbewegung in verschiedene Richtungen zu ermöglichen.



DCM 620-5X
HYBRID

Douglas Pedro de Alcântara, Leiter der Produktentwicklung – Werkzeugmaschinen und das neue Bearbeitungszentrum, ROMI DCM 620-5X Hybrid Vertical.



Im **Portallader ROMI GL240** sorgen ebenfalls e-kettensysteme® von igus® für ein sicheres Leitungsmanagement. Bei dieser Anwendung handelt es sich um ein Automatisierungssystem zum Be- und Entladen von Werkstücken in ROMI-Bearbeitungszentren. Durch den Einsatz des Portalladers kann die **Be- und Entladezeit** um bis zu **80 % reduziert werden**, was eine deutlich gesteigerte Produktion bedeutet.

Aufgrund der hohen Verfahrgeschwindigkeiten in Kombination mit dem begrenzten Bauraum benötigten die Konstrukteure von ROMI für diese

Anwendung eine Energieführung, die mit diesen Belastungen sicher und zuverlässig über einen langen Zeitraum zurechtkommt. "Wir sind weltweit für Spitzentechnologie bekannt, die wir in all unseren Produkten einsetzen", erklärt Douglas Pedro de Alcântara, Leiter der Produktentwicklung bei ROMI. Daher kommen in den Portalladern nun **e-ketten®** der **Serie E2/000** von igus® zum Einsatz. Sie verfügen über eine hohe Stabilität und Öffnungsstege, die sich zu beiden Seiten aufklappen lassen. Dies erleichtert das Einlegen oder auch den Austausch der innenliegenden Leitungen, was Montage oder Wartung deutlich erleichtert und verkürzt.

In der neuesten Generation der vertikalen Bearbeitungszentren, ROMI D, kommen an allen Achsen e-ketten® von igus® zum Einsatz.



Dank des Portalladers GL240 von ROMI lässt sich die Be- und Entladezeit an Bearbeitungszentren um bis zu 80 % senken.

e-ketten® der Serie E2/000 verfügen über beidseitig aufklappbare Öffnungsstege, was die Montage deutlich erleichtert.



Auch in der **neusten Generation** seiner vertikalen Bearbeitungszentren, **ROMI D**, setzt der brasilianische Werkzeugmaschinenhersteller ROMI Energieketten von igus® ein. "Die neue Generation dieser Produktlinie hat neue Technologien integriert, die auf die **speziellen Anforderungen** der Kunden noch besser ausgerichtet sind", erklärt Douglas Pedro de Alcântara von ROMI. "Die **Präzision** sowie die **Widerstandsfähigkeit** und **Dauerfestigkeit** der Maschinen sind weiterhin anerkannte Unterscheidungsmerkmale der Marke ROMI."

Für die Bewegung der X-, Y- und Z-Achse werden auch hier **e-ketten®** von igus® verwendet. In der X- und Y-Achse der Anlagen führen verschiedene Energieketten der **E2-Familie** Leitungen und Schläuche. Darüber hinaus wird an der Z-Achse eine Kette der **Serie E4.1L** eingesetzt. Sie vereint Stabilität und eine einfache Zugänglichkeit. Abgerundete Kanten an den Öffnungs- und Trennstegen der Kette sorgen zudem für eine hohe Lebensdauer der Schläuche und Leitungen. Zudem lassen sich die Öffnungsstege einfach öffnen und aufschwenken, was die Montagezeit deutlich verkürzt.



Keine Probleme bei hoher Dynamik und Zyklenzahl: e-ketten® aus der E2-Familie führen Leitungen und Schläuche auf der X-Achse der neuen Vertikalbearbeitungszentren sicher.

Wellrohre parallel einer e-kette® sicher führen

TUB ist eine Erweiterung in unserem E4 Baukasten. Die Außenlaschen sind mit einer Clips-Vorrichtung versehen, die ein einfaches Einklipsen von PMA-Clips ermöglichen. So können Wellrohre einfach parallel zu der Energiekette geführt werden.

- Zusätzliche Führung von Wellrohren
- Einfacher Zugang zu den Wellrohren
- Schneller Austausch der Schläuche möglich
- Spart Montagezeit und -kosten
- Einfach zu montieren, keine weiteren Schrauben oder Werkzeug nötig
- Für viele E4.1/E4.1L Serien

Typische Anwendungsbereiche:

Allgemeiner Maschinenbau, Werkzeugmaschinen, Laserschneidmaschinen, überall wo außerhalb des Kettenquerschnitts (nachträglich) etwas geführt werden muss.

www.igus.de/E4-1



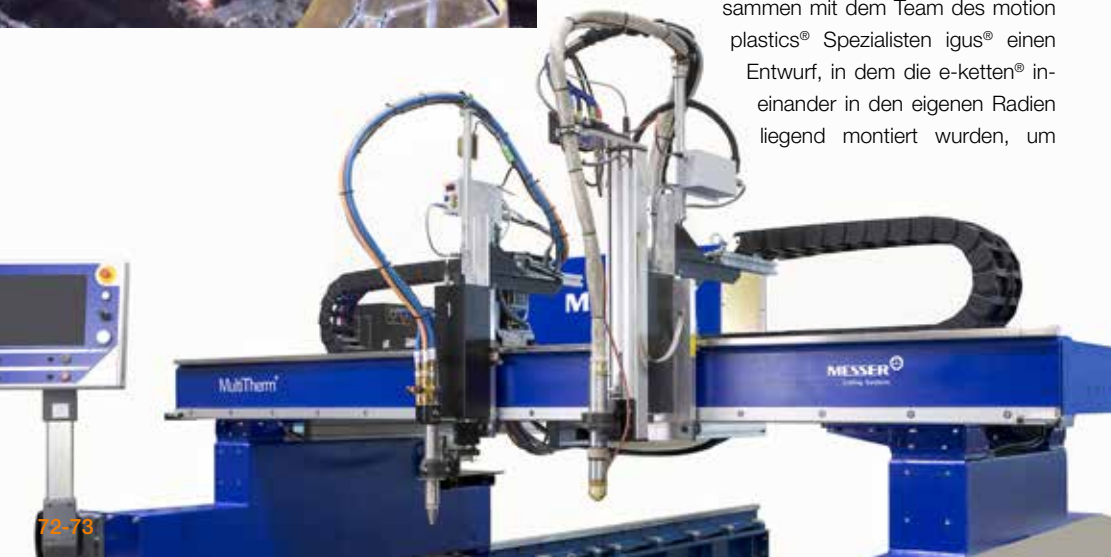
Modernste Technik unter schwierigsten Umgebungsbedingungen



Messer Cutting Systems steigern die Produktivität durch den Einsatz von igus® Energieketten. Genau wie igus® legt das Unternehmen Messer Cutting Systems seinen Schwerpunkt auf Innovationen, die den Anforderungen seiner Kunden gerecht werden. Alle entwickelten Maschinenkomponenten und Anlagen, die in einer Vielzahl von Industrieanwendungen zum Einsatz kommen, werden daher mit größter Sorgfalt behandelt, um maximale Lebensdauer der Anlagen zu erreichen.

Die **MultiTherm-Anlage** ermöglicht Plasmaschneiden (gerade oder abgekantet), Autogenschneiden mit verschiedenen Brennern, Markierungsarbeiten oder die Kombination all dieser Vorgänge mit nebeneinander angeordneten Längseinheiten, um **Schnitte in höchster Qualität** garantieren zu können. Das Besondere an der MultiTherm-Baureihe ist, dass sie laut Herstellerangaben **"neun Mal weniger kostet"** als andere, konventionelle Maschinen auf dem Markt und dabei **neun Mal mehr produziert.** Damit setzt sie in puncto Produktivität neue Maßstäbe auf dem Markt.

Die MultiTherm-Baureihe kann **elf Schneidvorrichtungen/Brenner aufnehmen** (zehn vorne und eine hinten). Um die Leitungen und Schläuche aller Aufnahmen auf engstem Raum sicher unterbringen zu können, kam der Energiezuführung eine besondere Bedeutung zu. Dazu erarbeiteten die Techniker bei Messer in Brasilien zusammen mit dem Team des motion plastics® Spezialisten igus® einen Entwurf, in dem die e-ketten® ineinander in den eigenen Radien liegend montiert wurden, um



Montage einer MultiTherm-Anlage im Messer-Werk in Brasilien. Bei der Verwendung von insgesamt elf Aufhängungen waren die igus® e-ketten® die beste Alternative für die Sicherheit bei Verlegung und Betrieb der Leitungen und Schläuche. Um Bauraum zu sparen, bewegen sich die Ketten ineinander in den eigenen Radien.

den benötigten Bauraum zu reduzieren und die sichere Führung von Leitungen und Schläuchen zu gewährleisten. Eingesetzt werden hier **e-ketten®** der **Baureihe 3500** mit 150 mm und 250 mm Biegeradius. Ein **autoglide System** garantiert dabei, dass die Ketten gerade übereinander gleiten. Durch spezielle kammartige Öffnungsstege führt sich die Kette im Grunde selber, wodurch auf eine zusätzliche Führungsrinne verzichtet werden kann.



In den MultiTherm-Schneideanlagen von Messer kommen igus® Energieketten der Serie 3500 zum Einsatz.

Abb. links: Das aktuelle Vorzeigeprojekt von Messer ist die MultiTherm-Anlage, die höchsten Qualitätsstandards entspricht und die Produktivität ihrer Anwender steigert. Die Anlage ermöglicht neben dem Schneiden von Blech die Einbindung einer Zusatzvorrichtung, um unlegierte Bandstähle nach den Vorgaben von Herstellern aus dem Bausektor zuzuschneiden.

Ethernet für meine Maschine

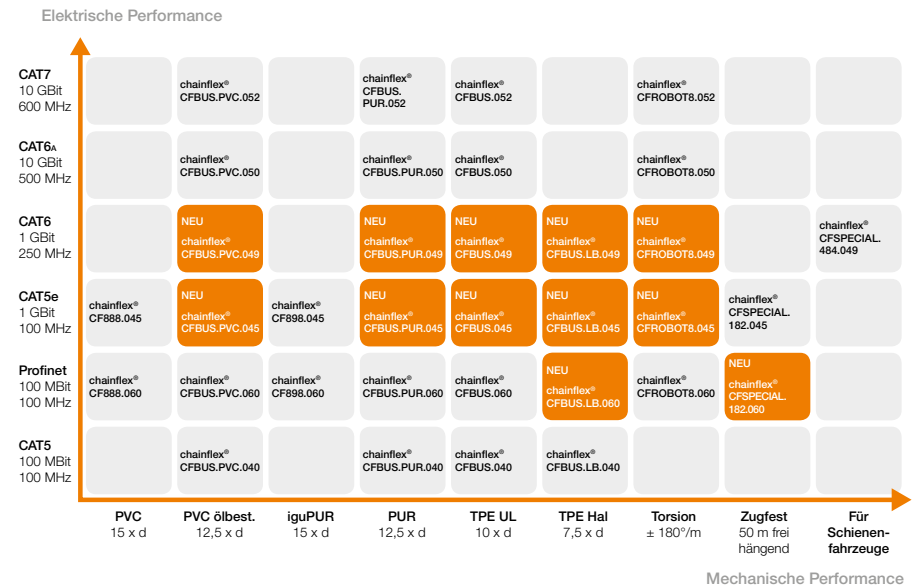
Sind Sie auch gerade dabei, Ihre Maschine mit einem Bus System auszurüsten, oder beschäftigen Sie sich sehr intensiv mit der Umstellung auf ein neues System?

Dann werden Sie sicher auch mit einem der unzähligen Derivate der Ethernetleitung konfrontiert. Hier ist die Auswahl schier erdrückend. Es wird von GigE und von Sercos geredet, Profinet ist auch ein Thema und nehme ich lieber CAT5, CAT5e oder doch schon CAT6A. Sollte ich ggf. direkt eine LWL-Lösung nutzen?

An dieser Stelle gibt es eine gute Nachricht. Egal welches System Ihnen zusagt, die Leitungs-technik ist aus elektrischer Sicht stets ähnlich. Es entscheidet immer die **Frequenz** und die **Datenmenge** über die einzusetzende Leitungsqualität. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass die Leitungen abwärtskompatibel sind. Am einfachsten ist es, wenn sie sich anhand der Kategorien orientieren die seit Jahren fester Bestandteil der Definitionen sind.

Aus Sicht der Leitung ist z. B. eine Profinet-Technologie und eine Ethercat-Technologie sehr ähnlich, weil beide als Voraussetzung eine CAT5-Basis nutzen. Der **Unterschied liegt im Querschnitt der Ader** und der **Farbgebung von Mantel und Aderisolation**. Wichtig ist bei der Wahl der Leitung, dass Sie auch die mechanischen Eigenschaften, wie **Biegeradius** und **Art der Bewegung** berücksichtigen. Dies sind die Parameter, welche dafür sorgen, dass die Datenübertragung auch möglichst lange gewährleistet wird. Wenn eine CAT5e-Leitung nämlich für eine Kettenbewegung konzipiert ist und man tordiert diese, verändern sich extrem schnell die Eigenschaften der Datenübertragung. Die Folge sind Busfehler, die häufig lange Fehlersuchen nach sich ziehen. An dieser Stelle möchten wir auf eine große Falle hinweisen, die sehr oft eine teure Angelegenheit wird. Im Bereich der fest verlegten Leitungen baut man nachhaltig, was in diesem Fall heißt, man benutzt heute bei einem Projekt eine viel zu hochwertige Leitung, damit man diese nicht aufwändig ersetzen muss, wenn man die Qualität tatsächlich benötigt, weil die Leitung z. B. in einer Wand verlegt wird. Da die Leitung elektrisch nicht altert und die **hochwertigere Leitung** vergleichsweise preiswert ist, ist dieser Gedanke auch durchaus sinnvoll. Im Bereich der Dynamik kann dies leider nicht 1:1 übernommen werden. Würde z. B. eine Verpackungsmaschine heute mit einer Kamera ausgerüstet, würde man vermutlich eine GigE-Leitung nutzen, also CAT5e. Würde man nun auf eine CAT6A-Leitung wechseln, führt dies heute zu deutlich höheren Kosten und der Aufwand, die Leitung zu wechseln – sollte tatsächlich ein Datenvolumen von GBit benötigt werden – ist deutlich geringer, als im Bereich der Gebäudetechnik.

Für alle Datenvolumen und Bewegungsfälle – 32 chainflex® Ethernet-Leitungen



Von CAT5 bis CAT7 bieten wir Ihnen genau die Ethernet-Leitung für die Bewegung an, die Sie benötigen. Damit können Sie Bussysteme wie Ethernet/IP, Profinet, Ethercat, Sercos und viele weitere Derivate sicher nutzen. Durch die individuelle Abstufung der Klassen ergeben sich sehr große **Einsparmöglichkeiten** oder Chancen auf eine zukunftsweisende Verkabelung der Anlage.

Wir liefern auf Trommeln oder im Bund in Ihrer **Wunschlänge – natürlich ohne Schnittkosten**. Auf Wunsch konfektionieren wir Ihre Leitung ebenfalls mit passenden Steckverbindern. Ab Stückzahl 1 und ebenfalls mit Ihren individuellen Maßen und Ausführungen. **Neu im Programm** ist unsere Leitung für die **Bahntechnik CFSPECIAL484.049** oder die **CFBUS.LB** für besonders kleine Radien mit 7,5 x d.

www.igus.de/Ethernet



Test 3089
Ethernetleitung
CAT5e im Dauertest
mit 76 Mio. Hüben
erfolgreich getestet.

www.igus.de/chainflectest3089

Platzsparende Alternative zur Servoleitung in Werkzeugmaschinen: PUR-Spindelleitung

Bei Werkzeugmaschinen werden Spindelantriebe immer größer und leistungsfähiger. Um die hohen Energieströme führen zu können, sind entsprechend größere Leitungsquerschnitte notwendig. Die Folge: Die eingesetzten Servoleitungen werden immer dicker, sodass der Radius der Energiekette den dafür zulässigen Bauraum der Werkzeugmaschine sprengt. Die geschirmte Einzeladerleitung von igus® bietet dafür eine Lösung: Die als Spindelleitung konzipierte **Einzelader chainflex® CF270.UL.D** ist **wesentlich dünner** und aus diesem Grund für den Einsatz in einer Energiekette mit kleinem Radius an einer Werkzeugmaschine ideal. Hochwertige und zugleich preisgünstige Einzelader. Der Aufbau der Spindelleitung von igus® ist einfach und entspricht dennoch den igus® Qualitätskriterien an bewegte Leitungen: Ein **biegefestes Leiterseil** aus feindrahtigen Litzen wird mit einem engmaschigen, biegefesten Kupferdrahtgeflecht mit rund **80 Prozent optischer Bedeckung geschirmt**. Auf diese Weise ist eine sehr gute, dauerhafte elektromagnetische Verträglichkeit sichergestellt. Ihr Außenmantel ist entsprechend den Anforderungen in Energieketten aus einer adhäsionsarmen Mischung auf PUR-Basis gefertigt. Dadurch ist sie **ölbeständig, kerbzäh** sowie **halogenfrei** und auch für Tieftemperatur-Anwendungen einsetzbar. Sie entspricht durch Ihre orange Mantelfarbe und der Zulassung nach UL und NFPA79.2012 alle Wünschen aus der Werkzeugmaschinenindustrie.

www.igus.de/CF270ULD



Die als Spindelleitung konzipierte chainflex® Einzelader CF270.UL.D. von igus® hat ein extrem biegefestes Leiterseil aus feindrahtigen Litzen. Damit ist die igus® Einzelader wesentlich dünner als eine Servoleitung und somit bestens für den bewegten Einsatz in beengten Bauräumen der Werkzeugmaschinen geeignet.



Verschiedene Schirmtypen

Der Schirm einer Leitung dient dazu, Störungen sowohl von innen nach außen als auch umgekehrt, zu vermeiden. Im Optimalfall würde dabei ein Metallrohr zum Einsatz kommen, was jedoch eine Bewegung der Leitung unmöglich macht. Daher ist es notwendig, einen Kompromiss zwischen Dichtigkeit und guter Beweglichkeit zu finden. Bei chainflex® Leitungen für lineare Bewegungen wird der geflochtene Gesamtschirm mit einem **optimierten Schirmflechtwinkel** eng um die verseilten Adern gefertigt. Bei Torsionsleitungen müssen die Schirmdrähte jedoch Rutschen und Gleiten können, weshalb hier der Schirm locker umlegt wird. So werden Bewegungen in sämtliche Richtungen ermöglicht, gleichzeitig aber ein **zuverlässiger dauerhafter EMV-Schutz** geboten.



Leitungen für lineare Bewegungen: Der Gesamtschirm wird geflochten und eng um die verseilten Adern gefertigt.



Roboterleitung: Bei Torsionsleitungen wird der Schirm locker umgelegt.

Die igus® Spezialisten für Werkzeugmaschinen

R2.1 e-rohre – Kostengünstiger Späneschutz

- Sehr leicht zu öffnen, aufschwenkbare Deckel
- Leiser Lauf, integrierte Bremse
- Hohe Spänedichtigkeit
- Größere freitragende Längen als vergleichbare R2 e-rohre
- Hohe Stabilität durch doppeltes Anschlagssystem
- Leitungsfreundlich durch glatte Innenkonturen
- Integrierte Rasterung 2,5 mm

www.igus.de/R2-1



R2.1 e-rohre

Kostengünstige, stabile e-rohre mit 26, 40, 48 und 75 mm Innenhöhe. Deckel beidseitig aufklappbar und entnehmbar. Sehr dichtes Design und stabile doppelte Anschläge für hohe Zusatzlasten und freitragende Längen.



System E4.1L

E4.1L – hochdynamisch, leicht und kostengünstig

- Gewichtsreduktion bei hoher Stabilität
- Optimiertes Verhältnis von Innen- und Außenmaß durch schmalere Außenlaschen und optimierte Öffnungssteg-Geometrie
- 30 % leichter und günstiger als E4.1
- e-ketten® und e-rohre im Innen- und Außenradius beidseitig aufklappbar
- Sehr dicht schließende Deckel und Böden, nahezu keine Spalten und Öffnungen
- Im Innen- und Außenradius zu öffnen
- Innenquerschnitt komplett zugänglich

www.igus.de/E4.1L



Allround e-ketten® und e-rohre für hohe Dynamik. Das System E4.1L ist die ideale Energiekette für den Maschinenbau und Anlagen aller Art, wo technischer Anspruch und Wirtschaftlichkeit im guten Verhältnis stehen müssen.

Montage- freundlich und spänedicht zugleich

Drehmaschinenhersteller FAT HACO setzt auf geschlossene Energieketten von igus®.

Die **Schwerlast-Drehmaschine TUR 3MN** des polnischen Unternehmens FAT HACO ermöglicht eine Bearbeitung von **Werkstücken** mit bis zu **1.600 mm** Länge und einem Gewicht von bis zu **15.000 kg**. Der Spindelstock der Drehmaschine besitzt eine moderne kompakte Bauweise. Die Hochleistungsspindel bietet höchste Genauigkeit und Steifigkeit bei schweren Lasten und sorgt für eine überragende Oberflächengüte der bearbeiteten Werkstücke. Um die Leitungen und Schläuche für die Energie- und Datenübertragung der Maschine sicher zu bewegen, setzt FAT HACO Energieketten von igus® ein.

Neben dreidimensional beweglichen Energieketten der Serie **triflex® TRC** kommen hier ebenfalls geschlossene **e-ketten®** der **Serie R2** zum Einsatz, die die innenliegenden Leitungen vor Spänen und Schmutz schützen. Gleichzeitig lassen sich die Deckel einfach per Schraubendreher öffnen und wieder verschließen. Diese **Montagefreundlichkeit** war neben der **Verfügbarkeit** und **Langlebigkeit** der Ketten der ausschlaggebende Punkt für FAT HACO, auf Energiekettensysteme von igus® zu setzen. Inzwischen wurden sämtliche Ketten aus Metall durch Kunststoff-Energieketten von igus® ersetzt.

FAT HACO setzt bei seinen CNC-Drehmaschinen auf Kunststoff-Energieketten von igus®. Das geschlossene Design schützt die innenliegenden Leitungen vor Spänen und Schmutz.

Im Innern der Energieketten verwendet der Werkzeugmaschinenhersteller **chainflex® Leitungen**, die ebenfalls von igus® stammen. Diese sind speziell für den bewegten Einsatz in e-ketten® entwickelt worden und halten den kontinuierlichen Bewegungen sicher stand. Dies gewährleistet igus® sogar mit einer **36-monatigen Garantie** auf sämtliche chainflex® Leitungen. Die genaue Lebensdauer für jede Anwendung können Anwender sich einfach und schnell über den chainflex® Lebensdauerrechner online berechnen. Dies schafft Planungssicherheit bei garantierter Lebensdauer.

triflex® R – Energieführung für 3D-Anwendungen

- Für Anwendungen bei mehrachsigen Werkzeugmaschinen
- Definierter Torsionsanschlag
- Definierter Mindestbiegeradius
- Einfach zu kürzen und zu verlängern
- Kleine Biegeradien, kleine Teilung

Ein stabiler, umlaufender Biegeradien-
anschlag schützt aktiv vor zu stark
knickenden Leitungen.



Schnelles Öffnen – Serie TRCF und
TRLF mit Schnappverschluss zum
schnellen Öffnen erhältlich.

Schlanke Kettenführung – integrierte
Federstäbe erzeugen eine Rückzugskraft,
die eine Schlaufenbildung verhindert.

www.igus.de/triflexR



Die universellen Kombimaschinen von ERMAFA: Fräs- und Tiefbohrtechnik in einem

AUERBACH X



Bei ERMAFAs multifunktionaler "AX-TLF"-Baureihe werden Frästechnik und Tiefbohrtechnik in einer Maschine kombiniert.

Dichtes Energierohr für Kombimaschine zum Fräsen und Bohren.

An die Energiezuführung zum Versorgen der Hauptspindel werden in dieser Werkzeugmaschine extrem hohe Anforderungen gestellt. Von außen sorgen Staub, Schmutz und Bohrröl für höchste Belastungen. Von innen wirken vor allem schwere Hydraulikschläuche auf die Standfestigkeit ein. Damit die Leistungsdaten der Universalmaschine auf Dauer stimmen, setzt der Hersteller auf ein besonders dichtes Kunststoff-Energierohr zur Versorgung. Dieses schützt und führt alle Leitungen und Schläuche.



Unempfindlich gegen Dauer- verschmutzung: RX-Energierohr von igus®

"Die Dauerverschmutzung stellt für die Tiefbohr- und Fräsmaschine die größte Herausforderung dar", erläutert Thomas Gemeinhardt, Geschäftsbereichsleiter der **ERMAFA Sondermaschinen- und Anlagenbau GmbH, Werk AUERBACH**. "Hinzu kommt, dass die Leistungsdaten der Werkzeugmaschinen steigen, die Platzverhältnisse im Innenraum allerdings gleich bleiben." Um die Hauptspindel zuverlässig mit Energie zu versorgen, setzt Auerbach bei seiner multifunktionalen "AX-TLF"-Baureihe – bei ihr werden Frästechnik und Tiefbohrtechnik in einer Maschine kombiniert – auf das neuartige Energierohr "RX" von igus®. Es ist zu nahezu 100 % dicht und sorgt, auch im Dauereinsatz, für sicheren Leitungsschutz.

Extrem spänedichtes "RX"-Energierohr

"Aufgrund erhöhter Fräsleistung hatten wir, im Zuge einer Nachrüstung mit neu eingebauten Druckschläuchen, für einen Kunden eine noch robustere Lösung für die Energieversorgung gesucht. Dabei waren wir schnell fündig geworden", erinnert sich Thomas Gemeinhardt. Seit dieser Zeit kommen in der Kombimaschine zum Fräsen und Bohren nur noch RX-Energierohre in der Baugröße 40 von igus® zum Einsatz. Mit ihren weiter verbesserten Dichtestandards ergänzen die neuartigen **RX-Rohre** seit 2009 die **E2-** und **E4-Energierohre**.

Maschinentüren leicht verstellen mit igus® drylin® Linearführungen

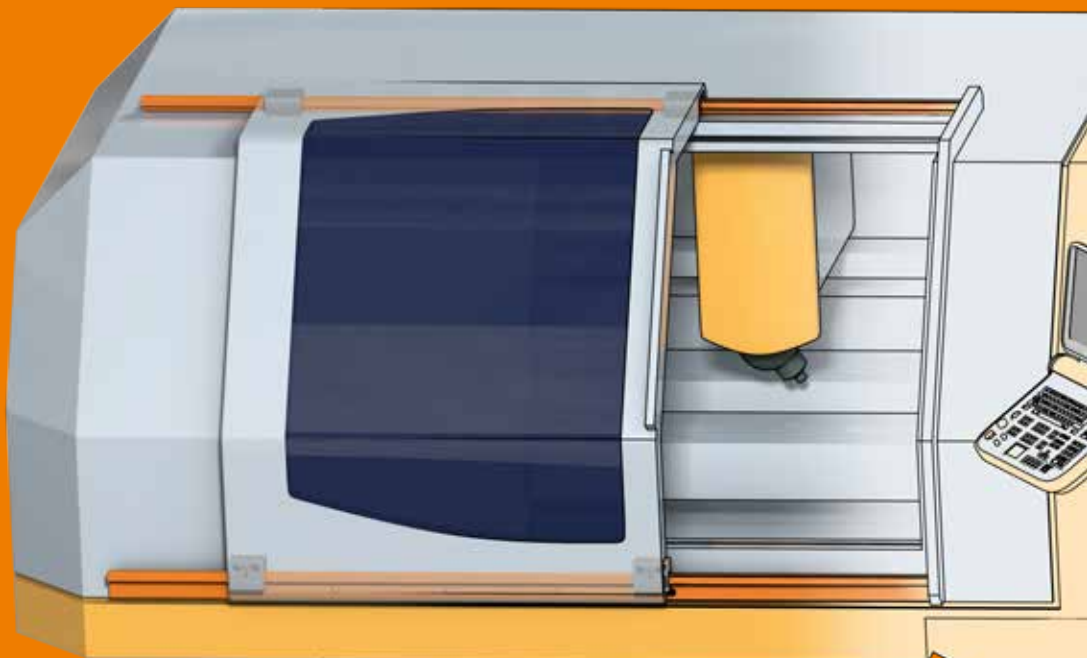
Der drylin® W-Linearbaukasten für fast unbegrenzten Gestaltungsspielraum.
drylin® W-Linearführungen stellen ein kostengünstiges vorkonfektioniertes System dar. Das Design erlaubt höchste Flexibilität bei der Konstruktion und eine einfache Montage durch den Einsatz von Einzel- oder Doppelschienen. Hartanodisiertes Aluminium wird als Schienenmaterial verwendet und sorgt für beste Reib- und Verschleißergebnisse bei Profilverführungen. Der Verzicht auf Schmierung macht das Linearführungssystem extrem schmutzunempfindlich, und durch die Sauberkeit eignet es sich ebenfalls für Anwendungen in reinen und hygienischen Umgebungen.

- Einfache Montage, wartungsfrei
- Schmutzunempfindlich durch Trockenlauf
- Geringes Gewicht und leiser Lauf
- Manuell einstellbares Lagerspiel (optional)
- Ausführung aus VA-Edelstahl (optional)

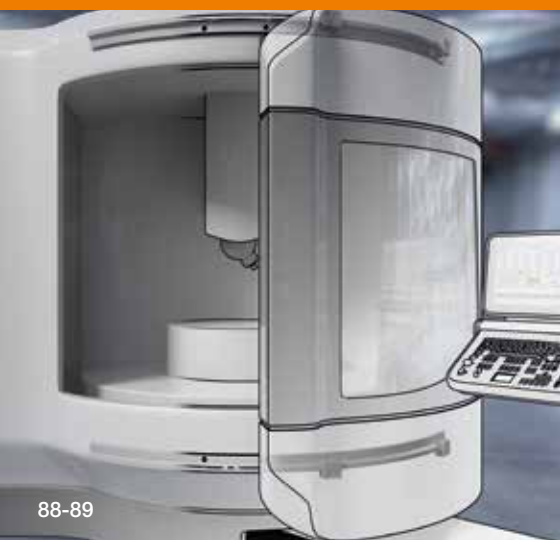
www.igus.de/drylinW-hybrid



drylin® W Hybrid-Rollenlager: Geringe Verschiebekräfte durch die Kombination von Rollen und Gleiten.



Für die Produktreihe drylin® W liefert igus® Schienenprofile in individuell gebogener Bauform mit passendem Kurven-Schlitten.



Anspruchsvoller Einsatz bei IMA Klessmann: Energie UND Bus-Signale in einer beweglichen Leitung

Hybridleitungen von igus® in anspruchsvollem Einsatz an Bohrautomaten.

Bis zu fünfzig Servoachsen auf engem Raum, hohe Dynamik, hohe Anforderungen an die Lebensdauer und kleine Biegeradien: Funktionierte die Einkabel-Technologie unter diesen eher widrigen Bedingungen? **IMA Klessmann** hat es nicht einfach ausprobiert, sondern gemeinsam mit igus® sorgfältig geprüft. Das Ergebnis: Die Hybridleitungen des chainflex® Programms sind "tried and tested" und kommen in den neuen flexiblen Bohrsystemen IMAGIC flex zum Einsatz.

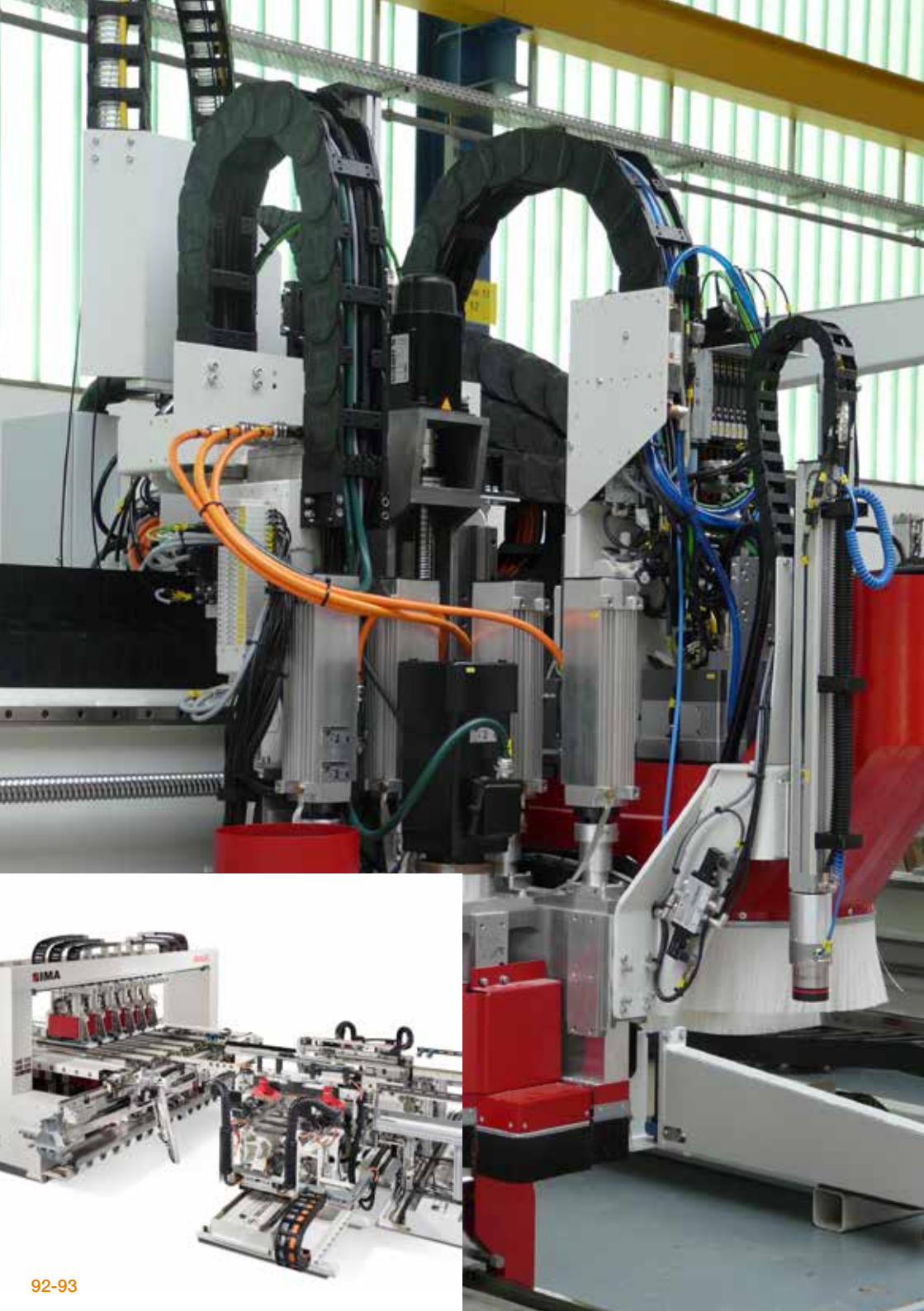
60 Meter pro Minute: In diesem Zeitmaß sind die Holzbearbeitungsmaschinen von **IMA Klessmann** getaktet. Das gilt für zahlreiche Prozesse in der vollautomatischen Produktion von Wohn-, Büro-, Küchen- und Badmöbeln, die im Durchlauf stattfinden – zum Beispiel für die Kantenbearbeitung mit Sägen, Anfassen und/ oder Umleimen.

Gute Führung: Energieketten, als readychain® geliefert, übernehmen die geordnete Zuführung von Energie und Signalen zu den einzelnen Achsen der IMAGIC flex.



Für Antriebe von bis zu fünfzig Servoachsen auf engem Raum





Flexible Bohr- bearbeitung mit hohem Tempo

chainflex®
Hybrid-
leitungen

Dieses Tempo gibt aber auch den Takt für die Bohrstationen vor, die in die Anlagen integriert sind. Sie müssen mit hoher Geschwindigkeit Bohrungen setzen und das auch dann, wenn die Bauteile kommissionsweise gefertigt werden und jeweils andere Bohrbilder aufweisen.

Exakt für dieses Einsatzprofil hat IMA Klessmann das flexible Bohrsystem IMAGIC flex entwickelt. Es bietet dem Anwender echten Mehrwert in der Fertigung. Denn die einzeln steuerbaren Bohrspindeln ermöglichen horizontales und vertikales Bohren sowie Dübeln und versprechen minimale Rüstzeiten auch bei komplexen Bohrbildern – und das in beeindruckend hohem Tempo.

Alles in einem: Geberleitung in Servokabel integriert. Zu den Highlights des neuen Automatisierungssystems gehört die innovative Energie- und Signalführung. Die neue Einkabeltechnologie fasst Power- und Feedbacksystem in der Servoleitung zusammen. Das reduziert den Aufwand für Material und Inbetriebnahme sehr deutlich.



Die chainflex® Hybridleitungen sind mit eingebautem Buselement ausgerüstet – und sie wurden für lange Lebensdauer in hoch dynamischen Anwendungen entwickelt.

CF220.UL.H

igus® robolink® Baukasten für Low-Cost-Roboter

**robolink®
RL-DCi**
Komplettmodul
mit 5 Freiheitsgraden und
integrierter Steuerung
5.492,- €

Der neue robolink® Robotik-Baukasten ermöglicht es jederzeit schnell, einfach und kostengünstig manuelle Arbeitsschritte zu automatisieren.

Es gibt Gelenkarme in verschiedenen Längen und Größen. Die Anzahl der verwendeten schmierfreien Gelenke reicht von zwei bis sechs und der Roboter kann nach Wunsch mit verschiedenen Werkzeugen (z.B. Greifer, Saugnapf, Kamera...) ausgestattet werden.

robolink® Robotikkomponenten zeichnen sich durch ihre Modularität aus. Als Baukastensystem lässt sich ein Roboterarm nach Wunsch konfigurieren und bleibt dadurch besonders preiswert, es können aber auch sofort einsatzbereite Komplettsysteme bezogen werden.

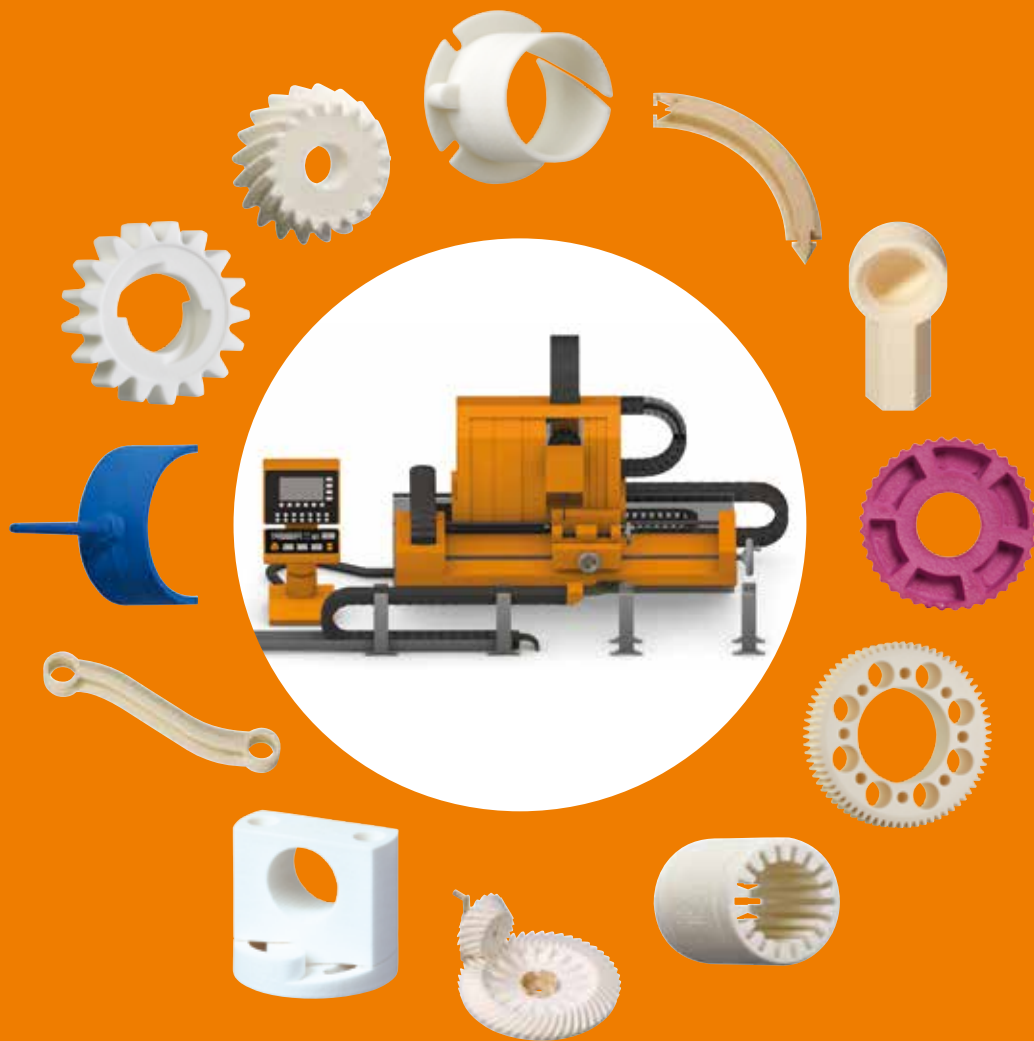
www.igus.de/robolink

robolink® entnimmt Bauteile aus einer Werkzeugmaschine. robolink® Gelenkarme eignen sich sehr gut für schwer zugängliche, gefährliche Arbeitsbereiche und den Einsatz bei Spritzwasser. Im Anwendungsfall eines chinesischen Werkzeugmaschinenherstellers wird ein robolink® D unter genau diesen Bedingungen eingesetzt. Auf engstem Raum entnimmt das Robotergelenk mit einem pneumatischen Sauggreifer Handy-Halbschalen aus einer Maschine.



igus.de/werkzeugmaschinen

Prototypen, Kleinstserien, Sondermaschinen



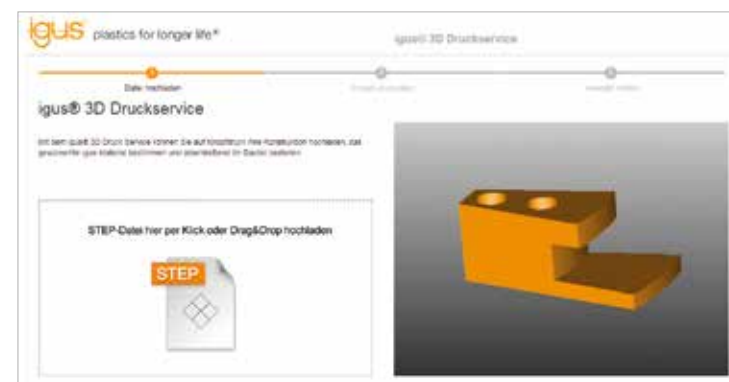
3D-Druckservice – für individuelle Teile aus Hochleistungskunststoffen

In nur zwei Schritten zum 3D-gefertigten Bauteil – mit direkter Preisanzeige.
Wir drucken Ihr individuelles Bauteil aus schmiermittelfreien und abriebfesten iglidur® Hochleistungskunststoffen.

Laden Sie Ihre Zeichnung im STEP (STP)-Format hoch, prüfen Sie die 360°-Ansicht und wählen Sie ein Spezial-Filament aus. Wir liefern Ihr Wunschprodukt – je nach Komplexität – ab 24 Stunden.

Sensationell stark im Test gegen gefräste und gespritzte Teile.

3D-Druck-Materialien von igus® sind stabile und verschleißfeste Materialien aus iglidur® Hochleistungskunststoffen, die sich besonders für bewegte Anwendungen eignen. Sie garantieren so eine lange Lebensdauer sowie eine hohe Abriebfestigkeit von individuellen Verschleißteilen.



Online 3D-Druckservice: einfach, schnell, transparent



Forschung und Entwicklung: Über 15.000 Versuche jährlich – im igus® Labor

Bessere Produkte, aber günstiger – ein entscheidender Baustein: Das größte Testlabor der Branche. 2.750 m² Labor, über 15.000 Versuche und 2 Milliarden Testhübe im Jahr.

Im größten Testlabor der Branche werden an 107 Teststationen über zwei Milliarden Testzyklen pro Jahr durchgeführt. Dabei werden umfangreiche Versuchsdatenbanken erstellt und sogar kundenindividuelle Tests sind auf Anfrage möglich.

Die Qualitätspolitik der igus® GmbH orientiert sich an dem Ziel, die Bedürfnisse des Kunden herauszufinden, zu erfüllen und stets kompetenter Partner und zuverlässiger Lieferant zu sein. igus® hat sich daher verpflichtet, Produkte mit dem höchstmöglichen Qualitätsstandard zu fertigen, und darüber hinaus stets innovative Lösungen zu entwickeln.

Uns treibt seit über 50 Jahren eine Vision an – **motion plastics®**: Innovationen aus Kunststoffen, die Maschinen bewegen. Unsere Kerntechnologie sind Tribopolymere – Hochleistungskunststoffe, die wir reibungs- und verschleiß-technisch optimieren. Diese Technologie macht uns weltweit führend in der Entwicklung und Herstellung von Energieführungssystemen und Kunststoff-Gleitlagern.

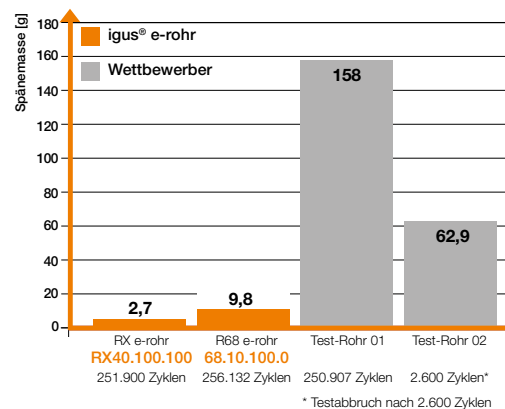


Getestet ...

Enorme Spänedichtigkeit unter realen Umgebungsbedingungen

Späne-Eindring-Versuch: Verschiedene Rohrvarianten wurden mit einer definierten Menge an Spänen beaufschlagt. Im RX-Rohr wurden nach 251.900 Zyklen nur 2,7 g Späne im Innenraum gefunden. Wir testen Branchen- und Anwendungsbezogen auch für Sie – sprechen Sie uns an!

www.igus.de/test

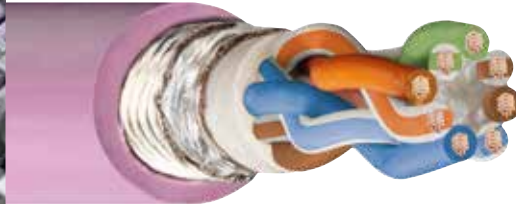


Lebensdauerprüfung
unter Schmutzkontakt





Getestet ...



- Ethernet-Busleitung Cat 5e, CFBUS.045
- Mehr als 76 Mio. Hübe in e-kette® getestet
- Bei einem Biegefaktor von $9,4 \times d$



Umfangreiche Versuchsdatenbank

Getestet ...



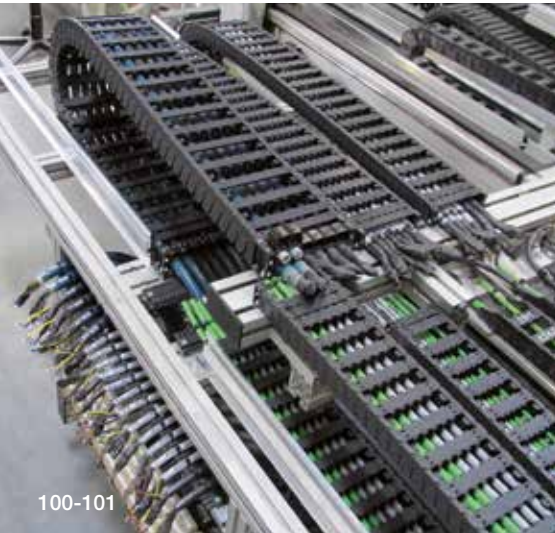
- Mess-Systemleitung CF11.D
- Mehr als 65 Mio. Hübe in e-kette® getestet
- Bei einem Biegefaktor von $9,4 \times d$



Getestet ...



- Allround e-kette® System E4.1
- Test auf Lebensdauer und Verschleiß
- Test mit e-ketten® und chainflex® Leitungen



Getestet ...

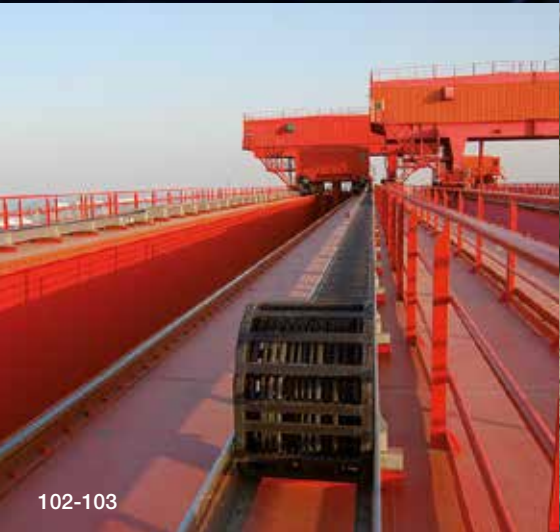


- twisterband mit chainflex® Leitungen
- Test auf Torsion und Verdrehung
- Bis zu 7.000° drehen



Aus über 15.000 Versuchen pro Jahr ist die wohl weltweit größte Test-Datenbank entstanden. Diese Datenbank ermöglicht es uns, immer das richtige Produkt für Ihre konkrete Anwendung auszuwählen. Auch individuelle Versuche für Ihre Branche sind möglich.

www.igus.de/test

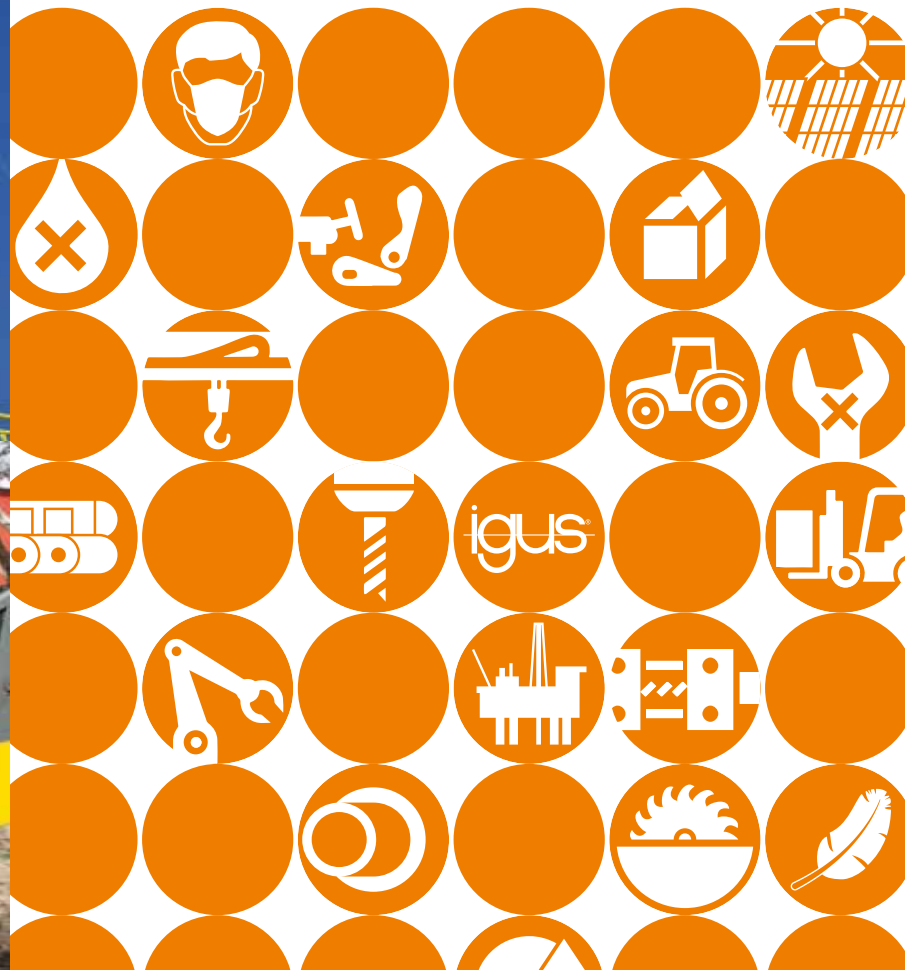


Immer die passende Lösung in über 60 Branchen: www.igus.de/branchen

igus® motion plastics® Lösungen für fast jede Branche.

Unterschiedliche Branchen erfordern unterschiedliche Lösungen. Ob im Maschinenbau, bei Automobilherstellern, in der Medizintechnik oder in der Roboterindustrie – igus® bietet maßgeschneiderte Hilfestellung für spezielle Anwendungen. In den allermeisten Branchen verfügt igus® schon über langjährige Erfahrung und kompetente Ansprechpartner.

www.igus.de/branchen



igus.de/werkzeugmaschinen

Von einer Kölner Garage auf den Weltmarkt mit Ideen und Tribo-Polymeren.

Was im Jahr 1964 mit einer einzigen Spritzgussmaschine und dem Vertrauen in das Potenzial von Polymer-Werkstoffen in einem Kölner Hinterhof begann, hat sich in 54 Jahren zu einem weltweit tätigen Unternehmen entwickelt.

Heute sorgen die 3.800 Mitarbeiter täglich für neue Ideen, hochwertige Produkte, schlanke Prozesse, kurze Lieferzeiten und die Nähe zum Kunden. igus® liefert jeden Tag rund 5.500 Lieferungen aus. Damit eine schneller Service und individuelle Beratung gewährleistet ist, stehen dem Kunden weltweit 14 Lager und Montagezentren zur Verfügung.

Viel Platz für Innovationen – die flexible igus® Fabrik



3.800 Mitarbeiter in
35 Filialen weltweit

igus® Büros und Händler weltweit

Lassen Sie sich vor Ort beraten.
igus® Büros und igus® Händler
finden Sie in 71 Ländern

www.igus.de/kontakt



igus.de/24

Online einkaufen – 24h!

Besuchen Sie unsere Webseite mit vielen weiteren Informationen, Produkten und Anwendungsbeispielen sowie hilfreichen Online-Werkzeugen. Schnell Produkte online konfigurieren und Lebensdauer berechnen. Mit unseren Produktfindern finden Sie schnell den richtigen Artikel und erhalten eine exakte Lebensdauervorhersage. Mit allen Online-Werkzeugen sparen Sie zudem Prozesskosten. igus® liefert ab Lager in 24 bis 48 Stunden!

The screenshot shows the igus.de website interface. At the top, there's a navigation bar with links like 'Shop', 'Konfiguratoren', 'Informationen', 'Lösungen', 'Service', and 'Unternehmen'. Below the navigation bar, a banner reads 'Kosten senken und Technik verbessern mit motion plastics®. Hochleistungspolymere für Bewegung'. Underneath the banner are several product categories represented by images and text: 'Energieketten', 'Leitungen', 'Gleitlagertechnik', 'Linearlagertechnik', 'Low Cost Automation', 'Kugellager', '3D Druck Material & Service', and '12 weitere Produktkategorien'. Below these categories is a section titled 'Warum igus® motion plastics®?' with icons and text: 'Lebensdauer berechenbar', 'Technik verbessern... Kosten senken', '200.000 Kunden aus 80 Branchen', 'Ab 24 Stunden versandfertig', and 'Keine Mindestbestellmenge'. At the bottom, there's a section titled 'Online Solutions' with a sub-section 'Online Shop' and a 'Kundenspezifische Lösungen' box.

Immer die richtige Lösung für Werkzeugmaschinen.

igus® ist in den Bereichen Energieketten, Leitungen und Konfektionierung sowie Kunststoffgleitlager nach ISO 9001:2015 und IATF 16949:2016 zertifiziert.

igus® GmbH
Spicher Str. 1 a
51147 Köln
Tel. +49 2203 9649-800
info@igus.de
www.igus.de

igus.de

© 2018 igus® GmbH
Herausgeber ist die igus® GmbH, Deutschland
MAT0074021 Stand: 08/2018
Technische Änderungen vorbehalten

igus.de/werkzeugmaschinen