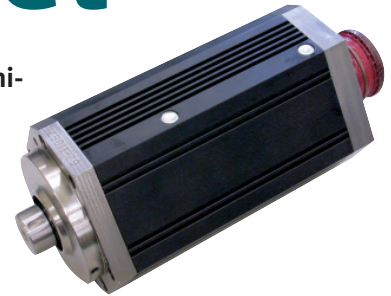


Direktantriebe für Vorschubachsen

Potenzial entfaltet

Direktantriebe haben sich bei vielen Unternehmen aus der Werkzeugmaschinenbranche bereits einen festen Platz erobert. Das gilt nicht nur für Linearantriebe, sondern auch für Torque-Motoren. Gerade im Bereich von Vorschubantrieben können Direktantriebe ihr Potenzial voll ausspielen. Dieser Ansicht sind nicht nur Hersteller dieser Technologie, vielmehr zeigte eine Befragung der Verantwortlichen bei verschiedenen Werkzeugmaschinenherstellern das gleiche Bild.

CHRISTIAN HOEPNER, REDAKTION IEE



Direktantriebe von Rexroth (links) und von Servax Drives (rechts)



Während in anderen Branchen Direktantriebe noch selten anzutreffen sind, setzt der Werkzeugmaschinenbau bereits beträchtliche Stückzahlen von Linear- und Torque-Motoren ein. Die typischen Vorteile von Direktantrieben, besonders der Wegfall von mechanischen Übertragungselementen und der damit verbundene Verschleiß, haben viele Unternehmen überzeugt. Was Linearantriebe angeht, verkündet die Überschrift einer Pressemeldung von Gildemeister: 'Die Zukunft beschleunigt linear'. Solche Weissagungen kommen nicht von ungefähr, beinahe jede dritte Werkzeugmaschine im Programm von DMG setzt auf die Vorteile des Linearantriebs. Rexroth rüstete schon 1993 die ersten Serien-

maschinen mit Linear-, Torque- und High Speed-Motoren aus. 2003 stellte das Unternehmen seine dritte Generation von Direktantrieben vor. Die neue Linear-motor-Baureihe IndraDyn L vereint eine hohe Dauer- und Maximalkraft mit einer sehr kompakten Bauform. Die Kraftwelligkeit dieser Antriebe liegt unter 1%. Die Maximalkraft – und somit das Beschleunigungsvermögen – wurden gegenüber der Vorgänger-Produktreihe um 35% gesteigert.

Die ebenfalls neu entwickelte Torque-Motor-Baureihe IndraDyn T bietet Maximaldrehmomente bis 13800 Nm. Dabei realisiert IndraDyn T ebenfalls eine extrem geringe Drehmomentwelligkeit von kleiner 1%. Sie ist somit unter anderem

auch für den anspruchsvollen Einsatz in hochpräzisen Schleifmaschinen gerüstet.

Drehzahl bis 30000 min⁻¹

Eine Optimierung auf sehr hohe Drehzahlen und Drehmomente nahm Rexroth bei den High Speed-Synchronmotoren der Baureihe IndraDyn H vor. Die Antriebe, aktuell die neueste Entwicklung bei Rexroth, erreichen Maximaldrehmomente bis 6500 Nm und bieten Drehzahlen bis 30000 min⁻¹.

Laut Dipl.-Ing. Steffen Winkler, Leiter Produktmanagement Antriebssysteme im Geschäftsbereich Electric Drives and Controls der Bosch Rexroth AG, will Rexroth dem verstärkten verstärkten Trend

KOMPAKT

zur Direktantriebstechnik mit dem weiteren Ausbau und der Optimierung seiner Fertigungskapazitäten begegnen. Die nächsten Innovationen befänden sich in der Entwicklung. Die Gründe für den Trend zur Direktantriebstechnik sind nach Winklers Ansicht offensichtlich.

Festen und schnell wachsenden Anteil erobert

Neben neuen Bearbeitungstechnologien oder noch leistungsfähigeren Steuerungssystemen bieten nach Winklers Ansicht Direktantriebe im Bereich der Werkzeugmaschinen das größte Potenzial zur Leistungssteigerung moderner Maschinen und Fertigungsanlagen: Durch die direkte Ankopplung des Antriebs an die Last entfallen jegliche mechanische Übertragungselemente. Daraus resultiert eine steigende Produktivität durch erheblich gesteigerte Dynamik der Antriebe sowie eine erhöhte Produktqualität durch einzigartige Regelgüte und Positioniergenauigkeit. Die Life-Cycle-Costs sinken durch Wegfall verschleißbehafteter Teile. Auch der Maschinenbauer hat konkrete Vorteile durch die Vereinfachungen bei der Projektierung und der Maschinenkonstruktion. Winkler: „Diese Vorteile sind mittlerweile mit ausgereiften Produkten auch wirtschaftlich nutzbar und vielfältig nachgewiesen worden. Daher hat sich die Direktantriebstechnik in Werkzeugmaschinen einen festen und schnell wachsenden Anteil erobert.“

Durch die direkte Ankopplung an die Last entfallen bei Direktantrieben jegliche mechanische Übertragungselemente. Daraus resultiert eine gesteigerte Dynamik der Antriebe sowie eine verbesserte Regelgüte und Positioniergenauigkeit. Die Life Cycle Costs sinken durch Wegfall verschleißbehafteter Teile.

Konstruktive Berücksichtigung erfordert die notwendige Kühlung - teilweise mit Wasser - sowie die veränderten Belastungssituationen aus

dem Gewichts- und Massenträgheitsmoment. Die eher geringeren Haltemomente von Torque-Motoren stellen inzwischen kein Problem mehr dar. Die Stückzahlpreise haben sich inzwischen soweit nach unten bewegt, dass Torque-Motoren im Komplettsystem preislich etwa herkömmlichen Antriebslösungen entsprechen. Ein Defizit besteht im Moment noch bei der Standardisierung von Produkten, sie befindet derzeit noch in der Entwicklung.

Stückkosten sprechen zunehmend für Direktantriebe

Allerdings macht Winkler keinen Hehl daraus, dass bei der Wahl der richtigen Antriebslösung immer das optimale Kosten-/Nutzenverhältnis entscheidend sein muss. Bei der wirtschaftlichen Betrachtung zählt letztendlich nur eine Größe – die Stückkosten. Aber gerade da, so Winkler, können Direktantriebe ihre entscheidenden Vorteile immer öfter gewinnbringend ausspielen.

Sollen Direktantriebe ihre Vorteile richtig entfalten, müssen aufgrund der direkten Integration in die Maschinenkonstruktion eine Reihe konstruktiver Anforderungen berücksichtigt werden. So ist eine Minimierung der bewegten Massen bei gleichzeitig hoher Steifigkeit anzustreben. Durch die erhöhte Regelbandbreite von Direktantrieben ergibt sich die Notwendigkeit höherer mechanischer Eigen-

frequenzen der Maschinenstruktur, um Schwingungsanregung zu vermeiden. Anziehungskräfte zwischen magnetischen Komponenten sind beim Einbau der Motoren sowie im Betrieb zu berücksichtigen. „Daran wird deutlich,“ gibt Winkler zu bedenken, „dass beim Einsatz von Direktantrieben eher die Mechanik zum begrenzenden Element wird. Die potenzielle Produktivitätssteigerung durch Direktantriebe kann nur bei einer optimal aufeinander abgestimmten Antriebslösung erzielt werden.“

Rexroth hat deshalb die neue Antriebsgeneration IndraDrive speziell für die Direktantriebstechnik optimiert. Die Steuerungen verfügen über eine deutlich gesteigerte Rechenleistung, verkürzte Zykluszeiten sowie über neue Kompensationsalgorithmen und erweiterte Filter.

Maßgeschneiderte Direktantriebe für Vorschubachsen

Auch Servax Landert aus der Schweiz ist im Bereich Direktantriebstechnik aktiv. Das Unternehmen bietet unter anderem maßgeschneiderte Direktantriebe für Vorschubachsen an. Laut Dr. Alberto Colotti, Entwicklungsleiter bei Servax Drives, stellen Vorschübe in vielerlei Hinsicht die High-End-Anwendung von elektrischen Maschinen dar. Er sieht in dieser Anwendung etliche Anforderungen vereint:

- Dynamik und Positioniergenauigkeit in der Stellbewegung,
- Gleichlauf und Bahngenauigkeit im Bearbeitungsprozess,

DAS PRODUKTPROGRAMM

Das Programm von Rexroth im Bereich Direktantriebstechnik umfasst die Linearmotor-Baureihe IndraDyn L, die Torquemotoren der Baureihe IndraDyn T sowie die High Speed-Synchronmotoren der Baureihe IndraDyn H vor. Zur Ansteuerung eignen sich die Regler der neuen Antriebsgeneration IndraDrive.

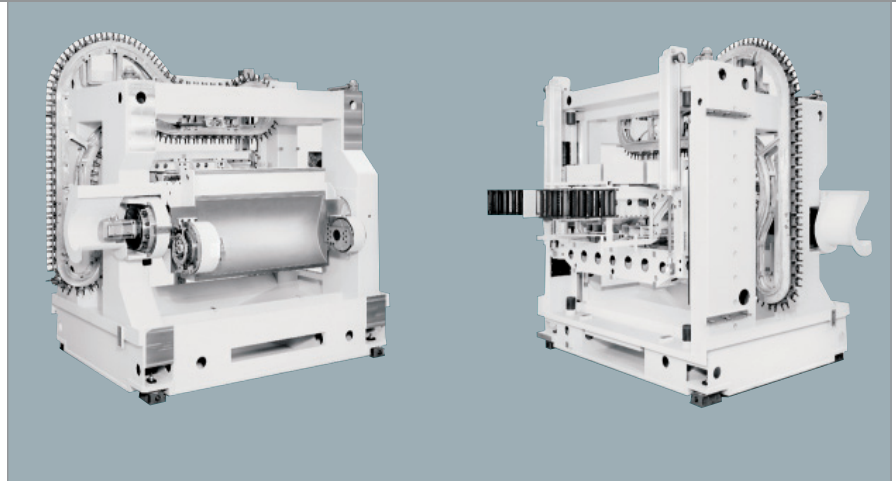
Servax bietet sowohl Direktantriebe mit Hohlwelle als auch mit Vollwelle an. Bei den Motoren der Baureihe MTC

mit Hohlwelle handelt es sich um eingekühlte Außenläufermaschinen mit integrierten Absolut-Gebersystem. Die Motoren der Baureihe MDD verfügen über einen Flansch und haben ein herausgeführtes Wellenende. Sie sind wahlweise mit Resolver oder Absolutgeber ausgerüstet. Der speziell für die beiden Motoren-Baureihen entwickelte Direktantriebsregler eignet sich für ein weites Einsatzspektrum.

- einen extrem hohen Drehzahlstellbereich und
- Kompaktheit und Ergonomie für das Maschinendesign.

„Mit dem Trend zur Direktantriebstechnik konnten viele dieser Aspekte deutlich weiterentwickelt werden. Moderne Servomotoren in PSM-Technologie mit Zahnspulenwicklungen, welche in jüngster Zeit bei vielen Standardservo-Herstellern Einzug gefunden haben, setzen die Entwicklung fort und ermöglichen eine Steigerung der Motorausnutzung um weitere 20 bis 40 %. Mit Hilfe von FE-Werkzeugen optimierte Blech- und Magnetformen reduzieren Rast-, Rippel- und Trägheitsmomente.“

Colotti verweist darauf, dass Servax als Entwickler und Hersteller von maßgeschneiderten Antrieben die genannten Entwicklungen im eigenen Haus bereits in vielen Projekten in die Praxis umgesetzt hat. Dank seiner Engineering- und Fertigungstiefe kann Servax mit einem Modulbaukasten auf das spezifische Anforderungsprofil von Vorschubachsen mit einer gezielten Maßschneidung reagieren. Ob geometrische oder mechanische Gestaltung, der Baukasten erlaubt die gezielte Optimierung der benötigten Eigenschaften eines Antriebs.



Blick in ein mehrspindliges Bearbeitungszentrum der neuesten Reihe der Schwäbische Werkzeugmaschinen GmbH, hier kommen Linear- und Torque-Antriebe zum Einsatz

Lawine losgetreten

Wie sieht nun die Akzeptanz der Direktantriebstechnik auf der Seite der Werkzeugmaschinenbauer aus? Gut, um es mit einem Wort zu sagen. Das bestätigt auch Dipl.-Ing. Christoph Wernz, Leiter der Maschinenentwicklung der EMAG Maschinenfabrik GmbH in Salach: „Wir setzen Direktantriebe bereits seit einiger Zeit ein, sowohl lineare als auch rotatorische. Die von uns damit gemachten Erfahrungen sind durchaus positiv, so dass wir mit den Ergebnissen zufrieden sind. Speziell bei den Linearantrieben waren früher die Kosten pro Achse höher als bei Kugelgewindetrieben. Das hat sich jedoch geändert, heute liegt der break-

even deutlich niedriger. Durch diese Kostenentwicklung wurde eine regelrechte Lawine losgetreten, welche dazu führen dürfte die Verbreitung von Liearantrieben im Werkzeugmaschinenbau zu beschleunigen.“

Aber auch bei Torque-Motoren kann Wernz bereits auf reichhaltige Erfahrungen verweisen: Rotatorische Achsen mit Direktantrieben bestehen insbesondere durch deutlich geringere Life-cycle-costs als Achsen mit mechanischen Getrieben. Neue Generationen von Permanentmagneten haben inzwischen die Haltemomente der Antriebe weiter verbessert. Wir haben mittlerweile bereits knapp 4000 Torque-Motoren verbaut.“

EMAG

Die EMAG Maschinenfabrik GmbH in Salach entwickelt und fertigt Werkzeugmaschinen für das Drehen, Bohren, Fräsen, Schleifen, Verzahnen, für den Lasereinsatz sowie Bearbeitungszentren und komplette Prozessketten für unterschiedliche Anwendungen und Branchen. Das Unternehmen hat derzeit 1800 Mitarbeiter und erwartet in 2004 einen Umsatz von weit über 300 Mio. €.
www.emag.de

SCHWÄBISCHE WERKZEUGMASCHINEN

Die Schwäbische Werkzeugmaschinen GmbH in Waldmössingen – kurz SW GmbH – ist Teil der EMAG-Gruppe und erwirtschaftete 2003 mit 270 Beschäftigten einen Umsatz von 68,5 Mio. € Das Unternehmen entwickelt und fertigt ein- und zweispindlige vertikale Bearbeitungszentren, zwei- und vierspindlige horizontale Bearbeitungszentren sowie CNC-Rundtakt-Sondermaschinen für den Automobil- und Maschinenbau.
www.sw-machines.com

GILDEMEISTER

Gildemeister ist in der Dreh- und Frästechnologie einer der weltweit bedeutendsten Hersteller von Werkzeugmaschinen. Das Lieferprogramm umfasst sowohl Low-Cost-Maschinen als auch High-Tech-Maschinen für hochkomplexe Fertigungsaufgaben. Der Gildemeister-Konzern beschäftigt circa 5076 Mitarbeiter (Stand 30.6.04) in elf Produktionswerken und 50 nationalen sowie internationalen Vertriebs- und Servicestandorten.
www.gildemeister.com

Crash-Sicherheit und kein Verschleiß

Auch bei der Schwäbischen Werkzeugmaschinenindustrie GmbH in Waldmösingen bestätigt man die guten Erfahrungen mit Direktantrieben. Wolfgang Armleder, Leiter Entwicklung bei SW, berichtet: „Wir setzen seit etwa drei Jahren Direktantriebe ein. Zur EMO 2003 haben wir eine fünfschige, zweispindelige Maschine vorgestellt, die sowohl mit Linear- als auch mit Torque-Motoren ausgerüstet ist.“ Armleder sieht bei Torque-Antrieben zwei Riesenvorteile: „Im Gegensatz zum Schneckenantrieb bieten sie Crash-Sicherheit und sie unterliegen keinem Verschleiß, während gerade Schneckenantriebe eine stark begrenzte Lebensdauer aufweisen.“



Aus den spezifischen Eigenheiten von Torque-Antrieben resultieren für Armleder keine Probleme: „Natürlich müssen Torque-Antriebe gekühlt werden. Wir setzen hier auf Wasserkühlung, das stellt auch bei Motoren an bewegten Baugruppen im Grunde kein Problem dar. Torque-Antriebe müssen auf veränderte Belastungssituationen aus Gewichts- und Massenträgheitsmoment mit individuell gestalteten Antriebsparameter eingestellt werden. Die Haltemomente von Tor-

que-Motoren sind bei unseren Anwendungen kein Problem. Wir haben etwa 75 % Positionierbetrieb mit Klemmung, bei den restlichen 25 % Interpolationsbetrieb muss der relativ geringen Störsteifigkeit dann eben konstruktiv durch die Wahl eines größeren Antriebes Rechnung getragen werden. Preislich kommen Torque-Motoren im Komplettsystem etwa genauso teuer wie herkömmliche Antriebslösungen. Der einzige Punkt, wo noch Verbesserungen wünschenswert wären, ist die Integrationsfähigkeit im Bereich Lager und Messsystem. Trotzdem erzielen wir mit der heutigen Generation von Torque-Antrieben im Hinblick auf die Positionierzeiten der Antriebe sehr wirtschaftliche Lösungen.“

Nachholbedarf bei der Produktstandardisierung

Dr. Thorsten Lasch, als Koordinator Entwicklung bei der Deckel Maho Seebach GmbH übergreifend für mehrere Unternehmen des Gildemeister-Konzerns zuständig, spricht sich generell ebenfalls für Direktantriebe aus: „Torque-Motoren sind das rotatorische Pendant zu Linear-motoren, daher sind auch die Vor- und Nachteile ähnlich.“ Mit dem Verweis darauf, dass sein Unternehmen schon seit

einiger Zeit Torque-Motoren bei Fräs- und Drehmaschinen einsetzt, berichtet Lasch weiter: „Die Vorteile dieser Antriebe liegen in der hohen Dynamik und der hohen Dauergenauigkeit. Eine Hürde stellt die Integration von Torque-Motoren in Übersetzungen dar. Es ist zwar nicht unmöglich, aber eben nicht ganz einfach. Die begrenzten Haltemomente der Motoren werfen im Grunde keine Probleme auf, hier kann man mit zusätzlichen Klemmvorrichtungen arbeiten. Zu beachten ist bei den Motoren allerdings die Wärmebringung ins Gestell, hier müssen konstruktiv Maßnahmen ergriffen werden. Ein Defizit besteht im Moment noch bei der Standardisierung von Produkten, ein für uns sehr wichtiges Thema. Das ist ein Prozess, der sich noch in der Entwicklung befindet.“

KONTAKT	
Rexroth-Direktantriebe	780
www.BoschRexroth.com	
InfoDirect	 780IEE1004
Servax-Direktantriebe	781
www.servax.com	
InfoDirect	 781IEE1004



Dipl.-Ing. Steffen Winkler, Leiter Produktmanagement Antriebssysteme im Geschäftsbereich Electric Drives and Controls der Bosch Rexroth AG: „Beim Einsatz von Direktantrieben wird eher die Mechanik zum begrenzenden Element.“



Dr. Alberto Colotti, Entwicklungsleiter bei Servax Drives in Bülach/Schweiz zu den spezifischen Anforderungen im Bereich von Vorschubantrieben: „Mit dem Trend zur Direktantriebstechnik konnten viele dieser Aspekte deutlich weiterentwickelt werden.“



Dipl.-Ing. Christoph Wernz, Leiter der Maschinenentwicklung der EMAG Maschinenfabrik GmbH in Salach: „Rotatorische Achsen mit Direktantrieben bestechen insbesondere durch deutlich geringere Life-cycle-costs als Achsen mit mechanischen Getrieben.“