



2



3



# So läuft die Maschine reibungslos

Die Hydrostatik ist die edelste Form der Lagerung von Maschinenachsen

SEBASTIAN MOSER  
PRODUKTION NR. 48, 2016

**LANDSBERG.** Einen 50 Tonnen schweren Schlitten mit zwei Fingern bewegen? Das geht! Möglich macht es die Hydrostatik, bei der ein dünner Ölfilm Reibungen zwischen den Komponenten der Maschine nahezu eliminiert. Eine Koryphäe auf diesem Gebiet ist Robert Schönfeld, Gründer und Geschäftsführer der Hyprostatik GmbH in Göppingen. Bereits als Jungingenieur faszinierte ihn diese Teildisziplin und er hatte jeden Aufsatz zu diesem Thema verschlungen. Nach einem beruflichen Ausflug zu mehreren namhaften Werkzeugmaschinenbauern und viel grundlegenden Erfahrungen zur Physik der Hydrostatik entschloss er sich 1982 zur Selbstständigkeit. Schritt für Schritt konnte er sein Wissen weiter ausbauen und gründete 1990 die Hyprostatik GmbH. Mittlerweile hat das Unternehmen 35 Mitarbeiter und vermarktet unter dem Motto „Mit uns läuft's reibungslos“ weltweit hydrostatische Komponenten und Ingenieurdienstleistungen.

Nach den Vorteilen der Hydrostatik gefragt, gerät Schönfeld ins Schwärmen: „Als erstes ist natürlich die vollständige Verschleißfreiheit zu nennen. Der Ölfilm

verhindert zuverlässig, dass es zu Reibung zwischen den Bauteilen kommt.“ Das wiederum führt zu minimalen Instandhaltungskosten, einer besseren Maschinenverfügbarkeit und die Maschineneigenschaften sind unabhängig von der Gebrauchsdauer der Maschine. Ganz wesentlich sind auch die exzellenten Dämpfungseigenschaften hydrostatischer Komponenten. „Die Dämpfung ist wesentlich besser als bei Wälzelementen“, berichtet Schönfeld. Dabei kommt er schnell auf das Know-how seines Unternehmens zu sprechen und berichtet von umfangreichen Berechnungsprogrammen, um die Dämpfung zu optimieren. So werden bei jedem Projekt für unterschiedliche Frequenzen die jeweils relevanten Dämpfungswerte berechnet. Mit der entsprechenden Dämpfungsabsorptionsleistung kann viel Schwingungsenergie aus der Maschine eliminiert werden.

Schnell wird klar, dass die Hydrostatik fast schon eine Kunst ist und viel Wissen und Erfahrung erfordert. So muss das Öl für die optimale Dämpfung bei niedrigeren Frequenzen komplett aus den Taschen verdrängt werden, während es bei hohen Frequenzen als eine Art Feder wirkt und in den Taschen bleiben muss. „Die Berechnungen erfor-

dern höchste Sorgfalt, um die optimale Dämpfung zu erzielen. So kann man es nutzen, dass sich gerade bei niedrigen und mittleren Frequenzen erstaunlich hohe Dämpfungen erzielen lassen“, erklärt Schönfeld. Allerdings sei der Einsatz der Hydrostatik nicht immer sinnvoll: „Wo eine norma-



**Sebastian Moser** schreibt über die spannende Fertigung und 3D-Koordinatenmesssysteme.

sebastian.moser@produktion.de

le Kugelumlaufspindel ausreichend ist, sollte diese auch verwendet werden. Man muss keinesfalls mit Kanonen auf Spatzen schießen“, rät der Experte. Dabei sei die Mehrinvestition stark vom Produkt abhängig. Bei großen Rundtischen sei der Einsatz besonders sinnvoll, weil große Wälzlager sehr teuer seien. „Da ist die Hydrostatik durchaus günstig“, so Schönfeld. So könne die Hydrostatik ohne Zwischenteile direkt auf dem Maschinenbett laufen und benötige in den meisten Fällen keinen Umgriff. Neben dem in vielen Fällen höheren Investitionskosten weist Schönfeld auf einen weiteren Grund dafür hin, warum die Hydrostatik trotz vieler Vorteile den Durchbruch in großem Stil nicht geschafft hat: „Die Technik ist überwiegend im Werkzeugmaschinenbau zuhause. Die Maschinenhersteller stehen unter einem harten Preisdruck und wollen ihr Geld durch den Verkauf von Wartung und Ersatzteilen verdienen. Die Verschleißfreiheit ist daher nicht gewünscht.“ Auch die Wälzlagerindustrie kämpfe mit harten Bandagen gegen die Hydrostatik und will ihre Produkte am Markt platzieren. Ähnliches gilt für den hydrostatischen Gewindetrieb, der stark im Wettbewerb mit Linearmoto-

ren stehe. „Was Präzision, Lebensdauer, Energieverbrauch und Wärmeeintrag angeht, hat der hydrostatische Gewindetrieb deutliche Vorteile“, betont Schönfeld. Linearmotoren bezeichnet er als echte Energiefresser; der Stromverbrauch beträgt ungefähr das Fünffache im Vergleich zu einer Maschine mit hydrostatischen Gewindetrieb. In diesem Zusammenhang berichtet er von einem Kunden aus der Automobilindustrie, der etwa vierzig Bearbeitungszentren mit Linearmotor in seiner Halle stehen hatte. „Er hatte sein ganzes Dach mit Wärmetauschern voll und trotzdem reichte die Kühlung nicht“, so Schönfeld.

Als wichtigstes Standbein seines Unternehmens sieht er die umfangreichen Berechnungsprogramme und das Know-how zu allen Problemen der Hydrostatik im Maschinenbau. Nachteile gebe es kaum, allerdings sei die Hydrostatik in vielen Fällen natürlich teurer als herkömmlich gelagerte Komponenten. Einen gewissen Aufwand bedeute ein Hydroaggregat mit Kühlmöglichkeit. Dieses Aggregat sei etwas aufwendig

hydrostatischen Linearführungen aufgrund der sehr guten Dämpfungseigenschaften nicht“, berichtet Geschäftsführer Hubert Becker. Das spart Zeit und macht eine hydrostatische Maschine viel effizienter, weil die Bearbeitungsparameter nicht dauernd geändert oder gar neue Werkzeuge angeschafft werden müssen. Darüber hinaus erhöht sich die Laufzeit der Werkzeuge erheblich, weil im Bearbeitungsprozess viel weniger Mikroschwingungen auftreten. Eine Alternative zur Hydrostatik gebe es dabei kaum und am Markt vorgestellte Systeme zur aktiven Unterdrückung von Schwingungen über Aktoren bezeichnet er als „Notnagel“.

Neben der höheren Prozesssicherheit bei großen Werkzeugen verweist auch er auf die absolute Verschleißfreiheit der Führungen als weiteres Argument für die Hydrostatik. „Herkömmliche Linearführungen müssen in der Regel nach fünf bis sechs Jahren ausgetauscht werden. Eine hydrostatische Führung hält dagegen ein ganzes Maschinenleben“, weiß Becker.

»Wo eine normale Kugelumlaufspindel ausreichend ist, sollte diese auch verwendet werden.«

**Robert Schönfeld**, Gründer und Geschäftsführer der Hyprostatik GmbH in Göppingen.

und werde gerade überarbeitet. „Die Hydrostatik bedeutet einen gewissen Mehraufwand, bietet dafür aber eine Fülle von Vorteilen“, bilanziert Schönfeld.

Die Firma Waldrich Coburg, traditionsreicher und weltbekannter Hersteller von Großbearbeitungszentren, setzt bereits seit den 1970er-Jahren auf hydrostatische Linearführungen. „Viele Bearbeitungen sind insbesondere beim Einsatz von großen Werkzeugen mit normalen Linearführungen kaum möglich, weil sich die Maschine aufschwingt und zu rattern beginnt. Das passiert bei

Ein zusätzlicher Unterschied ergibt sich bei Crash-Situationen, die an jeder Maschine gelegentlich vorkommen. Während die Hydrostatik dies meistens ohne Folgen wegsteckt, müssen Maschinen mit Linearführungen oft zeitaufwendig justiert werden oder die Führungen müssen sogar ausgetauscht werden.

Auch im Hinblick auf die erzielbare Genauigkeit sei die Hydrostatik überlegen, denn man könne die Führungen von vornherein in der gewünschten hohen Genauigkeit feinfräsen. Das sei bei herkömmlichen Linear-

## Die Vorteile der Hydrostatik auf einen Blick

- Verschleißfreiheit
- Geringere Instandhaltungskosten, bessere Maschinenverfügbarkeit und -nutzungsdauer, Maschineneigenschaften sind unabhängig von der Gebrauchsdauer der Maschine.
- Exzellente Dämpfung
- Gesteigerte Werkzeugstandzeiten sowie eine höhere Oberflächenqualität und Grenzzerspanungsleistung, beides führt zu mehr Universalität und kann eine Hartbearbeitung möglich machen.
- Temperaturstabilität
- Bei Rückkühlung des Hydrostatiköls wird ein möglicher Wärmeeintrag in die Maschine vermieden. Stattdessen wird sie sogar thermisch stabilisiert. So kann zumeist auf thermo-symmetrische Konstruktionen verzichtet werden. Der Wärmedrift nach Einschalten der Maschine entfällt weitgehend.
- Reibungsverhalten



4

1) Das Bearbeitungszentrum ‚Taurus‘ von Waldrich Coburg verfügt über hydrostatisch gelagerte Linearachsen.

Bild: Waldrich Coburg

2) Blick auf eine hydrostatisch gelagerte Linearachse in einer Maschine von Waldrich Coburg.

Bild: Waldrich Coburg

3) Eine hydrostatische Mittenlagerung von Hyprostatik.

Bild: Hyprostatik

4) Eine hydrostatische Umlaufspindel von Hyprostatik.

Bild: Hyprostatik

1

führungen nicht immer möglich, weil diese oft nach der Montage demontiert werden müssten, um durch Nacharbeiten der Auflageflächen die erforderliche Genauigkeit zu erreichen. Durch das erneute Anschrauben entstehe dabei schon wieder ein kleiner Fehler.

Sein Unternehmen erzielt in Verbindung mit dem Feinstfräsen und dort, wo es notwendig ist, durch zusätzliches Schaben der Führungsbahnen Genauigkeiten im Bereich von wenigen µm. „Wir holen speziell aus der Y-Achse durch Schaben das letzte µm“, so Becker. Das sei eine Wissenschaft für sich, da es aufgrund der bis zu über 100 Tonnen schweren Querbalken und über 30 Tonnen schweren Frässupporten zu Durchbiegungen durch Eigengewicht und Wanderlasten komme, die über das Fräsen und Schaben kompensiert werden müssen. Stolz berichtet Becker, dass seine Maschinen häufig genauer seien als reine Koordinatenmessmaschinen und dies oft zu Diskussionen mit den Kunden führe.

Bei der Auslegung der Hydrostatik kann er auf das Know-how seiner Konstrukteure zurückgreifen und benötigt keine Hilfe von externen Fachleuten. Grundsätzlich sei die Hydrostatik früher als sehr schwieriges und komplexes Thema eingeschätzt worden. „Wenn man es erst einmal beherrscht, dann ist es gar nicht mehr so schwierig“, so Becker. Man müsse lediglich einige Grundregeln beachten und die Dimensionierung der Taschen richtig wählen. Hohe Verfahrgeschwindigkeiten von bis zu 60 Metern pro Minute seien auch bei hydrostatischen Linearführungen kein Problem.

Auch das Unternehmen Burkhardt und Weber baut große Bearbeitungszentren, verzichtet dabei aber im Gegensatz zu Waldrich Coburg auf hydrostatische Linearführungen. Dazu Horst Schmauder, Leiter Konstruktion und Entwicklung: „Herkömmliche Linearführungen sind schnell verfügbar und einfach zu handhaben. Hydrostatische Führungen bedeuten einen erheblichen Aufwand.“ Zwar sprechen das Schwingungsverhalten und die Dämpfung für hydrostatische Linearführungen. Allerdings würden in den Maschinen schwere Massen bewegt, was ohnehin für eine gewisse Dämpfung sor-

ge. „Es gibt in unseren Maschinen keine Schwingungsprobleme, die den Einbau hydrostatischer Linearführungen rechtfertigen würden“, so der Experte. Die Führung sei ohnehin nur ein Teil des Gesamtsystems und könne kein Allheilmittel sein. Jede große Werkzeugmaschine sei ein Unikat und habe eine ganz eigene Charakteristik. Deshalb sei eine pauschale Aussage über die ideale Linearführung schwierig. Es hänge also von der Maschine ab, ob eine hydrostatische Linearführung Sinn macht. „Große Portalmaschinen haben das Problem langer Schieber, die zu Schwingungen neigen

und damit ein Schwachpunkt sind. Hier kann eine hydrostatische Führung Sinn machen“, erklärt Schmauder. Für Maschinen aus dem Hause Burkhardt und Weber gelte dies nicht und folglich sei der Einsatz hydrostatischer Linearführungen auch in Zukunft nicht geplant. Sehr wohl zum Einsatz komme die Hydrostatik aber in den Drehtischlagern. „Wälz- oder Rundlager haben eine Grenze und es gibt sie ab einer gewissen Größe nicht mehr zu kaufen“, so Schmauder. Die Regelbarkeit des Tisches mache bei Massen von bis zu 20 Tonnen die Hydrostatik erforderlich.



Die beiden Geschäftsführer der Hyprostatik GmbH: Jochen Schönfeld (links) und Robert Schönfeld.

Bild: Hyprostatik

**GEISS AG**  
one step ahead

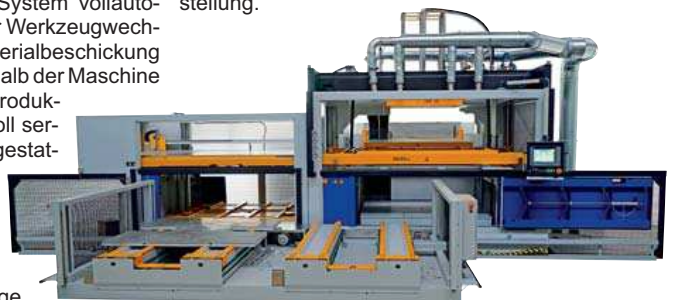
## Innovationen

### Vollautomatische Thermoformanlage zur Herstellung von Autodachboxen



T10 der Geiss AG können u. a. Autodachboxen noch effizienter und nach bewährtem System vollautomatisch hergestellt werden. Mit der Werkzeugwechselmaschine können sowohl Materialbeschickung als auch Werkzeugwechsel außerhalb der Maschine vorbereitet und somit wertvolle Produktionszeit eingespart werden. Als vollservomotorische Maschine und ausgestattet mit dem effizientesten Halogenstrahler Typ Speedium und dem neuentwickelten Zentralgebläse kann so nicht nur wertvolle Zykluszeit sondern auch Energie gespart werden. Mit dieser Anlage

lassen sich ABS-PMMA-Platten in den relevanten Abmaßen bei 4,5 mm Dicke in 150 s verarbeiten. Da immer Ober- und Unterschale gleichzeitig verformt werden, ist es die effizienteste Form der Herstellung.



**GEISS AG**  
one step ahead

D-96145-Seßlach • Tel.: (+49) 9569 9221 0 • Fax: (+49) 9569 9221 20 • www.geiss-tt.com