

# MM

## MASCHINENMARKT

# Das Industriemagazin

www.maschinenmarkt.de

**SPECIAL**  
Maschinenbau  
in Mitteldeutschland

# Zupackend

Schwenkhebelprinzip erhöht Belastbarkeit  
von Spannbackenführungen bei Greifern



## Einlippenbohrer

Tiefe Bohrungen ohne Umspannen  
von einer Seite fertigen

## Werkstückmagazin

Nachgerüstetes Bearbeitungszentrum  
fertigt in drei Schichten

Werkzeugmaschinen

„Es gibt vier Hebel, um  
die Energieeffizienz  
von Antrieben zu steigern.“

Bosch-Rexroth-Manager Stefan Schmidt

# Hydraulik fordert Elektromechanik in der Energieeffizienz heraus

Um die Energieeffizienz von Werkzeugmaschinen zu steigern, wollen Maschinenhersteller auf die Hydraulik verzichten. Grund sei der hohe Energieverbrauch. Das fordert die Hydraulikbranche heraus, den Gegenbeweis anzutreten. Bei einem MM-Round-Table-Gespräch diskutierten sie mit Maschinen- und Spannmittelherstellern.

**Auf der EMO 2011 standen hydraulikfreie Werkzeugmaschinen im Fokus. Was spricht aus Sicht des Maschinenbaus für die Verbannung der Hydraulik aus spanenden Maschinen?**

**Pruschek:** Heutzutage gibt es für Werkzeugmaschinen elektrische Antriebe mit einer sehr hohen Energieeffizienz. Entsprechend untersuchen wir Strategien, um in Systemen, in denen die Hydraulik nur für wenige Verbraucher verwendet wird, ohne diese auszukommen. Das betrifft vor allem Maschinen, bei denen ein Hydraulikaggregat nur noch wegen eines Verbrauchers, im Wesentlichen der Werkstückspannung, erforderlich ist. Dass man jedoch ohne Hydraulik wirklich

über die 10%-Marke kommt und einen Massenmarkt damit beeindruckend machen kann, davon sind wir sicherlich noch zehn Jahre entfernt.

**Welche Aufgaben übernehmen hydraulische Antriebe in spanenden Werkzeugmaschinen?**

**Roosen:** Ein Anwendungsgebiet sind Spannfunktionen. Bringen wir intelligente Konzepte wie Speicherladeschaltung oder Abschaltbetrieb für das Aggregat in diesen Bereich, so erhalten wir ein Spannsystem, das hinsichtlich des Energieverbrauchs mit elektromechanischen Systemen vergleichbar ist. Bei den Vorschubachsen spanender Werkzeug-

maschinen besetzt die Hydraulik nur Anwendungsnischen, in denen die spezifischen Eigenschaften der Hydraulik den Zerspanungsprozess begünstigen.

**Warum machen die Hersteller von Werkzeugmaschinen gegen die Hydraulik Front?**

**Pruschek:** Wir haben eigentlich nichts gegen die Hydraulik, auch nicht im Bereich der Antriebstechnik. Jedoch sehen wir, dass die heute betriebenen Maschinen im Grundzustand einen sehr hohen Leistungsbedarf haben. Das heißt: Zerspan eine Maschine, entfallen mindestens 50% der Gesamtleistungsaufnahme auf die Grundaggregate – auch bei höheren Zerspanraten. Aufgrund dieser Tatsache starteten wir Untersuchungen, um herauszufinden, wer im Bereitschaftsbetrieb bis zum Produktionsstart bereits Leistung abrufen. Heraus kamen zwei Hauptenergieverbraucher: das Kühlschmier-system und die Hydraulik.

**Wie beurteilen die Hydrauliker dieses Ergebnis aus dem Werkzeugmaschinenbau?**

**Schmidt:** Man sollte das Problem generell beleuchten. Alle Maschinen werden elektrisch angetrieben, die hydraulischen wie die mechanischen. Wir haben bei hydraulischen Maschinen hohe Stillstandsleistungen; das ist aber weniger der Hydraulik geschuldet, eher dem nicht optimal eingesetzten Normelektromotor. Bei einem Leistungsvergleich müssen die Getriebeformen Hydraulik und Mechanik miteinander verglichen werden. Eine Grundlast von 50% muss weder in der Arbeitshydraulik noch in der Kühlschmierstoff-Hydraulik sein. Wir dürfen nicht den Fehler machen, zwischen der Hydraulik und der Elektrik zu unterscheiden.

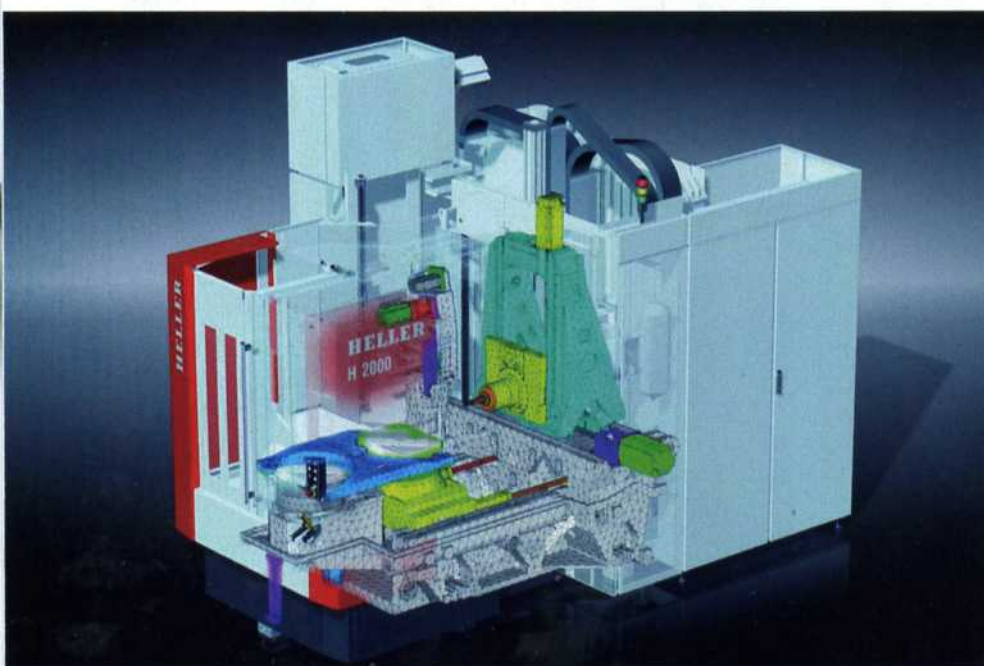


Bild: Heller

Dass Hydraulik energieeffizient ist, zeigte dieses Bearbeitungszentrum auf der Sonderschau Blue Competence der Branchenmesse EMO 2011 im Rahmen des Projekts Ewotek.



Bild: Krampert

**Peter Pruschek, DMG Electronics:** „Zerspan eine Maschine, entfallen mindestens 50% der Leistungsaufnahme auf die Grundaggregate.“



Bild: Krampert

**Klaus Roosen, Parker Hannifin:** „Mit Plug-in-Lösungen verlagert sich die Kompetenz stärker zu den Systemanbietern.“

**Bauer:** Prinzipiell sollte man vermeiden, Vergleiche zwischen den Energieverbräuchen hydraulischer und elektrischer Antriebslösungen zu pauschalisieren. Vielmehr sollte der Vorteil einer Antriebsdisziplin gezielt genutzt werden. Nehmen wir eine Speicherladeschaltung, bei der die hydraulische Leistung im Speicher vielfach höher ist als die des installierten E-Motors. Mit diesem Konzept kann die klassische Spanntechnik in Werkzeugmaschinen sehr einfach und effektiv abgedeckt werden. Hierbei wird kurzzeitig eine immense Leistung zur Verfügung gestellt, ohne permanent das Aggregat zu belasten. Ich bin überzeugt, dass dieses Konzept so noch nicht überall umgesetzt wird.

#### Wie kann die Hydraulikbranche die Umsetzung energieeffizienter Konzepte vorantreiben?

**Bauer:** Wir müssen das teilweise fehlende Wissen über die effiziente Auslegung der Hydraulik an die Maschinenhersteller weitergeben. In den letzten Jahren haben diese die Anzahl ihrer Mitarbeiter mit tiefergehenden Hydraulikkenntnissen massiv reduziert. Es gilt, besonders jene Hersteller aufzuklären, die in Sachen Hydraulik etwas unsicher wurden, weil sie überall lesen, dass die elektrische Antriebstechnik der Königsweg ist.

#### Inwieweit nutzt Gildemeister Prozessanalysen zur Reduzierung der Nebenzeiten und des 50%-Grundlastanteils der Hydraulikaggregate?

**Pruschek:** Wir haben Untersuchungen dieses 50%-Grundlastanteils unter Bereitschafts- und Zerspanbedingungen vorgenommen. Dazu haben wir Maschinenprototypen mit entsprechend geregelten Pumpen gebaut. Im Vergleich zu Werkzeugmaschinen mit Kon-

stantpumpen zeigen diese Prototypen eine deutlich andere Energieaufteilung – zwischen dem Energieanteil, der in die Zerspannung geht, und dem Anteil der Grundaggregate. Man erkennt, dass die Konstantpumpen für den hohen Grundlastanteil bei der Kühlschmierstoff-Versorgung und der Hydraulik verantwortlich sind.

#### Welchen Stellenwert hat die Hydraulik bei großen Fräs- und Drehmaschinen, zum Beispiel denen von Waldrich Coburg?

**Bieberbach:** Waldrich plant keinen Antriebswechsel bei der Spanntechnik, zumindest nicht in absehbarer Zeit. Werkzeug-, Spindel-einheiten- oder Palettenspannung – alle einfachen Öffnungs- und Schließbewegungen werden hydraulisch betrieben oder in Kombination mit Federsystemen realisiert. Die Achshauptantriebe werden über Servomotor und Getriebe gelöst und die Mehrzahl unserer Linear- sowie Drehachsen hydrostatisch geführt. Hierbei bevorzugen wir das System Pumpe pro Tasche. Das heißt: Jede Hydrostatiktasche hat ihre eigene Ölversorgung. Wir haben dieses Führungskonzept für bestimmte Maschinentypen sowie spezielle Achsen wieder eingeführt.

**Roosen:** Die Hydrostatik ist sicherlich ein Beispiel dafür, wie unterschiedlich die Aufgaben der Hydraulik sein können. Hydraulikaggregate übernehmen nicht nur klassische Antriebsfunktionen. In der öffentlichen Wahrnehmung kommt die Vielfalt der Funktionen in den Gegenüberstellungen mit elektrischen Antrieben häufig zu kurz und bleibt beim Vergleich des Energiebedarfs unberücksichtigt.

## Round-Table

### Teilnehmer

- ▶ Dipl.-Ing. Hans-Ulrich Bieberbach, Leiter mechanische Konstruktion, Werkzeugmaschinenfabrik Waldrich Coburg GmbH, Coburg
- ▶ Dr.-Ing. Frank Bauer, Manager Innovation, Hydac International GmbH, Sulzbach/Saar
- ▶ Dipl.-Ing. Axel Grigoleit, Key Market Manager, Hawe Hydraulik SE, München
- ▶ Dr.-Ing. Peter Pruschek, Leiter Produktentwicklung, DMG Electronics GmbH, Pfronten
- ▶ Dr. Klaus Roosen, Konstruktionsleiter Systemtechnik/Aggregatebau, Parker Hannifin GmbH, Kaarst
- ▶ Johannes Saylor, Produktmanager, AMF Andreas Maier GmbH & Co. KG, Fellbach
- ▶ Dipl.-Ing. Stefan Schmidt, Leitung Vertrieb Branche Produktionsmaschinen, Bosch Rexroth AG, Lohr am Main
- ▶ Peter Michael Synek, stellvertretender Geschäftsführer des Fachverbands Fluidtechnik im VDMA

#### Welche Maßnahmen haben Hydraulikspezialisten wie Hawe, um den Energieverbrauch hydraulischer Spannsysteme zu verringern?

**Grigoleit:** Für Bearbeitungszentren gibt es leckagefreie Systeme. Einmal unter Druck gesetzt, gibt es keinerlei Verluste, jedenfalls dann nicht, wenn mit leckagefreien Wegevventilen gearbeitet wird. Das ist die Voraussetzung, um bei Spannsystemen im Abschaltbetrieb arbeiten zu können. Der Abschaltbetrieb lässt sich einfach umsetzen und wird bereits häufig praktiziert. Er ermöglicht eine Energieeinsparung von 90% im Vergleich zu Systemen, die im Durchlaufbetrieb arbeiten.

#### Ist die Leckage bei hydraulischen Spannsystemen in Werkzeugmaschinen ein Problem?

**Grigoleit:** Heutzutage arbeiten die meisten hydraulischen Systeme in Werkzeugmaschinen leckagefrei. Eine große Ausnahme besteht beim Spannutter in Drehmaschinen – genauer, bei der Drehdurchführung zum Spannutter in Drehmaschinen. Dort tritt systembedingt Leckage auf, daher ist eine alternative Lösung über einen drehzahlregulierten Antrieb oder eine Speicherladeschaltung notwendig. Rein auf die Spanntechnik in Bearbeitungszentren bezogen, gibt es kein energieeffizienteres System als eine leckagefreie Hydraulik im Abschaltbetrieb. ▶



Bild: Krampert

**Stefan Schmidt, Bosch Rexroth:** „Hohe Stillstandsleistungen sind eher dem konstant drehenden Normelektromotor geschuldet.“



Bild: Krampert

**Frank Bauer, Hydac International:** „Die klassische Spanntechnik lässt sich sehr effektiv mit einer Speicherladeschaltung abdecken.“

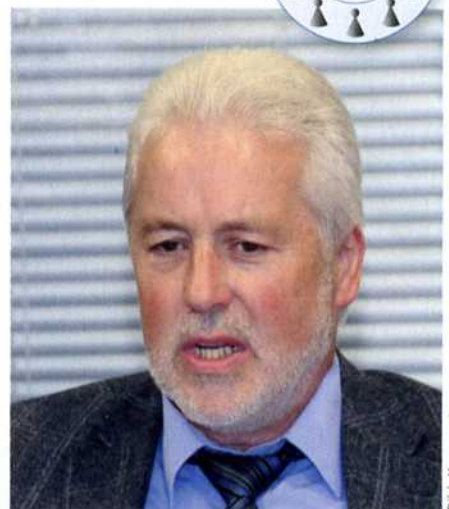


Bild: Krampert

**Hans-Ulrich Bieberbach, Waldrich Coburg:** „Eine hydrostatisch geführte Werkzeugmaschine ist einfach gutmütiger.“

**Wie schlagen sich die genannten Vorteile der hydraulischen Spanntechnik in den Verkaufszahlen der Spannmittelhersteller nieder?**

**Sayler:** Als Komplettanbieter beobachten wir den Markt sehr genau. Wir stellen bei unseren Kunden fest, dass die Akzeptanz der hydraulischen Spanntechnik in den vergangenen zwei Jahren gestiegen ist. Allerdings ist es so, dass es in der Zerspanung eine Tendenz weg vom Hochdruckbereich um die 400 bis 500 bar und hin in Richtung 60 bis 250 bar gibt. Dieser Druckbereich wird von integrierten Aggregaten abgedeckt.

**Reichen Aggregatdrücke bis 250 bar in der Zerspanung immer aus?**

**Sayler:** Es gibt sicher Kunden, die mit hydraulischen Drücken von 200 bis 250 bar nicht zurechtkommen. Gerade bei der Großteilbearbeitung ist das der Fall. Zur Bearbeitung großer Werkstücke braucht man größere Spannelemente. Für diese Anwendungen gibt es jedoch heute Druckverstärker, die sich problemlos in die Hydraulik der Werkzeugmaschinen integrieren lassen. Diese Entwicklung hat den hydraulischen Spannsystemen geholfen, weitere Nachfrage zu generieren. Problematisch für die Werkstückspannung sind Aggregate, die im Dauerbetrieb arbeiten. Die Zukunft der Spannaggregate liegt im Aussetzbetrieb.

**Ist der Abschalt-, sprich Aussetzbetrieb die Lösung, um die Energieeffizienz der Hydraulik in Werkzeugmaschinen zu steigern?**

**Bieberbach:** Das muss man mit Vorsicht betrachten. Es gibt Kunden, die aufgrund der Energieeinsparung auf eine Maschinenabschaltung am Wochenende drängen. Das heißt, bei der Wiederinbetriebnahme benö-

tigt die Maschine zumindest eine Warmlaufphase. Wegen des Temperatureinflusses auf die Maschinenachsen und -geometrie kann ein Abschalten der Hydrostatik nachteilig sein. Dagegen ist die Abschaltung der Spannhydraulik am Wochenende unproblematisch.

**Wie sieht das Hydraulikkonzept bei den Großmaschinen von Waldrich aus?**

**Bieberbach:** Unsere Maschinen arbeiten mit Kompaktaggregaten. Sie haben eine Zentralhydraulik. Dort ist alles platziert, was für die hydraulische Maschinenversorgung erforderlich ist – unter anderem Öltank, Filter, Pumpen und Ventiltechnik. Für hydraulische Wartungsfachleute ist alles an einem Ort.

**Grigoleit:** Werden aber von einem Zentralaggregat aus alle Verbraucher versorgt, beginnt dort die Verrohrung und damit der Druck- und Energieverlust. Ein Zentralaggregat mag für bestimmte Maschinen das Richtige sein. Jedoch gibt es Werkzeugmaschinenhersteller, die tendenziell genau in die entgegengesetzte Richtung gehen und Aggregate für einzelne oder mehrere kombinierte Verbraucher verwenden. Das hat den großen Vorteil, dass es weniger Verluste auf dem Weg zu den Verbrauchern gibt, weil jedes Aggregat optimal auf den entsprechenden Verbraucher abgestimmt werden kann.

**Stehen Kosten- und Energieeffizienz bei Hydrauliksystemen im Widerspruch zueinander?**

**Bauer:** Spannhydraulik, Hydrostatik, Kühlschmierstechnik – die Diskussion zeigt, dass die Hydraulik in Werkzeugmaschinen viele Funktionen übernimmt. Sie lässt sich daher mit der elektrischen Antriebstechnik nicht vergleichen. Aufgrund dieser vielen Neben-

funktionen sieht sich der Hydrauliker heute als Fluidiker. Er handhabt alle Medien in der Maschine. Folglich befasst sich Hydac mit der Hydraulik, der Kühlschmierstoff-Versorgung und der Spindelkühlung. Die Bündelung der Medienversorgung in einem Aggregat erfolgt natürlich erst unter Kostenaspekten. Dann wird aber klar, dass sich durch Synergien die Energieeffizienz erhöhen lässt.

**Pruschek:** Diese Problematik zeigt, das Thema Energieeffizienz wird in der Öffentlichkeit häufig sehr verzerrt dargestellt. Eigentlich gibt es zwei wesentliche Fluidteile in der Maschine – die Hydraulik und die Kühlschmierstoff-Versorgung. Gildemeister hat den Schwerpunkt auf die Kühlschmierstechnik der größere Energieverbrauch entfällt, andererseits sind die Kunden mit der Hydraulik, insbesondere den hydraulischen Druckspeicherantrieben, gar nicht so unzufrieden.

**Trotz der Vielseitigkeit der Hydraulik bleiben die Hauptantriebsachsen außen vor. Ist bei diesen Achsen keine Renaissance in Sicht?**

**Schmidt:** Die Bewegungstechnik in spanenden Werkzeugmaschinen liegt klar in der Hand der Mechanik. Dagegen ist in anderen Maschinen die Hydraulik die dominante Technik für Antriebsachsen, zum Beispiel in Spritzgießmaschinen und Abkantpressen. Wichtig ist also, sich die jeweilige Antriebsanwendung genau anzusehen. Rexroth hat neben hydraulischen und pneumatischen auch mechanische Antriebsachsen im Programm und kann daher neutral beraten. Wir müssen akzeptieren, dass die Elektrik und Elektronik auf der Steuerungs-, Sensor- und



Bild: Krampert

**Axel Grigoleit, Hawe:** „Für die Spanntechnik gibt es kein effizienteres System als eine leckagefreie Hydraulik im Abschaltbetrieb.“



Bild: Krampert

**Johannes Saylor, AMF:** „Problematisch für die Werkstückspannung sind Aggregate, die im Dauerbetrieb arbeiten.“



Bild: Krampert

**Peter Michael Synek, Fachverband Fluidtechnik im VDMA:** „Der Begriff hydraulikfrei lässt zweierlei Interpretationen zu.“

Motorseite der richtige Weg in Richtung Energieeffizienz ist. Auf diesem Weg wendet man sich nicht zwangsläufig von der Hydraulik ab. Vielmehr entscheidet die effizienteste Art der Kraftübertragung darüber, ob eine Maschinenachse hydraulisch oder mechanisch angetrieben wird. Wir müssen an dieser Stelle Hydraulik neu denken und auch zulassen.

**Synek:** „Hydraulik neu denken“ ist ein gutes Schlagwort. Bei Kunststoff-Spritzgießmaschinen hat es eine ähnliche Diskussion um die effizienteste Antriebstechnologie gegeben. Elektromechanische oder -hydraulische Antriebssysteme wurden in Vorhaben des Forschungsfonds Fluidtechnik im VDMA mit Unterstützung der Spritzgießmaschinen-Hersteller untersucht. Die Ergebnisse ließen einen objektiven Vergleich der Antriebssysteme zu: Abhängig vom Kunststoffteil und Prozess ist ein Entkoppeln nur bei temporär benötigten Antriebssystemen sinnvoll. Der Hybridantrieb, die Kombination elektrischer und hydraulischer Antriebsachsen, bietet Energieeinsparpotenziale. Für die Werkzeugmaschine eröffnet sich sicherlich auch ein noch nicht voll ausgeschöpftes Potenzial.

**Was halten die Maschinenhersteller von komplett geschlossenen Hydraulikachsen, die nur noch einen Elektroanschluss benötigen?**

**Pruschek:** Bei dieser Art einer hydraulikfreien Werkzeugmaschine geht es um bessere Montage- und Servicefreundlichkeit. Darüber wurde schon vor mehreren Jahren diskutiert. Im Zuge der Energieeffizienzdebatte brachte die Politik jedoch auch die Problematik des Medieneinsatzes und der Medienentsorgung in die Effizienzdebatte ein.

**Synek:** Der Begriff hydraulikfrei lässt zwei Interpretationen zu: Das Hydrauliksystem ist entweder substituiert oder ein modernes Hydroaggregat mit einer Öl-Lebensdauerfüllung – und mit Dichtungen und Verschraubungen, die dem Stand moderner Technik entsprechen. Der Maschinenbetreiber würde ein so beschriebenes Hydrauliksystem nicht mehr wahrnehmen, auch deshalb nicht, weil bei entsprechenden Einsatzbedingungen keine oder nur sehr überschaubare Wartungsarbeiten anfallen.

**Bauer:** Den Maschinenherstellern geht es doch um mehr Montage- und Servicefreundlichkeit. Dazu kommt der Preisdruck und eine zunehmend schwindende Hydraulikkompetenz im Maschinenbau – in der Entwicklung, Konstruktion, im Einkauf und After-Sales-Service. Eine Plug-in-Lösung mit Öl-Lebensdauerfüllung wird dieser Entwicklung gerecht. Zwar gibt es bereits solche gekapselten Aggregate, doch sind das Einzelfälle. Eine stärkere Verbreitung setzt aber eine enge Zusammenarbeit mit den Kunden voraus, weil diese Antriebe maßgeschneidert werden müssen.

**Roosen:** Mit Plug-in-Lösungen verlagert sich die Kompetenz für Fluidsysteme bei vielen Maschinenherstellern stärker zu den Systemanbietern. Hier kann Parker auf die Expertise für alle Disziplinen zurückgreifen. Bei Plug-in-Lösungen hat Parker den großen Vorteil, als Lieferant und Systempartner der Maschinenhersteller kundenspezifische Komplettlösungen anbieten zu können – unabhängig davon, ob man ein mechanisches, pneumatisches oder hydraulisches Antriebssystem haben will.

**Schmidt:** Letztendlich gibt es vier Hebel, um die Energieeffizienz von Antrieben zu steigern. Dies sind energieeffiziente Komponenten, bedarfsgerechte Energiebereitstellung, Energierückgewinnung und – ein besonders wichtiger Punkt – die Systembetrachtung. Hierbei möchten wir unsere Kunden bereits in der Konzeptphase beraten. Je früher der Hebel angesetzt wird, desto wirksamer ist er. Rexroth bündelt die Hebel in der 4EE-Systematik für seine Kunden.

**Zu welchem Ergebnis kommt man bei Spannsystemen unter der Voraussetzung, dass die vier Hebel angewendet werden?**

**Saylor:** Blickt man zurück auf die EMO 2011, wird klar, dass elektrisch betätigte Spannelemente nicht die hohen Drücke und Kräfte erzeugen können wie hydraulische. Wir befassen uns seit Langem mit dem Thema Energieeffizienz und haben für hohe Drücke und Kräfte noch kein elektromechanisches Pendant zur hydraulischen Spanntechnik gefunden, das zudem kostengünstig und platzsparend im Aufbau wäre.

**Schmidt:** Dennoch steckt in der Spannhydraulik Verbesserungspotenzial. So zeigte Rexroth auf der Hannover-Messe 2011 ein Spannsystem, das mit Schaltventilen Drücke und Positionen hochgenau regeln kann. Eingesetzt wird ein Wegesitzventil mit digital-elektrischer Ansteuerung. Die Regelgenauigkeit übertrifft die eines analogen Proportionalventils. Das Ansteuerprinzip ähnelt dem von ABS-Systemen in Automobilen.

*Das Round-Table-Gespräch moderierte MM-Redakteur Josef Kraus. Es wurde gemeinsam mit dem Fachverband Fluidtechnik im VDMA veranstaltet.*