



Bild: Lemacher Hydraulik

**MM** INFO**LGM-EINSATZ IN DER UMFORMTECHNIK**

■ Es ist möglich, einen **Pressenantrieb** mit einem LGM und vier Arbeitszylindern zu konzipieren, bei dem die Führungen des Stößels keine Umformkräfte mehr aufnehmen müssen. Es handelt sich dann um eine kippfreie Fahrweise bei exzentrischer Belastung in der Fläche, statt auf einer Linie, wie es bei bisherigen Lösungen der Fall ist.

■ Der Antrieb einer **Abkant- und Gesenkbiegepresse** ist ebenfalls ein Anwendungsfall für den Gleichlauf von Hydraulikzylindern. Auch hier kann durch den LGM ein Antrieb realisiert werden, der ohne aufwendige elektronische Regelung auskommt.

## KOLBEN IM GLEICHSCHRITT

Bisher war der Gleichlauf von Hydraulikzylindern nur mit geringer Genauigkeit oder mit hohem elektronischen Aufwand realisierbar. Ein **Linear-Gleichlaufmengenteiler** hingegen sorgt für eine synchrone Bewegung der Kolbenstangen mit einer hohen Genauigkeit.

Eduard Lemacher

**W**enn bei mehreren Hydraulikzylindern die Kolbenstangen absolut gleichzeitig fahren sollen, dann ist eine mechanische oder hydraulische Kopplung erforderlich. Ein Beispiel für die mechanische Kopplung findet man bei Containerfahrzeugen für Absetzcontainer. Die beiden Hebearme werden durch je einen Hydraulikzylinder gehoben und gesenkt. Beide Arme sind mit einer gemeinsamen Welle verbunden. Der Gleichlauf wird so mechanisch erzwungen. In diesem Beispiel handelt es sich um zwei Zylinder.

Doch bei mehr als zwei Zylindern wird eine mechanische Kopplung immer schwieriger und aufwendiger. Ist sie nicht mehr möglich oder nicht erwünscht,

Ing. grad. Eduard Lemacher ist Leiter der Abteilung Entwicklung bei der Lemacher Hydraulik in 65510 Idstein, Tel. (0 61 26) 5 01 94-10, info@lemacher-hydraulik.de

kommt lediglich eine hydraulische Lösung in Betracht. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, wie beispielsweise Stromteiler oder eine hydraulische Achse.

### MIT LINEAR-GLEICHLAUFMENGENTEILER HÖHERE GENAUIGKEIT ERREICHEN

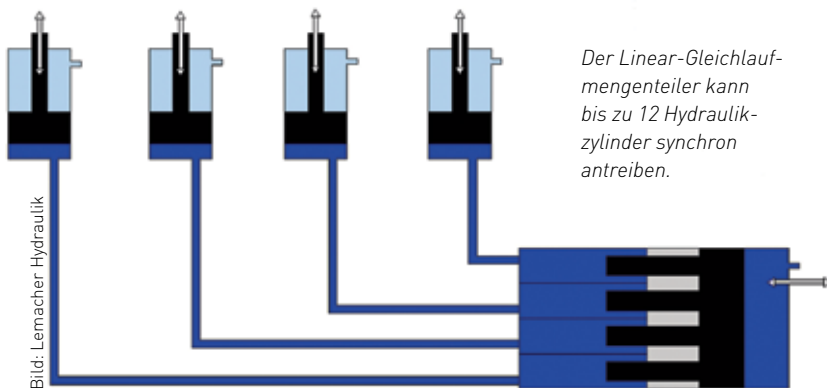
Die beste Lösung bieten in diesem Falle jedoch die Linear-Gleichlaufmengenteiler (LGM). Sie sind zum einen sehr genau (Gleichlauffehler < 0,2 %). Zum anderen arbeiten sie geräuschlos, umweltschonend und bieten zudem einen hohen Wirkungsgrad von 97 % bei 250 bar, sodass sie sich nur gering erwärmen. Mit ihnen lässt sich eine deutlich höhere Genauigkeit erreichen, als es mit Stromteilern möglich ist (3 bis 5 %) – vor allem bei einer unterschiedlichen Belastung der einzelnen Zylinder. Bei großen Zylindervolumen können zwei LGM im Tandemverfahren unter-



Der Linear-Gleichlaufmengenteiler sorgt dafür, dass auf hydraulische Weise mehrere Hydraulikzylinder synchron bewegt werden.

brechungsfrei den Hub ausführen. Bei mittleren und kleineren Zylindervolumen ist der LGM im Vorteil, weil Stromteiler bei diesen Zylindervolumen überfordert sind.

Eine Alternative zum LGM ist ein Regelsystem mit Wegmessung und Wegregelung mit Proportionalventilen. Allerdings kann ein solches System keine großen Kolbengeschwindigkeiten verarbeiten, weil die Proportionalventile wegen der Trägheit der zu bewegenden Ventiltile zu langsam sind. Der Aufwand für die Regeltechnik ist hoch. Außerdem ist bei kleinen Zylindern der Einbau von Wegsensoren schwierig bis unmöglich. Sind mehr als vier Zylinder beteiligt, steigt



Der Linear-Gleichlaufmengenteiler kann bis zu 12 Hydraulikzylinder synchron antreiben.

Schema Linear Gleichlauf Mengenteiler

der Aufwand steil an. Die Genauigkeit hängt von der Auflösung ab.

Von Nachteil ist des Weiteren, dass der Energieverbrauch im Vergleich zum LGM viel höher liegt. Wird einer der Zylinder stärker belastet, dann müssen die voreilenden Zylinder über Gegendruck zurückgehalten werden. Dieser Gegendruck ist kontraproduktiv und steigert den Energieverbrauch sowie die Ölerwärmung. Beim LGM hingegen erhöht sich der Druck am stärker belasteten Zylinder, der Druck am Hauptkolben steigt um einen entsprechenden Teilbetrag.

**PROBLEM: ZYLINDER BEWEGEN SICH NICHT GLEICHZEITIG, SONDERN CHAOTISCH**

Es gibt das Bestreben, Arbeitsprozesse zu beschleunigen. Damit lassen sich Stückzahlen erhöhen und Kosten reduzieren.

Wenn mehrere Hydraulikzylinder in einem Werkzeug verbaut sind, um Zusatzfunktionen auszuführen, dann stellt sich die Frage, in welcher Reihenfolge sich die Zylinder bewegen sollen. Wenn sie sich gleichzeitig bewegen sollen, dann ist nur ein Wegeventil erforderlich. Es tritt aber nun das Problem auf, dass sich die Zylinder nicht gleichzeitig, sondern chaotisch bewegen. Die Widerstände durch Reibung und Gegenkraft wechseln ständig, im Extremfall fahren alle Zylinder nacheinander. Beträgt die Kolbengeschwindigkeit bei Synchronlauf 10 cm/s, dann kann sie bei vier Zylindern die nacheinander fahren 40 cm/s betragen. Nach der Impulsleichung kinetische Energie  $E = m/2 \times v^2$  beträgt somit für

- Synchronlauf:  $E = m/2 \times 10^2 = m/2 \times 100$ ,
- Chaoslauf:  $E = m/2 \times 40^2 = m/2 \times 1600$ .

Die Energie beim Chaoslauf ist also 16-mal so groß wie beim Synchronlauf.

Bei sechs Zylindern ist bei

- Synchronlauf:  $E = m/2 \times 10^2 = m/2 \times 100$ ,
- Chaoslauf:  $E = m/2 \times 60^2 = m/2 \times 3600$ .

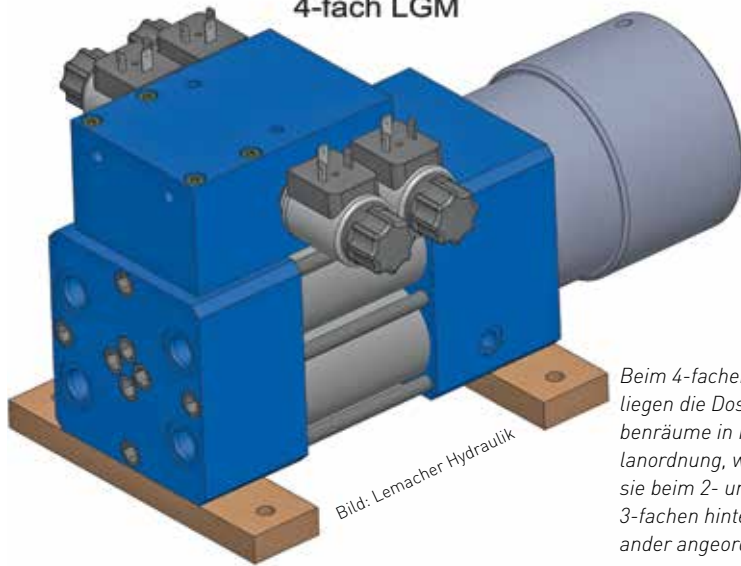
Dann ist die Energie beim Chaoslauf entsprechend 36-mal so groß wie beim Synchronlauf, bei 8 Zylindern schließlich 64-mal.

Die Folge der hohen Aufprallgeschwindigkeit ist vorzeitiger Verschleiß der Zylinder. Außerdem ist der Druck zum Beschleunigen der Masse auf die hohe Geschwindigkeit größer. Diese Druckspitzen treten jedes Mal auf, wenn ein Zylinder steht.

Damit bei größeren Kolbengeschwindigkeiten das Beschleunigen und Verzögern der Massen nicht ruckartig abläuft, sind mithilfe von Proportionalventilen Beschleunigungsprofile wie Rampen möglich. Bei chaotischer Fahrweise hat der Einsatz eines Proportionalventils keinen Sinn, weil die Zylinder nicht gleichzeitig starten. Es ist also eine Zwangsführung erforderlich, damit alle Zylinder wie ein einziger funktionieren, also synchron fahren.

Die Kraftdichte bei hydraulischen Antrieben ist unübertroffen und auch die Stärke der Hydraulik. Schon mit kleinen Kolbdurchmessern lassen sich große Kräfte erzeugen. Mechanische Zwangsführungen sind bei großen Kräften auf kleinsten Räumen schwierig oder gar nicht realisierbar. Das gilt besonders bei mehr als zwei Zylindern. Die bessere und oft einzige Lösung ist deshalb die hydraulische Zwangsführung. Für den Gleichlauf von zwei bis 16 Hydraulik-

## 4-fach LGM



Beim 4-fachen LGM liegen die Dosierkolbenräume in Parallelanordnung, während sie beim 2- und 3-fachen hintereinander angeordnet sind.

likzylindern bietet sich deshalb der Linear-Gleichlaufmengenteiler an, denn er ist geräuschlos, baut kompakt, arbeitet genau und benötigt nur einen geringen Verrohrungsaufwand.

Die Bauform des LGM ist abhängig von der Anzahl der Dosierkolbenflächen. Beim LGM 2-fach und 3-fach sind die Dosierkolbenräume hintereinander angeordnet (Reihenordnung), während sie beim LGM 4-fach nebeneinander liegen (Parallelanordnung). Ab 4-fach sind die Dosierkolbenräume eine Kombination aus Reihen- und Parallelanordnung.

### CHAOSSCHALTUNG FÜR DAS ANHEBEN VON UNEBENEN TEILEN EINSETZEN

Da der Weg oder Hub der Dosierkolben für alle gleich ist und auch die Dosiervolumen identisch sind, sind auch die Dosierkolbenoberflächen gleich. Die Summe der Dosierkolbenflächen entspricht der Hauptkolbenfläche.

Bei gleichem Druck auf Dosier- und Hauptkolbenfläche bewegen sich die Kolben nicht (wichtig für Chaosschaltung). Bei der Chaosschaltung bewegen sich die Zylinder abhängig von ständig wechselnden momentanen Reibwiderständen. Für einige Funktionen, wie Anfahren der Endlage, ist diese Schaltung erforderlich. Für das Anheben von unebenen Teilen kann die Chaosschaltung eingesetzt werden, um die Zylinder zur gleichmäßigen Anlage zu bringen und anschließend das Teil im Synchronlauf zu heben. Das gleiche Prinzip kann auch zum Anheben von Lasten durch mehrere, nicht exakt gleich lange Seilen angewendet werden. Die Seile werden in Chaosschaltung gespannt, dann wird die Last im Synchronlauf angehoben.

In der Regel werden die Dosierkolben hydraulisch angetrieben. Grundsätzlich kann der Hauptkolben aber auch mit einer Gewindespindel bewegt werden. Die Arbeitszylinder sind doppelwirkend und die Ringräume der Arbeitszylinder sind wie die Kolbenräume mit dem LGM verbunden. Beim Ausfahren der Arbeitszylinder fließt das Druckmittel aus den Ringkammern gemeinsam in die Kammer, die bei der Bewegung des Hauptkolbens entsteht. Die Gewindespindel

kann über ein Handrad oder motorisch angetrieben werden. Das System ist mit einem Speicher verbunden, der das Heben der Last unterstützt, das Senken der Last bremst und geringe Volumenunterschiede ausgleicht.

Bei unterschiedlichen Kräften am Arbeitszylinder entstehen auch unterschiedliche Drücke in den Dosierkammern. Flüssigkeiten sind kompressibel, wenn auch weniger als Gase. Unterschiedliche Drücke in den Dosierkammern verursachen also Kompressionsfehler. Die Kompressionsvolumen sind klein, für Präzisionsgleichlauf ist der Fehler ohne Ausgleich groß. Deshalb möchte man die Kompressionsfehler kompensieren. Könnte man den Kompressionsfehler um 90 % reduzieren, dann wären das 0,02 mm. Dieses Problem soll in zukünftigen Entwicklungen gelöst werden.

## MM ANTRIEBSTECHNIK IN KÜRZE

### TEILBARES RUNDTISCHLAGER



Meist werden Radial-Axial-Gleitlager komplett zusammengesetzt axial auf eine Fläche aufgeschraubt. Igus hat jetzt ein teilbares Iglidur-Polymer-Rundtischlager (PRT)

entwickelt. Im Gegensatz zu den gewohnten PRT konnte für diese Sonderlösung nicht die üblichen Gleitelemente verwendet werden. Stattdessen kommt das schmierfreie Tribo-Tape aus Iglidur A160 zum Einsatz.

[maschinenmarkt.de](http://maschinenmarkt.de) Suche „Igus Rundtischlager“

### SPEZIALLAGER FÜR GYROSKOP

Franke zeigte auf der Paris Air Show ein gyroskopisch gelagertes Kameragehäuse aus hochfestem Aluminium und Karbon des Herstellers Shotover. Damit entstehen, an Helikoptern befestigt, spektakuläre Kamerafahrten für Film und Fernsehen. Alle Rotationsachsen des Gyroskops sind mit Speziallagern von Franke bestückt, die sowohl die hohen Beschleunigungskräfte während der Flugbewegungen ruckfrei kompensieren als auch unempfindlich gegenüber Vibrationen und Temperaturschwankungen reagieren.

[maschinenmarkt.de](http://maschinenmarkt.de) Suche „Franke Gyroskop“

### UMRICHTER FÜR MOTORSPINDELN



Mit dem kompakten Tischumrichter Easy Drive TV 4504 und dem Einplatinen-Umrichter Easy Drive 4310 in Open-Frame-Ausführung bietet Sycotec nun zwei

neue Hochfrequenzumrichter zum Ansteuern von Synchron- und Asynchron-Motorspindeln an. Sie besitzen eine Nennausgangsleistung von 400 VA sowie eine Ausgangsfrequenz von maximal 100.000 min<sup>-1</sup>.

[maschinenmarkt.de](http://maschinenmarkt.de) Suche „43472671“