

antriebstechnik

WISSEN SCHAFFT IDEEN

10

Oktober 2024
€ 16,50

Organ der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V.

HYBRIDE KONZEPTE

Elektrohydrostatische Antriebssysteme
für mehr Effizienz und Dynamik

MOOG
SONDERDRUCK





2001

2010

2011

2016

2020

2023

Radial Piston
Pump (RKP)

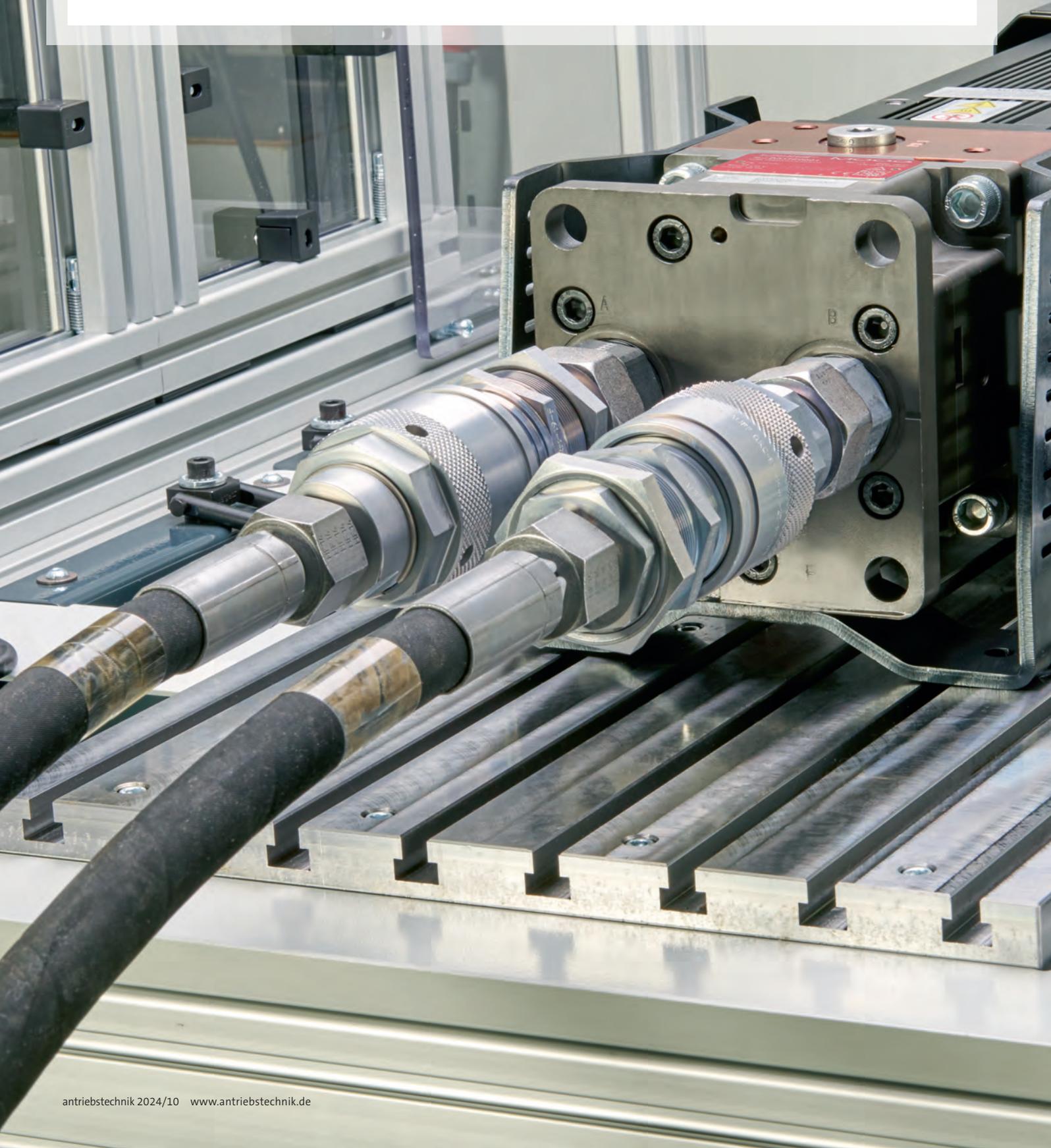
Speed Controlled
Pump (SCP)

Electrohydrostatic
Actuator (EHA)

Electrohydrostatic
Pump Unit (EPU)

Electrohydrostatic
Actuation System (EAS)

Electrohydrostatic
Pump System (EPS)





MOOG

VOM FLUGZEUG BIS ZUR INDUSTRIEMASCHINE

ELEKTROHYDROSTATISCHE ANTRIEBE – EINE GESCHICHTE VOLLER INNOVATION

Hier zählen Leistungsdichte und Dynamik: Seit mehr als 15 Jahren treibt Moog die Entwicklung energieeffizienter elektrohydrostatischer Antriebe für eine Vielzahl von Anwendungen voran. Die neueste Entwicklung ist die kompakte Elektrohydrostatische Pumpeneinheit EPU-G. Anlässlich der Markteinführung auf der Euroblech im Oktober gibt dieser Artikel einen Überblick über die wichtigsten Meilensteine und Lösungen auf diesem Gebiet. Auch die technologischen Vorteile eines Umstiegs auf elektrohydrostatische Systeme werden differenziert erläutert.

Nicolas Nitsche, Senior Product Marketing Manager,
Moog Holding GmbH & Co. KG, Böblingen

Elektrisch, hydraulisch und mechanisch: Elektrohydrostatische Antriebe (EHA) wandeln mehrere Energieformen um. Ein elektrischer Servomotor treibt eine bidirektionale, drehzahlvariable Pumpe an, die mit den beiden Kammern eines Hydraulikzylinders verbunden ist. Abhängig von der Pumpendrehzahl und dem so bereitgestellten Volumenstrom wird die Zylindergeschwindigkeit beim Ein- und Ausfahren vorgegeben. Der Energie- oder Leistungsbedarf ist lastabhängig. Prinzipbedingte Verluste treten dabei nicht auf.

Ein solcher Antrieb kann in eine sehr kompakte Einheit integriert werden, deren Hydraulik in sich vollständig geschlossen ist. Traditionell getrennte Komponenten für hydraulische Antriebslösungen werden integriert, wodurch Schläuche, Kupplungen und Hydraulikaggregate (HPU) entfallen. Dies sind nur die offensichtlichen Vorteile der Technologie.

Herzstück ist der hydrostatische Antrieb, der aus einer Pumpe und einem Servomotor besteht. Der Antrieb ist in verschiedenen Ausführungen und Größen erhältlich und kann mit Steuerblöcken und Aktuatoren kombiniert werden, um einen optimal angepassten EHA zu realisieren.

Seit den 1980er-Jahren werden EHAs von Moog in der Luft- und Raumfahrtindustrie eingesetzt. Sie positionieren zum Beispiel Tragflächenklappen, Fahrwerke und Rudersteuerungen. Als einer der ersten Entwickler und Hersteller von EHAs für die Luft- und Raumfahrtindustrie verfügt das Unternehmen über eine sehr große Expertise und viel Erfahrung in diesem Bereich.

LÖSUNGEN FÜR DIE INDUSTRIE

Sein erstes EHA speziell für Industriemaschinen brachte Moog im Jahr 2011 auf den Markt. Das Produktportfolio wurde kontinuierlich erweitert. Der Hersteller bietet heute verschiedene EHA-Lösungen für unterschiedliche Anforderungen. Darunter die Elektrohydrostatische Pumpeneinheit (EPU), das Elektrohydrostatische Pumpensystem (EPS) sowie verschiedene lineare oder kundenspezifische Elektrohydrostatische Antriebssysteme (EAS). Bis heute wurden mehr als 1.000 elektrohydrostatische Antriebe von Moog bei über 100 Maschinenherstellern und -betreibern weltweit ausgelegt und realisiert.

PUMPENEINHEIT ALS HERZSTÜCK

Die EPU ist mit konstanter, variabler oder ventilgeregelter Förderstromverstellung erhältlich und überzeugt durch ihr kompaktes Design und eine Schnittstelle zur direkten Montage an einem Steuerblock. Dies minimiert den Platzbedarf auf jeder Achse. Wesentliche Vorteile der Technologie sind:

- hohe Energieeffizienz
- Umweltfreundlichkeit durch geringen Ölbedarf
- Vier-Quadranten-Betrieb spart Regelventil
- Hohe Kraftfähigkeit



01 Elektrohydrostatische Pumpeneinheit (EPU)

Beim EPS wird die EPU durch einen Standard-Steuerblock mit Speicher ergänzt. Es wird als System ohne Aktuator angeboten und kann direkt in bestehende oder neue Maschinenkonzepte und Anwendungen integriert werden.

Das EPS kann sowohl im geschlossenen als auch im halb-offenen Kreislauf betrieben werden. Es ist mit einer Konstantpumpe ausgestattet, deren Verdrängungsvolumen optional über ein Schaltventil reduzierbar ist. Dadurch kann eine optimale Leistungsausbeute des Motors erreicht werden. Drei Motorleistungsklassen und drei Motorkühlprinzipien stehen dabei zur Auswahl. Eingesetzt wird das EPS unter anderem in Tiefzieh- und Stanzkissen, Prüfständen und Simulationsplattformen, der Metallumformung und Pressen sowie Blasform- und Spritzgießmaschinen.

Das EPS kann äußerst flexibel in bestehende Anwendungen integriert werden, wenn die Zylinder sehr tief oder fix in die Maschinenstruktur integriert sind. Da das EPS sowohl mit Gleichgang- als auch Differentialzylinder betrieben werden kann, ist es bei Kunden beliebt, die einen eigenen Standardzylinder im Portfolio anbieten oder in der Maschine verbaut haben.

MODULAR UND HOCHINTEGRIERT

Die verschiedenen EAS von Moog basieren auf der EPU und integrieren optionale Komponenten wie Drives, Steuerblöcke, Zylinder und Speicher. Diese Systeme sind modular aufgebaut und bieten eine hohe Flexibilität und Skalierbarkeit. Ein EAS hat zahlreiche Vorteile, die es ideal für anspruchsvolle Anwendungen machen:

- hohe Kraftfähigkeit und Leistungsdichte
 - Überlastfähigkeit
 - geringe Geräuschemission
 - 90 Prozent geringeren Ölbedarf gegenüber Standardsystemen
 - reduziertes Ausfallrisiko und schnelle Wartung durch weniger Komponenten
 - hohe Systemdynamik dank niedriger Massenträgheit der EPU
 - reduzierter Energieverbrauch durch Energierückgewinnung im Vier-Quadranten-Betrieb
 - weitere Effizienzgewinne durch zusätzliches Energiemanagement
 - Dezentralisierung macht große Hydraulikaggregate (HPU) obsolet und senkt die Kosten für Rohrleitungen und Installation
- Das Compact EAS ist zur Erzeugung linearer Bewegungen für alle industriellen Anwendungen konzipiert, die eine besonders kompakte Lösung mit hoher Leistungsdichte und Dynamik erfordern. Als hochintegriertes und geschlossenes System besteht es aus Servomotor, zwei 2-Quadranten-Innenzahnradpumpen, Steuerblock und Standardzylinder. Die integrierte Innenzahnradpumpe ist auf das Flächenverhältnis des Zylinders abgestimmt. Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung werden ohne Wege- oder Proportionalventile gesteuert.

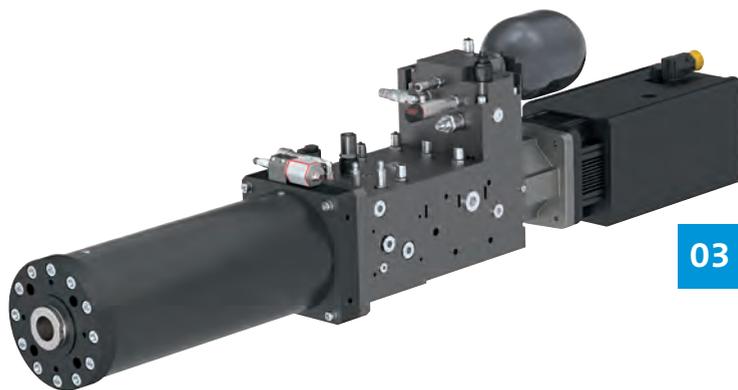
ENERGIE INTELLIGENT MANAGEN

Moog kombiniert bei seinen EAS die am besten geeignete Einspeisung mit Speichereinheiten, um die installierte Leistung deutlich zu reduzieren. Zusammen mit dem Wirkungsgradgewinn und der Lastspitzenkappung erreichen hydraulische Maschinen so eine neue Attraktivität. Die Reduzierung der installierten Leistung führt zu einer signifikanten Senkung der Energie- und Betriebskosten. Dies umfasst ebenso die In-line-Komponenten bis hin zum Transformator (Spitzenlastreduktion). Gleichzeitig wird die Belastung elektronischer Komponenten verringert und damit ihre Lebensdauer erhöht. Durch Energiespeicherung und die Minimierung von Verlusten wird die Maschineneffizienz signifikant gesteigert. Und dank des modularen Ansatzes kann Moog für jede Anwendung die passende Energiezufuhr und den geeigneten



02

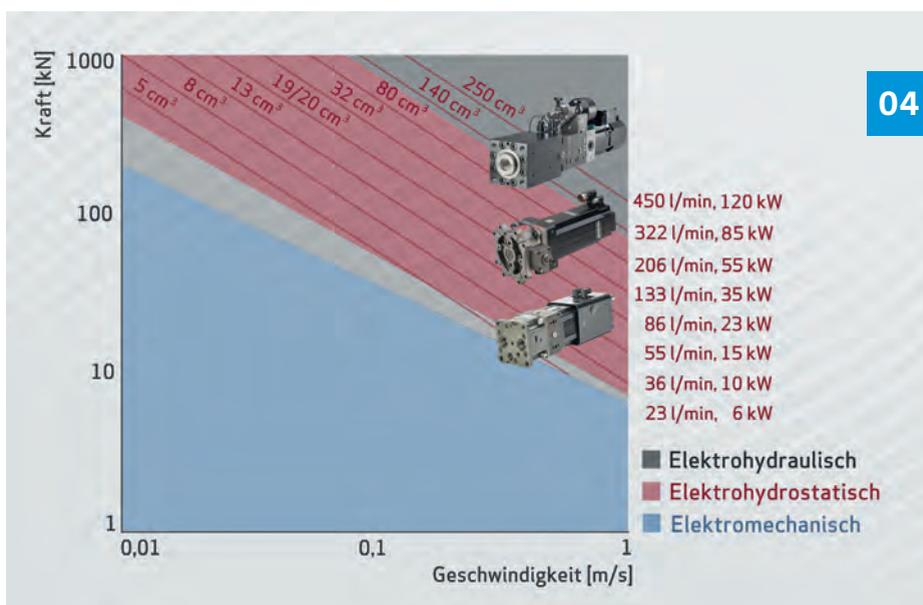
02 Elektrohydrostatisches Pumpensystem (EPS)



03

03 Elektrohydrostatische Antriebssysteme (EAS) bieten eine hohe Dynamik und Leistungsdichte

04 Leistungsbereich elektrohydrostatischer Antriebe im Vergleich mit rein elektromechanischen und elektrohydraulischen Lösungen



04

Speichertyp anbieten. Zudem kann diese Technologie auch in elektromechanischen Betätigungssystemen eingesetzt werden.

Für eine einfache Integration besonders wichtig: Mit dem EAS Control Software Modul können alle erforderlichen Steuerungsfunktionen für das EAS abgedeckt werden, die oftmals noch von teils veralteten Hardwarekomponenten übernommen werden. Es kann in diverse SPS-Anwendungen integriert werden, wie zum Beispiel Codesys V3.5, TwinCAT-3 oder Siemens TIA-Umgebungen. Der Servomotor erhält die Sollwerte für die Drehzahlregelung von der übergeordneten SPS, welche das Software-Modul enthält. Mithilfe eines Positionssensors und von Drucksensoren steuert die Software die Drehzahlregelung präzise.

HERBST-NEUHEIT FÜR NOCH MEHR DYNAMIK

Die Elektrohydrostatische Pumpeneinheit EPU-G ist mit einer 4-Quadranten-Innenzahnradpumpe und einem hochdynamischen Servomotor ausgestattet. Konzipiert ist sie für Anwendungen mit Volumenströmen von 20 bis 85 l/min und Druckstufen bis zu 345 bar.

Der drehzahlvariable Power-on-Demand-Betrieb der EPU-G reduziert die Geräuschemissionen bei Teillast, senkt den Energieverbrauch und somit die Betriebskosten. Mit hoher Dynamik, geringer Trägheit und minimaler Pulsation verbessert die Pumpeneinheit die Gesamtleistung der Maschine.

Die EPU-G erfüllt die Anforderungen an Komfort, Modularität, Elektrifizierung, Energieeffizienz, Robustheit, Wartungsfreund-

lichkeit und Nachhaltigkeit. Ihr kompaktes Design und die reduzierte Komplexität erleichtern die Handhabung und Integration, ohne dass umfangreiche hydraulische Fachkenntnisse erforderlich sind.

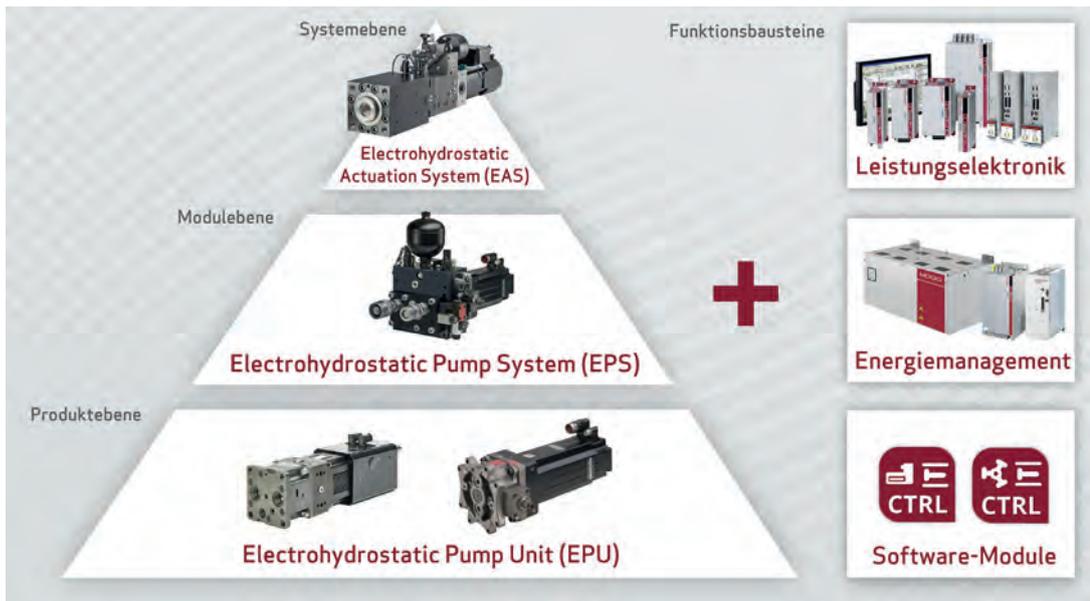
Die Einführung erfolgt im Oktober 2024 mit den Nenngößen 13 und 20 cm³ auf der Fachmesse Euroblech. Die Nenngößen 5 und 8 cm³ folgen im nächsten Jahr. Damit ergänzt die EPU-G die bestehende EPU-Produktpalette, die von 19 bis 250 cm³ reicht.

Mit der Einführung der 4-Quadranten-Innenzahnradpumpe bildet Moog nun ein umfangreiches Portfolio verschiedener elektrohydrostatischer Produkte und Systeme im Leistungsbereich von 5 bis 120 kW ab, die sowohl für hohen Kraftaufbau als auch für schnelle Fahrgeschwindigkeit geeignet sind – von der Kompaktheit über modulare Teilsysteme bis hin zu Komplettlösungen.

UMRÜSTEN LOHNT SICH

Die Argumente für einen Umstieg auf elektrohydrostatische Systeme liegen auf der Hand. Dezentrale Antriebstechnologie ohne Ventile macht schwere und raumfüllende Hydraulikaggregate überflüssig, wodurch die Ölmenge um bis zu 90 Prozent verringert werden kann.

In einem geschlossenen System, wie etwa dem Compact EAS, entfallen zusätzlich die Schläuche und Verrohrung der Hydraulik, wodurch die Installation und Wartung um durchschnittlich zwei Tage verkürzt werden können. Durch einen Wegfall der Zen-



05 Moog bietet ein umfassendes Produkt- und Lösungsportfolio für elektrohydraulische Antriebe

trahydraulik lassen sich die Aufstellfläche und das Gewicht der Anlage um 30 bis 50 Prozent reduzieren. Für Maschinenhersteller und Systemintegratoren eröffnen sich dadurch neue Möglichkeiten für die Konstruktion und Integration in kleine Bauräume. Eine Verschlankung des Hydrauliksystems vereinfacht die Anlagen- und Montageplanung und reduziert potenzielle Fehler- und Leckagequellen an den Anschlüssen. Dies erhöht wiederum die Zuverlässigkeit und Wartungsfreundlichkeit.

Die kupplungsfreie Verbindung zwischen Servomotor und Hydraulikpumpe bildet eine robuste Einheit mit hoher Steifigkeit. Gegen äußere Stöße ist sie unempfindlich und arbeitet im Dauerbetrieb praktisch verschleißfrei.

Durch den Umstieg von servohydraulischen auf elektrohydraulische Antriebe werden Leistungsverluste um ein Vielfaches reduziert, da die im Ventil anfallenden Drosselverluste durch eine drehzahlvariable 4-Quadranten-Pumpe ersetzt werden. Diese wird nur betrieben, wenn tatsächlich Leistung benötigt wird oder anfällt. Als direkte Folge reduziert sich der Energiebedarf um bis zu 60 Prozent und somit die Betriebskosten der Anlage.

In Verbindung mit einem Energiemanagementsystem kann die 4-Quadranten-Pumpe in den letzten beiden Quadranten als Generator verwendet werden, wodurch bis zu 30 Prozent Energie rückgespeist und eingespart werden können. Je nach Zyklus und Energiebedarf des Prozesses kann dadurch die Gesamteffizienz der Maschine um 90 Prozent erhöht werden. Dank der automatischen Kappung von Lastspitzen (Peak Shaving) ist es zudem möglich, Komponenten der Leistungselektronik zu verkleinern und die Anschlussleistung zu reduzieren.

In der Regel rechnet sich der Umstieg von servohydraulischen auf elektrohydraulische Antriebe für Maschinenbetreiber innerhalb weniger Jahre. Durch eine drastische Verringerung der Wartungs- und Energiekosten über den laufenden Betrieb reduzieren sich die Gesamtbetriebskosten, sodass sich die Umrüstung der Antriebstechnologie nach wenigen Jahren amortisiert hat.

Was langfristig bleibt, ist ein zukunftsfähiges und hocheffizientes Hybrid-Antriebssystem, das die Vorteile der Hydraulik und der Elektromechanik in sich vereint.

Bilder: Moog

www.moog.com

DIE IDEE



„Als neuestes Produkt des stetig wachsenden elektrohydraulischen Portfolios stellt Moog zur diesjährigen Euroblech in Hannover eine kompakte Elektrohydraulische Pumpeneinheit (EPU-G) in den Nenngrößen 13 und 20 cm³ vor, die auf einer 4-Quadranten-Innenzahnradpumpe und einem Servomotor der HD-Serie basiert. Die Markteinführung der EPU-G markiert einen weiteren Meilenstein in der Erweiterung des EPU-Produktangebots und ist ein Beleg für die Technologieführerschaft von Moog im Bereich drehzahl geregelter Pumpen und zukunftsfähiger Antriebssysteme.“



Nicolas Nitsche, Senior Product Marketing Manager, Moog Holding GmbH & Co. KG, Böblingen