

**Hohe Kraftdichte,
elektrische Ansteuerung:**

Wie autarke Achsen Maschinen und Anlagen optimieren.

Autarke Achsen wurden ursprünglich für anwendungsspezifische Linearbewegungen erfunden. Als standardisierte Systemlösungen halten die elektrohydraulischen Linearantriebe nun Einzug in die branchenübergreifende Praxis. Welche Lösungsansätze gibt es und welche Vorteile ergeben sich daraus für Maschinenbauer und Endanwender?

Die Trends sind eindeutig: Maschinen und Anlagen sollen immer kompakter, einfacher und kostengünstiger werden. Gleichzeitig steigt der Bedarf nach Energieeffizienz und Prozesssicherheit und der Wunsch nach Elektrifizierung und Modularisierung. Wie lassen sich all diese Anforderungen im Sinne eines zukunftsfähigen Maschinendesigns für Linearbewegungen umsetzen? Einen interessanten Weg zeigen autarke Achsen auf, die mit weniger Flächenbedarf, kleinerem Ölvolumen und ohne Hydraulik-Knowhow dezentrale Infrastrukturen mit elektrischer Ansteuerung erlauben.

Dank ihres gekapselten Hydraulikgetriebes stellen autarke Achsen eine einfach anwendbare, robuste und langlebige Alternative zur elektromechanischen Achse dar. Die bisherigen Grenzen bezüglich Kühlung, Leistungsdichte, und Lebensdauer werden neu definiert. Einige Branchen haben dieses Potential früh erkannt und entsprechende Lösungen eingeführt.

WARUM WURDEN AUTARKE ACHSEN ENTWICKELT?

Technisch betrachtet ist eine autarke Achse ein elektrohydrostatischer Stellantrieb. Die wesentliche Motivation für ihre Entwicklung besteht vor allem darin, konventionelle Hydrauliksysteme durch in sich geschlossene Linearantriebe zu ersetzen, die ausschließlich mit elektrischer Energie betrieben werden. Da autarke Achsen ihre eigene Pumpe enthalten, machen sie separate Hydraulikkomponenten und -schläuche überflüssig.

Auf diese Weise lassen sich Systemarchitekturen vereinfachen, während die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Linearbewegungen steigen.

Ursprünglich entwickelt wurde die Technologie für die Luft- und Raumfahrtindustrie um mittels hydrostatischer Aktuatoren redundante Systeme wie Steuerflächen oder

Fahrwerke zu steuern. Angesichts der hohen Kraftdichte auf kleinstem Bauraum und dem elektrischen Betrieb der gekapselten Hydraulik hat sich das Erfolgsmodell auf weitere Branchen ausgedehnt. So sind etwa in der Prozessindustrie hydrostatische Aktuatoren zur dezentralen Steuerung von Absperr- und Regelventilen verbreitet.

Auch in weit-verzweigten Steuerungsarchitekturen wie Chemieanlagen und Produktionssystemen haben sich autarke Achsen bewährt. Denn im Gegensatz zu einer zentralisierten Hydraulikversorgung lassen sich Strom- und Steuerkabel auch über weite Entfernungen wirtschaftlich verlegen, sogar zu einer Produktionsanlage am Meeresboden. Weitere Anwendungsfälle finden sich in der Kraftwerkstechnik. Dort regeln die Aktuatoren beispielsweise die Gaszufuhr der Turbinen und sind dabei nicht selten die einzige hydraulische Funktion.

Besonderen Einbausituationen lösen autarke Achsen unter anderem in Schweißmaschinen, beim kontrollierten Fügen oder – mit aufgelöster Systemarchitektur – in Ringwalzwerken der Stahlindustrie. Und auch die Lebensmittelindustrie greift inzwischen auf Linearantriebe mit hermetisch abgeschlossenem Hydraulikgetriebe zurück, wenn etwa beim „Foodshaping“ gefrorene Fischblöcke in Form gepresst werden.

WELCHE LÖSUNGSMUSTER LASSEN SICH ERKENNEN?

Wie die genannten Beispiele zeigen, sind die Anforderungen in den einzelnen Industriezweigen unterschiedlich gelagert. Während in der Prozessindustrie die Dezentralisierung über weite Entfernungen im Vordergrund steht, dominieren im Flugzeugbau die Themen Redundanz, Elektrifizierung und Energiedichte. In der Industrie und Schwerindustrie geht es dagegen verstärkt um Effizienzsteigerung, Kontrollierbarkeit und Prozessoptimierung, aber auch um die Überwachung mithilfe integrierter Sensorik und den einfachen Datenaustausch mit übergeordneten IT-Systemen.

In der Lebensmittelbranche wiederum spielen die besonderen Anforderungen bezüglich Reinheit, Hygiene und Abriebfreiheit eine wesentliche Rolle.

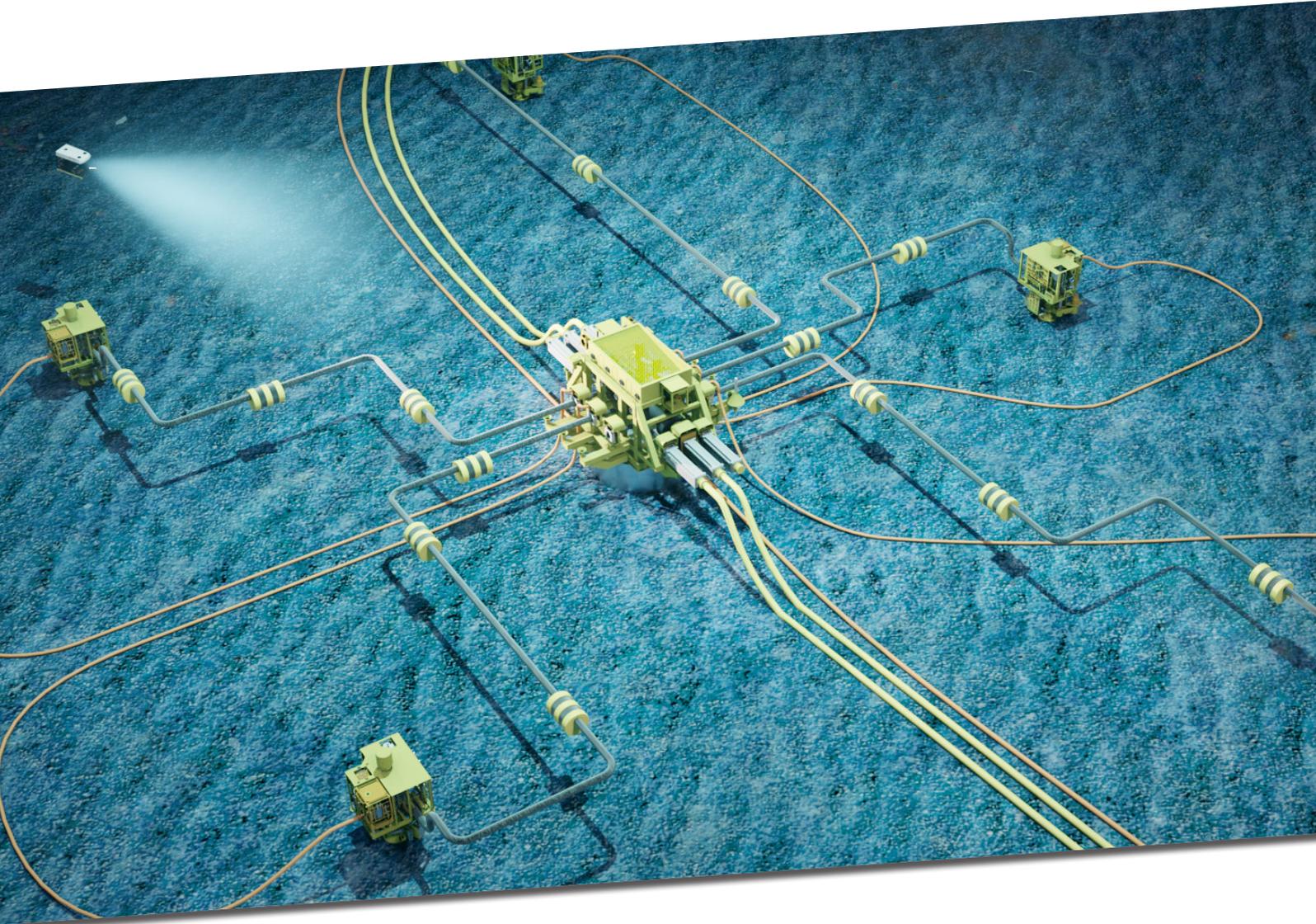


▲ **Hochkompakte autarke Achse für vielzählige neue Anwendungsfelder im Leistungsbereich bis 6,2 kW. Verfügbar ab Mai 2022.**

i Was ist eine autarke Achse?

Autarke Achsen haben es in sich: Sie konzentrieren Elektromotor, Pumpe und Hydraulikzylinder zusammen mit wichtigen Steuerungsfunktionen und Absperr-einrichtungen in einem kompakten, hermetisch geschlossenen System. Durch den elektrohydraulischen Aufbau in Verbindung mit moderner Umrichter- und Steuerungstechnik, lassen sich Linearbewegungen und Kräfte exakt und einfach regeln. Wird keine Leistung benötigt, steht der Motor still. Anliegende Lasten bzw. Kräfte stützen sich auf den integrierten Sperrventilen ab.

Das Ergebnis dieser Power-on-Demand-Steuerung: minimaler Stromverbrauch und damit am Ende geringere CO₂-Emissionen im Gesamtprozess. Ihre vielfältigen Vorteile qualifizieren autarke Achsen nicht nur als modernen Ersatz für Hydraulikzylinder mit Zentralaggregat, sondern auch als langlebige und wartungsfreie Alternative für elektromechanische Linearantriebe.



Trotz spezifischer Unterschiede zeigen die Lösungsmuster viele übergreifende Vorteile, die sich für ein breites Anwendungsspektrum nutzen lassen. So lässt sich etwa der im Vergleich zur konventionellen Hydraulik geringere Energieverbrauch für die Bestandsoptimierung nutzen. Erhalten bestehende Maschinen und Anlagen ein Upgrade mit moderner, dezentraler Elektrohydraulik, verbessert der geringere Stromverbrauch indirekt auch die CO₂-Bilanz. Denn autarke Achsen verwenden anstelle verlustbehafteter Ventile eine Verdrängersteuerung mit drehzahlvariablem Antrieb. Im Vergleich zum konventionellen Design mit Zentralaggregat verringert sich der Energiebedarf dadurch je nach Anwendungsfall um bis zu 80 Prozent. Die integrierte Lösung aus drehzahl-

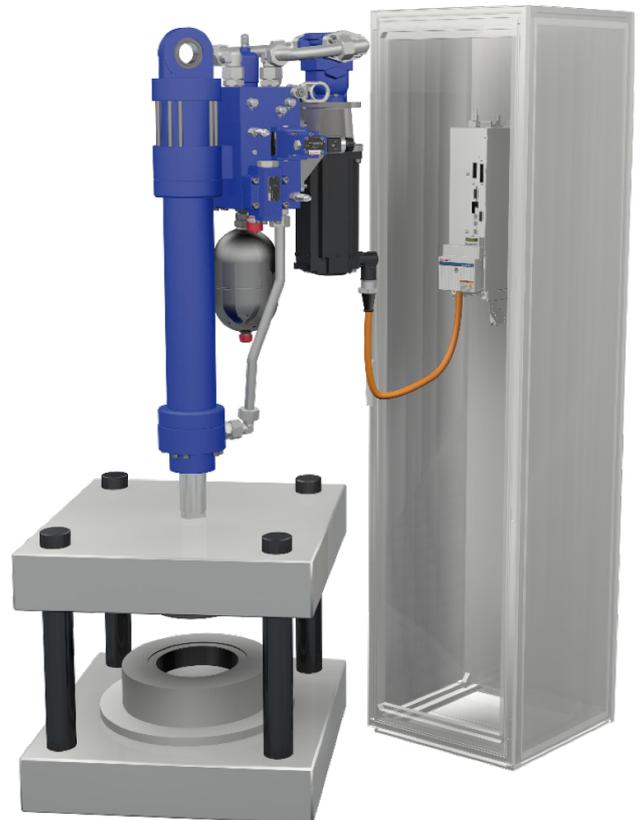
▲ Unterwasser-Produktionssysteme nutzen Subsea Valve Actuators (SVAs) zur Steuerung von Prozessventilen. Die elektrisch versorgten SVAs erreichen im Vergleich zu rein hydraulischen Antrieben eine höhere Sicherheitsleistung und sind zudem deutlich zuverlässiger, energieeffizienter und nachhaltiger.

variablem Antrieb, Hydraulikzylinder sowie Steuerungsfunktionen und Absperreinrichtungen ist auf die spezifische Anwendung abgestimmt und kann den Leistungsbedarf in jedem einzelnen Prozesspunkt exakt bedienen. So konnte beispielsweise die Technische Universität Dresden in einem Pilotprojekt mit einer Tiefziehpresse nachweisen, dass sich beim Ziehkissen bis zu 40 Prozent Energie einsparen lässt.¹

¹ https://www.researchgate.net/publication/327764790_Steigerung_der_Energieeffizienz_Verdrangersteuerung_senkt_den_Energiebedarf_hydraulischer_Tiefziehpressen

Durch den Einsatz autarker Achsen gelingt es Maschinenbauern und Anwendern, den wachsenden Mangel an Hydraulikfachkräften teilweise zu kompensieren. Da sich autarke Achsen vergleichbar ansteuern lassen wie elektromechanische Linearantriebe, bleibt die Steuerungsarchitektur im Engineering gleich. Die Inbetriebnahme ist ebenfalls einfach und erfordert anschlussseitig nur ein Leistungs- und Steuerkabel sowie Signal- und Ansteuerungsleitungen für Sensorik und Ventile.

In vielen Anwendungen treten kompakt gebaute autarke Achsen auch an die Stelle eines elektromechanischen Linearantriebs. Entweder, um strengere Vorgaben bezüglich des Bauraums zu erfüllen und bezogen auf die Gesamtlänge der Achse mehr Zylinderhub zu ermöglichen, oder um die Laufleistung und Nutzungsdauer zu optimieren, da im Vergleich zur Elektromechanik die Hertzsch Pressungen² nicht ins Gewicht fallen. Darüber hinaus kann das gekapselte hydrostatische Getriebe auch den Wartungsaufwand senken, weil keine separate Schmierung oder externe Zuführung von Schmiermitteln nötig ist.



▲ Pressenanwendung mit autarker Achse, modular zusammengestellt aus einem Systembaukasten an elektrischen und hydraulischen Serienkomponenten.

WIE WERDEN AUTARKE ACHSEN ZUM ANWENDBAREN PRODUKT?

In Anbetracht des breiten Spektrums an Anwendungen, die von autarken Achsen profitieren, stellt sich die Frage, wie sich aus dem jeweils ähnlichen Lösungsmuster standardisierte Produkte generieren lassen, die sich möglichst einfach auswählen, anpassen und in Betrieb nehmen lassen. Eine wesentliche Voraussetzung dafür stellt die Ansteuerung der autarken Achse durch gängige Frequenzumrichter dar. Eine zweite Bedingung für eine universell anwendbare Systemlösung bildet eine breite Auswahl an normgerechten Zylindern, geräuscharmen Hydraulikpumpen und je nach Anwendungsfall fein regelbaren Servomotoren.

Im Sinne eines effizienten Engineerings sollten sich autarke Achsen einfach auswählen, konfigurieren und möglichst einbaufertig bestellen lassen. Bezüglich der Installation ist zu erwarten, dass sie ohne Verrohrung,

Schläuche und Fluidtanks auskommt. Die Inbetriebnahme sollte lediglich elektrisches und steuerungstechnisches Wissen bezüglich Leistungs- und Signalverarbeitung voraussetzen. Eine weitere Anforderung betrifft das Monitoring, für welches ein standardisiertes Produkt mindestens die Sensorik, bei Bedarf aber auch die komplette Konnektivität mitbringen sollte.

Andererseits gibt es in vielen Branchen aber auch spezifische Anforderungen, die keine umfassende Standardisierung mit Katalogprodukten zulassen. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn es darum geht, sehr große Kräfte, überlange Hübe, besondere Lastverhältnisse und Arbeitsfunktionen oder bestimmte Bauformen umzusetzen. Doch auch diese Fälle lassen sich mitunter kosteneffizient mit leicht angepassten, im Kern jedoch standardisierten Komponenten realisieren.

² Unter der Hertzsch Pressung (nach dem deutschen Physiker Heinrich Hertz) versteht man die größte Spannung, die in der Mitte der Berührungsfläche zweier elastischer Körper herrscht.

AUTARKE ACHSEN VON BOSCH REXROTH

Autarke Achsen von Bosch Rexroth sind so konzipiert, dass sie über den gesamten Lebenszyklus einen größtmöglichen Mehrwert bieten – vom kompakten Design mit rein elektrischer Ansteuerung und offenen Schnittstellen über den energieeffizienten und leisen Betrieb bis hin zu einer langen und wartungsarmen Nutzungsdauer.

Durch die modulare Plug & Produce Lösung **CytroForce** werden autarke Achsen zum einfach konfigurierbaren, anwendbaren und servicearmen Out-of-the-Box-Produkt mit integriertem Regelsystem und Connectivity-Modul bis hin zur Erweiterung von Sicherheitsfunktionen. Achsspezifische Fenster in der IndraWorks Software verkürzen die Inbetriebnahme.

In der Leistungsklasse bis 6,2 kW erschließt **CytroMotion** die Vorteile autarker Achsen für zahlreiche neue

Anwendungsfelder. Standardisierte Schnittstellen erlauben den Anschluss marktüblicher Frequenzumrichter und Steuergeräte. Über integrierte Drucksensoren lassen sich Prozesskräfte einfach ermitteln und innere Systemparameter überwachen.

Kunden- und branchenspezifische Lösungen realisiert Bosch Rexroth effizient mithilfe eines modularen Systembaukastens für **servohydraulische Achsen SHA**. Die aus Standardbausteinen zusammengestellten autarken Achsen kombinieren einen drehzahlvariablen Servoantrieb bedarfsgerecht mit Steuerblock, Hydraulikzylinder, Sicherheitsventilen und Sensoren. Für besondere konstruktive Anforderungen lässt sich der intelligente Selbstversorger für kraftvolle Aufgaben auch in aufgelöster Bauweise realisieren. Dank des breiten Portfolios an elektrischen und hydraulischen Serienkomponenten ist die SHA in Leistung und Funktion skalierbar.

Stellen Hersteller ein umfassendes Portfolio an hochintegrierten Komplettsystemen, standardisierten Baugruppen und kundenspezifisch gefertigten Lösungen wie Steuerblöcken und Zylindern bereit, lassen sich Maschinen und Anlagen mit einem minimalen Maß an Eigenengineering konstruieren und umsetzen.

Als gemeinsame Basis für ein möglichst breites Anwendungsspektrum sollte das Portfolio an autarken Achsen übergreifend eine hohe Dichtigkeit gegen Leckage aufweisen, sich einfach über elektrische Anschlüsse ansteuern lassen und möglichst wartungsarm bis wartungsfrei sein.



▲ **Einfache Konfiguration, optimaler Prozess: modulares Komplettsystem mit integriertem Regelsystem, Connectivity-Modul und optionalen Sicherheitsfunktionen.**

STANDARDISIERUNG BRINGT AUTARKE ACHSEN WEITER VORAN

Als standardisierte Lösungen mit rein elektrischer Ansteuerung und gekapselter Hydraulik eröffnen autarke Achsen Maschinenherstellern und Endanwendern ein breites Anwendungsspektrum. Die damit verbundenen Mehrwerte stellen die bisherige Praxis von Hydraulik und Elektromechanik auf den Prüfstand. Denn die Leistungsdichte und Einfachheit der langlebigen, teils wartungsfreien Systemlösungen ist bestechend. Unterstützen die Hersteller im Zuge ihrer digitalen Transformation mit intuitiven Konfiguratoren auch die Auswahl, Konfiguration und Inbetriebnahme, verkürzen sich im Hinblick auf die Time-to-Market auch das Engineering und die Inbetriebnahme.

Unterm Strich qualifizieren sich autarke Achsen so nicht nur als ressourcenschonende Maßnahme für den Klimaschutz, sondern auch als wirtschaftliche Systemlösung für ein zukunftsfähiges Maschinendesign und eine gesteigerte Wettbewerbsfähigkeit.

Autoren:

Stefan Thienen
Produktmanagement CytroForce,
autarke Achsen

Wladimir Kamschitzki
Portfolio und Partnermanagement
CytroMotion

Bosch Rexroth AG

Zum Eisengiesser 1
97816 Lohr am Main
Germany