

Drehzahlvariable Antriebslösungen:

Weniger Strom, weniger laut,

weniger Kosten.



Drehzahlvariable Antriebe verbinden Standardkomponenten aus Hydraulik und Elektrik zu maßgeschneiderten, intelligenten und kosteneffizienten Systemen. Wie groß ist das Einsparpotential im Vergleich zu einfachen hydraulischen Lösungen und was ist bei der Dimensionierung zu beachten?

Drehzahlvariable
Pumpenantriebe
sparen gegenüber
konventionellen
Lösungen bis zu

80%

Energie ein.



Die hydraulische Antriebswelt ist im Wandel. Statt einer Dimensionierung auf Eckleistung suchen Maschinenbauer und Anwender zunehmend nach spezifischen und flexiblen Lösungen. Sie sollen kompakt, leise, kosten- und energieeffizient sein, eine hohe Sicherheit aufweisen und sich einfach in Betrieb nehmen lassen. Drehzahlvariable Antriebe erfüllen diese komplexe Anforderungsmatrix durch ein intelligentes Zusammenspiel von Standard-Hydraulik- und Elektronikkomponenten.

WAS IST EIN DREHZAHLVARIABLER ANTRIEB?

Im Wesentlichen bestehen drehzahlvariable Antriebe aus einem elektrischen Motor, einer Hydraulikpumpe und einem Frequenzumrichter, dessen Software die Motordrehzahl kontinuierlich lastabhängig für den optimalen Betriebspunkt einstellt. Die elektrisch angetriebene Konstant- oder Verstellpumpe liefert somit einen bedarfsorientierten Volumenstrom, um je nach Aufgabe Druck, Geschwindigkeit, Leistung, Position oder Kraft zu regeln. Das breite Einsatzspektrum reicht von Werkzeug-, Holz- und Papiermaschinen über Metallurgieanwendungen bis hin zu Pressen, Druckgieß- und Kunststoffspritzgießmaschinen.

SO STEIGERT DIE VARIABLE DREHZAHL DIE EFFIZIENZ

Drehzahlvariable Antriebe lösen typische Probleme konventioneller Hydraulikantriebe. Weil sie den Druck nicht mehr über Proportionalventile begrenzen, sondern über die Drehzahl regeln, vermeiden sie designbedingte Druckverluste. Durch den Einsatz eines Frequenzumrichters, der den Motor von der Netzfrequenz abkoppelt, reduzieren sie weiterhin die elektrischen Verluste im Motor sowie die hydraulischen Verluste in der Pumpe. Dank der frequenzabhängigen Drehzahleinstellung lässt sich der erforderliche Druck nun auch bei minimaler Drehzahl sicherstellen. So lassen sich auch Verstellpumpen mit minimalen Drehzahlen betreiben, was die Effizienz weiter steigert. Ferner reduziert ein automatischer Druckhaltebetrieb die Fördermenge soweit, dass gerade kein Hydrauliköl über das Druckbegrenzungsventil abgeführt werden muss. Dies ist insbesondere für Klemm-Anwendungen interessant, die nur einen geringen Volumenstrom erfordern.

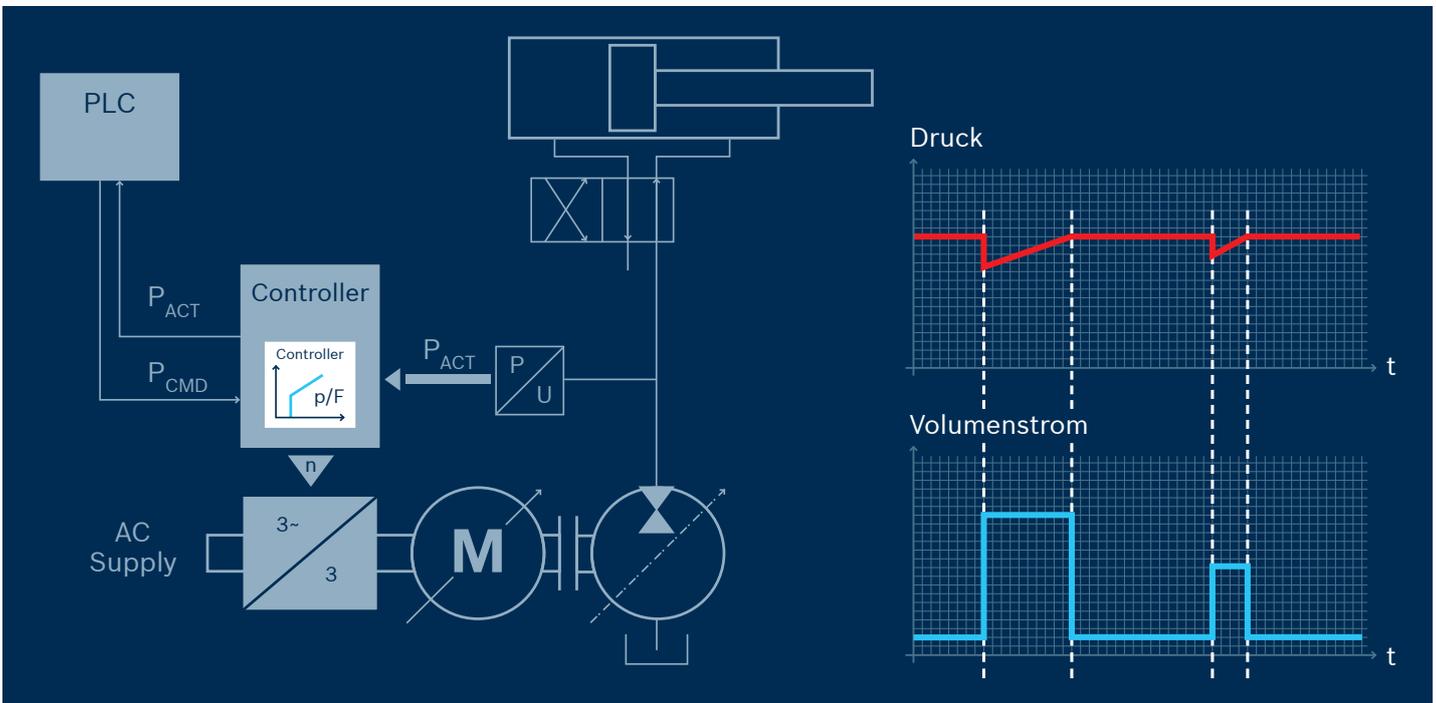
FUNKTIONSPRINZIP UND BAUWEISEN

Bei Verwendung einer Verstellpumpe leitet sich die Durchflussmenge des Systems von der Drehzahl des Elektromotors und der Einstellung der Pumpe ab. Im laufenden Betrieb überträgt die Maschinensteuerung dem Frequenzumrichter die Druck/Volumenstrom-Sollwerte. Ein Drucksensor misst den aktuellen Systemdruck und übermittelt ihn an den Antrieb. Anhand der Regelabweichung berechnet ein integrierter PID-Regler die erforderliche Motordrehzahl und passt sie dynamisch an die bestehenden Systemanforderungen für Durchfluss und Druck an. So wird der Schwenkwinkel der Verstellpumpe zugunsten des Pumpenwirkungsgrades stets im idealen Arbeitspunkt gehalten.

Für hohe Dynamikanforderungen sowie Kraft-, Geschwindigkeits- und Positionsregelungen wird der Asynchron- durch einen Servomotor mit entsprechen dem Regler ersetzt, an die Stelle der Verstellpumpe tritt eine Konstantpumpe. Servovariablen Pumpenantriebe kommen insbesondere in Kunststoffspritzgießmaschinen zum Einsatz.



▲ In modernen drehzahlvariable Antrieben spielen Elektromotor, Pumpe und Frequenzumrichter intelligent zusammen.



▲ Blockschaltbild und Kenngrößen eines drehzahlvariablen Antriebs für Konstantdrucksysteme.

BIS ZU 80 PROZENT ENERGIEERSPARNIS

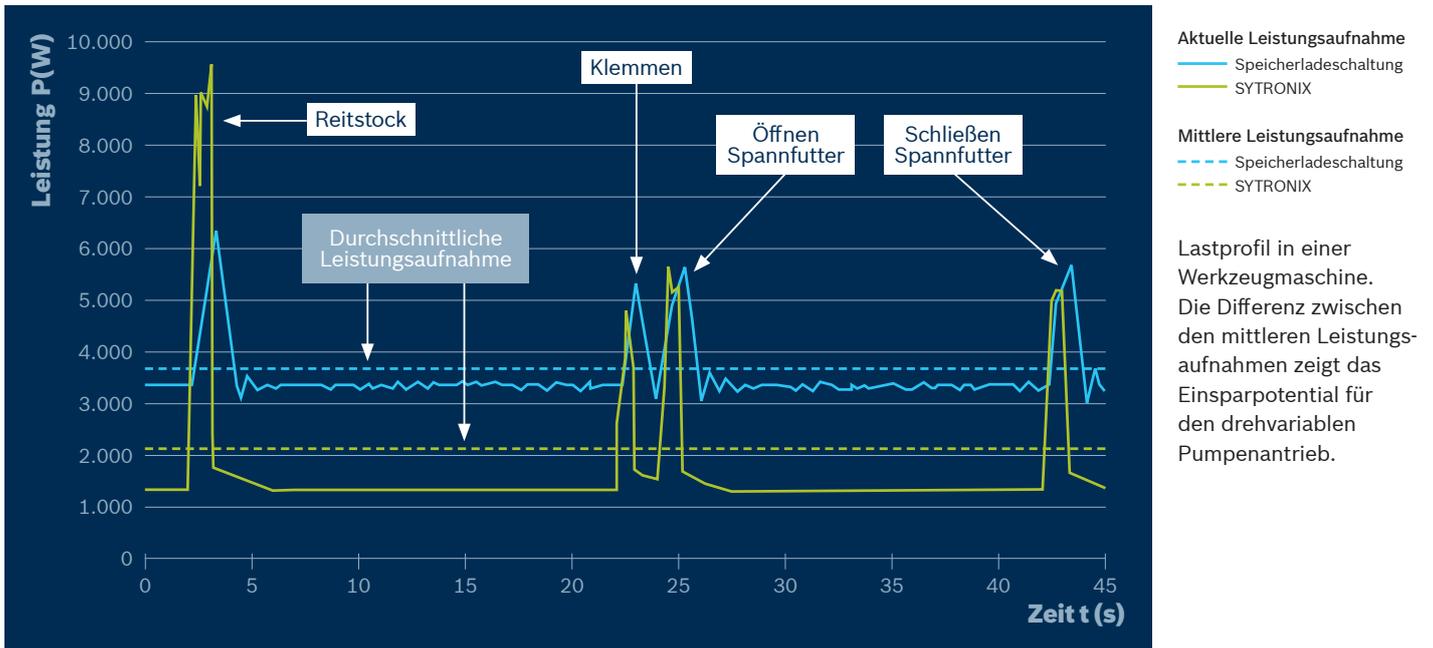
Weil sie neben den elektrischen Verlusten im Motor auch die Reibungsverluste in Motor und Pumpe reduzieren, können drehzahlvariable Pumpenantriebe den Energiebedarf im Vergleich zu einfachen hydraulischen Systemen um bis zu 80 Prozent senken. Dies gilt insbesondere für Servomotoren mit Permanentmagnet sowie der Sleep-/Wake-Funktion, die den Motor zugunsten der Energieeffizienz ganz abschaltet. Analog zum Stromverbrauch reduzieren sich auch die verbrauchsbedingten CO₂-Emissionen. Mit der Energieeffizienz sinken letztendlich auch die Betriebskosten. Mit Ausnahme des Dauerbetriebs mit konstanter Belastung profitieren alle Einsatzszenarien davon: der Kurzzeitbetrieb ebenso wie der periodische Betrieb mit und ohne Aussetzen, mit einzelnen konstanten Belastungen sowie Last- oder Drehzahländerungen.

Typ	Konstanter Antrieb mit mechanischer p/Q-Verstellung (klassisch)	Drehzahlvariabler Antrieb mit Frequenzumrichter	Drehzahlvariabler Servoantrieb mit Servoregler
Regelung	Druck / Volumenstrom (p/Q-Ventil)	Druck / Volumenstrom	Druck / Volumenstrom Kraft / Position
Motor	Asynchronmotor mit konstanter Drehzahl	Asynchronmotor mit variabler Drehzahl	Asynchronmotor mit variabler Drehzahl
Pumpe	Verstellpumpe	Konstant- oder Verstellpumpe	Konstantpumpe
Energieersparnis	Durch Vermeidung von Proportionalventilen / Druckbegrenzungsventilen	Durch Verstellpumpe und Geschwindigkeitsreduzierung im Teillastbereich	Bis zu 80 % durch Drehzahlabsenkung im Teillastbetrieb und hocheffiziente Motoren
Vorteile / Nachteile	+ kostengünstige Lösung – geringe Dynamik – hohe Verluste – hohe Geräuschemission	+ geräuscharm + energieeffizient + Condition Monitoring – geringe Dynamik	+ hohe Dynamik (niedrigeres Motor-Trägheitsmoment) + hohe Energieeffizienz + Condition Monitoring – hoher Preis
Anwendungen	Zentrale Druckversorgung für Anlagen mit Leistungsverzweigung	Werkzeugmaschinen, Holz- und Papierindustrie	Kraft-, Geschwindigkeits- und Positionsregelungen in Pressen, Druckguss- und Spritzgussmaschinen

▲ Antriebsarten mit konstanter und variabler Motordrehzahl – mit Konstant- und Verstellpumpe.

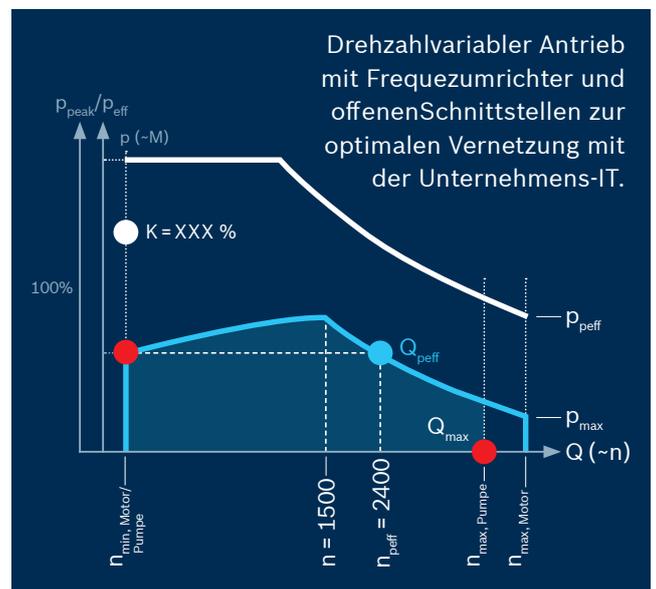
GERÄUSCHEMISSION UM BIS ZU 20 DB (A) SENKEN

Drehzahlvariable Antriebe helfen ferner, die Vorschriften zur Geräuschemission nach EU-Richtlinie 2003/10/EG einzuhalten. Im Vergleich zu konventionellen Hydraulikaggregaten sinken diese um bis zu 20 dB (A). Denn je geringer die Drehzahl, desto niedriger der Schallpegel. Mit einer Axialkolbenpumpe lässt sich dieser Effekt gut ausreizen, da sich mit ihr Drehzahlen bis hin zu null realisieren lassen. Innenzahnradpumpen weisen grundsätzlich eine niedrige Körperschallemission auf.



VERRINGERTER BAURAUM

Durch ihre kompakte Bauart benötigen drehzahlvariable Antriebe meist deutlich weniger Platz als konventionelle Hydrauliksysteme. Die einfachere Ventiltechnik und die dadurch reduzierten Anforderungen benötigen weniger Regelelektronik, aufgrund der hoch dynamischen Regelung kann auch der hydraulische Speicher schrumpfen. Zugunsten der Integrationsfähigkeit in Anlagen und Maschinen lässt sich meist auch der E-Motor kleiner dimensionieren. Infolge des so verminderten Wärmeeintrags in das hydraulische Fluid kann auch das hierfür notwendige Kühlsystem schwinden oder gar entfallen. Voraussetzung hierfür ist jedoch eine exakte Auslegung, die den Überlastbereich des Systems gezielt ausnutzt.



INVESTITIONSKOSTEN UND SYSTEMGRENZEN

In der bedarfsorientierten Leistungsbereitstellung liegt auch der Schlüssel zur Begrenzung der Investitionskosten – nicht nur für das Kühlsystem und den E-Motor, sondern auch für Pumpe, Fluidbehälter und Geräuschisolierung. Um eine unter allen Gesichtspunkten optimale Lösung zu finden, gilt es mithilfe herstellerspezifischer Softwaretools wie SytronixSize von Bosch Rexroth insgesamt elf Systemgrenzen auszuloten. Sie reichen vom Maximal- und Dauerdrehmoment des Motors in Abhängigkeit vom Umrichter, über die minimale und maximale Drehzahl vom Motor und Pumpe bis hin zum Dauerdruck und dem zeitlich begrenzten Überlastbereich. Zu berücksichtigen sind ferner die Leistungsbegrenzung der Pumpe, die Dynamik bis zum Ende des Drehzahlbereichs sowie die Kühlart und Eckfrequenz des Motors. Dazu kommen Vorschriften zur Energieeffizienz nach (EU-Richtlinie [EC] Nr. 640/2009).



ENGINEERING, INSTALLATION UND BETRIEBSSICHERHEIT

Weitere Vorteile gegenüber konventionellen Antrieben ergeben sich aus der intelligenten Steuerung. Sind Druck- und Volumenstromsollwerte umschaltbar, verkürzt sich die Projektierung. Ebenso, wenn sich mehrere Sollwerte speichern, umschalten oder mittels Feldbus-Kommunikation vorgeben lassen. Dazu kommen praktische Funktionen wie Speicherladebetrieb oder ein Hydraulik-Softstart, der durch ein sanftes Anfahren des Motors die Lebensdauer des Systems verlängert. Statusüberwachung und Diagnose sowie eine integrierte Systemauslegung mit bewährten Standardkomponenten erhöhen gleichsam die Verfügbarkeit und Betriebssicherheit. Installationsvereinfachend wirken sich vorkonfigurierte Lösungen aus, die sich aus abgestimmten Standardkomponenten zusammensetzen. So lassen sich selbst umfassende Pumpenantriebssysteme schnell in Betrieb nehmen. Last but not least ermöglicht die intelligente Steuerung auch die Integration in vorausschauende Wartungskonzepte.

FAZIT

Drehzahlvariable Antriebe besitzen ein großes Optimierungspotential für hydraulische Anlagen. Durch das intelligente Zusammenspiel von Standardkomponenten vereinen sie die Zuverlässigkeit und Kraft der Hydraulik mit der Energieeffizienz und Dynamik elektronischer Antriebe und Systeme, um für den jeweiligen Einsatzzweck eine optimale elektrohydraulische Lösung zu finden. Gestützt durch die software-geführte Auslegung lassen sich so nicht nur die Total Cost of Ownership senken, sondern auch weitere aktuelle Anforderungen erfüllen – von geringeren Geräuschemissionen über die Platzersparnis bis hin zu Industrie 4.0-Anwendungen wie Condition Monitoring und Predictive Maintenance.

Bosch Rexroth AG
Zum Eisengiesser 1
97816 Lohr am Main
Germany