

Hydraulische Antriebstechnik

Philipp Winkelhahn

Kurzfassung

2021 wurden Komponenten und Systeme hydraulischer Antriebe entwickelt, die vor allem der zunehmenden Vernetzung sowie gestiegenen Effizienzanforderungen Rechnung tragen. Die gezeigten Lösungen betreffen den gesamten hydraulischen Antriebsstrang, angefangen bei Hydrostaten über Ventile bis hin zu elektronischen Bauteilen und Softwarelösungen.

Schlüsselwörter

Hydrostaten, Ventile, Elektronik

Hydraulic drive technology

Philipp Winkelhahn

Abstract

2021, components and systems of hydraulic drives were developed, which above all take into account the increasing networking as well as increased efficiency requirements. The solutions on display cover the entire hydraulic drivetrain, from hydrostats and valves to electronic components and software solutions.

Keywords

hydrostats, valves, electronics

Hydrostaten

Mit der Innenzahnradpumpe **QXEHX** erweiterte **Bucher Hydraulics** das Produktportfolio primär für den Bereich Stationärhydraulik und Aggregatebau. Typisches Merkmal des nicht kompensierten Hydrostaten ist die lange Druckaufbaustrecke über den gesamten, symmetrisch angeordneten Halbmond. Neben einer Weiterentwicklung der hydrodynamischen Schmierung wurde der Drehzahlbereich bis 6050 1/min erweitert. Daraus folgen eine höhere Leistungsdichte sowie eine verbesserte Betriebssicherheit. [1]

Die kompakte Getriebepumpe **shark** stellte **Danfoss Power Solutions** vor. Hauptaugenmerk lag bei der Entwicklung auf der Geräuschreduzierung um bis zu 10 dB(A), sodass Maßnahmen zur Geräuschreduzierung außerhalb der Anlage überflüssig werden sollen und somit Kosten und Platz eingespart werden können. Darüber hinaus werden durch die Pumpe Belastungen durch Lärm und Vibrationen am Arbeitsplatz reduziert, um somit mehr Komfort und Sicherheit für das Bedienpersonal zu realisieren. Hauptanwendung sind Elektro- und Hybridmaschinen, bei denen Geräusche stärker wahrnehmbar sind, sowie Anwendungen wie Schmierung, Lenkung und Schwerlastbetrieb. [2]

HAWE Hydraulik führte mit der Axialkolbenpumpe **C40V** das Nachfolgemodell des Typs V40M ein. Die Pumpe wurde für den Einsatz in offenen Hydraulikkreisläufen mobiler Arbeitsmaschinen entwickelt und versorgt Anlagen mit Systemdrücken von bis zu 280 bar. Die baugrößenbedingten maximalen Fördervolumina betragen 28 ccm, 45 ccm und 85 ccm. Die Axialkolbenpumpe ist im Vergleich zum Vorgängermodell leichter und besitzt eine höhere maximale Selbstsaugdrehzahl von bis zu 3200 1/min. Die verfügbaren Regler orientieren sich an den Bedarfen der diversen Einsatzmöglichkeiten und umfassen Load-Sensing-Regler mit integrierter oder elektro-proportionaler Druckabschneidung, mechanisch einstellbare Druckregler sowie elektroproportionale Druck- und Volumenstromregler. Einsatzgebiete der Mitteldruckpumpe sind Land- und Forstmaschinen, Kommunalfahrzeuge, Lüfterantriebe, Hubarbeitsbühnen oder auch Lenkungen von Baumaschinen. [3]

Von **Danfoss Power Solutions** wurde die digitale Verdrängerpumpe **Digital Displacement pump** eingeführt. Diese erzeugt mittels Magnetventilen, über die jeder Zylinder bei jeder Drehung der Welle aktiv gesteuert wird, eine hydraulische Fluidleistung. Der Aufbau sorgt für schnelle Reaktionszeiten und reduzierte Verluste. Zudem können Gruppen von Zylindern an die Endplatte gebracht und unabhängig voneinander gesteuert werden, wodurch eine Mehrzweckpumpe im kompakten Format entsteht. Bis zu drei separat ansteuerbare Ausgänge sind in einem Pumpengehäuse möglich. [4]

Bosch Rexroth stellte die Hydraulik-Architektur **electronic Open Circuit** (Abk.: eOC) vor. Hierunter sind Pumpen für den offenen Kreis sowie eine entsprechende Software zu verstehen. Die elektrohydraulische eOC-Pumpe mit Schwenkwinkelsensor und Drucksensoren sorgt für die Regelung der Sollwerte bzgl. Drehmoment, Druck oder Volumenstrom. Dabei regelt die Pumpe im Millisekundenbereich, um beispielsweise den Druck modulieren zu können. In Kombination mit der eOC-Software sind Kenngrößen wie Dynamik und Leistungsregelung manipulierbar. Durch die Kombination aus Pumpe und Software und den damit anpassbaren Steuerungsmodi soll der Hardware-Aufwand durch Wegfall von Ventiltechnik möglich sein. Zudem

beinhaltet das System eine automatische Kalibrierung, sodass Themen wie Alterungseffekte oder Temperatureinflüsse für das Gesamtmaschinenverhalten berücksichtigt werden können. Somit wird für das Systemverhalten eine erhöhte Reproduzierbarkeit erreicht. Ein wesentliches Feature darüber hinaus ist, dass die Fahr- und Arbeitshydraulik in einem Hydraulikkreis zusammengeführt werden können, wobei die Komplexität des Systems in die Software verlagert wird. Fahrtrichtungsventile und Bremsventile können auf diesem Wege entfallen. [5; 6]

Motorseitig präsentierte **Bosch Rexroth** den **Hägglands Atom**. Der Hydraulikmotor weist ein maximales Drehmoment von bis zu 13,6 kNm, ein spezifisches Drehmoment von 40 Nm/bar und eine maximale Drehzahl von bis zu 400 1/min auf. Der Anwendungsfokus liegt auf Winden- und Recycling-Applikationen. [7]

Ventile

Ein neues Wegesitzventil vom Typ **ROLV** mit NG6 Normanschluss bietet **HAWE Hydraulik** an. Dieses kann als aufbaubarer Steuerblock in Ventilverbände integriert werden, aber auch Anschlussblöcke für den Rohrleitungseinbau sind verfügbar. Die Kombination aus Wegeventil und Sperrventil bietet Einsparpotenziale bei der Anzahl der benötigten Komponenten und damit für Einbauraum und Montageaufwand. Das Ventil ist für Maximaldrücke von bis zu 400 bar und Volumenströme von bis zu 25 l/min ausgelegt. Die Konstruktion mit Kegelsitz ist schmutzunempfindlich, wodurch eine hohe Schaltsicherheit gewährleistet werden soll. [8]

Linde Hydraulics führt mit dem Ventilblock **VW 22/18 M5-03** eine neue Generation von Regelventilen ein. Die Basis dieses für den offenen Kreis entwickelten Baukastensystems zeichnet sich in der Grundausstattung durch den Monoblock mit fünf Sektionen und Druckbegrenzungsventil aus. Optional können auf jeder Seite des Blocks drei weitere Sektionen hinzugefügt werden. Für die zusätzlichen Sektionen können verschiedene, spezifische Funktionen ausgewählt werden wie z.B. Ausleger- oder Hubregeneration, Anti-Drift und Rücklaufbypass für die Anwendung Mobilbagger. [9]

Eaton stellte ein **Sektions-Load-Sense-Druckbegrenzungsventil** (Abk.: LSRV) für sein CLS-Mobilhydraulikregelventil vor. Das LSRV begrenzt den Druck innerhalb der einzelnen Sektionen durch eine Reduzierung der Ölzufuhr und macht ineffiziente Druckentlastungen an den Arbeitsanschlüssen zur Ablaufseite überflüssig. Sobald das LSRV den Volumenstrom stoppt, wenn eine Funktion einen bestimmten Druck erreicht, der niedriger als der maximale Systemdruck sein kann, steht dieser Durchfluss den anderen Sektionen bei vollem Systemdruck zur Verfügung. Dadurch wird verhindert, dass Maschinenfunktionen verlangsamt werden, wenn mehrere Abschnitte gleichzeitig in Betrieb sind. [10]

Ein neues Lasthalteventil **OSCA** mit einem Einstelldruck von bis zu 500 bar und neuer, schmutzunempfindlicher Konstruktion bietet **HAWE Hydraulik** an. Das Einschraubventil erlaubt Lastdrücke bis zu 420 bar und ist als Ergänzung zu dem Proportional-Wegechieber PSL zu sehen. Hierzu stehen diverse Kegelausführungen und Aufsteuerverhältnisse zur Verfü-

gung, um eine Feinabstimmung auch schwingungsanfälliger Systeme zu ermöglichen. Hauptapplikationen sind Krane, Hubarbeitsbühnen und Baumaschinen, bei denen vermehrt Schwingungen infolge langer Auslegerarme entstehen können. [11]

Ein neu entwickeltes Senkbremsventil **MotionOne** wurde von **Wessel Hydraulik** vorgestellt. Dieses Ventil für hohe Lasten von bis zu 420 bar und maximale Volumenströme von bis zu 600 l/min kommt in Kran- und Windenantrieben zum Einsatz, um das Voreilen hydraulischer Verbraucher gegenüber dem zulaufenden Volumenstrom zu verhindern. [12]

Speicher

Liebherr erweitert das Produktportfolio um **Kolbenspeicher**, die am Standort Kirchdorf an der Iller hergestellt werden. Es stehen Speicher mit Kolbendurchmessern von 100 bis zu 360 mm zur Auswahl, womit Ölvolumina bis zu 400 l realisiert werden können. Neben einer Auswahl unterschiedlicher Öl- und Gasanschlüsse besteht die Möglichkeit, ein Wegmesssystem zu integrieren. Die Lösungen sind sowohl für mobile als auch stationäre Anwendungen konzipiert. Hauptanwendungen werden bei der Energiespeicherung, für den Notbetrieb, aber auch zur Absorption von Stößen gesehen. [13]

Sensoren und Elektronik

Eine elektronische Steuereinheit für die Steuerung von ein- oder zweimagnetischen Proportionalventilen in einem offenen Regelkreis ohne Rückführung wurde von **ARGO-HYTOS** unter der Bezeichnung **EL7** eingeführt. Die Steuereinheit bietet Signaleingangsklemmen für bis zu neun analoge bzw. CAN-Eingangssignale. Dabei werden Funktionen wie z.B. benutzerdefinierte PID-Regelung, Dither-Funktion für jede Spule separat und Ausgangs-PWM bis zu 1 kHz realisiert. Über Bluetooth ist die Steuerung mit der ARGO-HYTOS-App parametrierbar. [14]

Danfoss Power Solutions stellte das Steuergerät **XM100** und die Autonomous Control Library vor. Durch die Kombination aus Hard- und Software sollen Funktionen wie Navigation, Positionierung, Wahrnehmung, Hindernisvermeidung und Sensorintegration für autonome mobile Arbeitsmaschinen ermöglicht werden. Mittels Ethernet- und CAN-Konnektivität kann das Steuergerät komplexe Aufgaben bewältigen und Teilsysteme der Maschine steuern, z.B. die Antriebs-, Lenkungs- und Arbeitsfunktionen. Die Bibliothek bietet Software-Algorithmen für Sensorfusion und autonome Navigation und umfasst vorprogrammierte Funktionsblöcke, die die Entwicklungszeit reduzieren sollen. [15]

Bosch Rexroth stellte eine neue digitale **On-Board-Elektronik** vor, die zunächst in Proportional-Druckregelventilen zur Anwendung kommt. Hierdurch sollen eine volumenstromunabhängige Druckregelung sowie eine lineare Sollwert-Druck-Kennlinie in vier Druckstufen erzielt werden. Die Ventile verfügen über einen integrierten Drucksensor sowie einen Anschluss für externe Drucksensoren. Bei der Erstinbetriebnahme identifizieren sich die Komponenten über ihr digitales Namensschild selbst, sodass bereits nach kurzer Zeit mit der Parametrierung über das Smartphone begonnen werden kann. Zudem sollen Endanwender Condition Monitoring

ohne Zusatzaufwand nutzen können, indem per App Betriebsdaten wie Temperatur oder Betriebsstunden abgerufen werden können. [16]

Parker Hannifin zeigte den Drucksensor **SCPSi** mit IO-Link-Funktion. Der Sensor ermöglicht mittels der IO-Link-Schnittstelle eine einfache und schnelle Inbetriebnahme und Parametrierung. Somit sollen Daten schneller und in standardisierter Form z.B. in einem ERP-System zur Verfügung stehen. Die Datenübertragung basiert auf einem digitalen 24-V-Signal, wodurch die Signalübertragung sicher gegen äußere Einflüsse sein soll. [17]

Peripherie

Ebenfalls aus dem Hause **Parker Hannifin** kommt eine optimierte **FEM-Schnellkupplungsreihe**, die einen erhöhten Arbeitsdruck von bis zu 350 bar und einen verringerten Druckabfall für bessere Durchflusseigenschaften bieten soll. Die Kupplungen sollen eine leckagefreie Trennung sowie minimalen Ölverlust beim Entkuppeln gewährleisten und sind dank der flachen Ventile/Gehäuse einfach zu reinigen. [18]

Aggregate

Ein neues Hydraulikaggregat mit der Bezeichnung **INKA** stellte **HAWE Hydraulik** vor. Ein besonderes Merkmal ist die Kommunikationsbox mit integriertem Echtzeit-Betriebssystem, mit der eine Erfassung und Speicherung von Betriebsdaten, Diagnosemöglichkeiten sowie ein Selbsttest für alle Messfunktionen möglich sein soll. Die Messwerte des integrierten Multisensors können inklusive der Motordrehzahl über eine IO-Link Schnittstelle an eine übergeordnete Maschinensteuerung weitergegeben und dort verarbeitet werden. Das Aggregat kann mit einer Radialkolbenpumpe für Drücke bis 700 bar oder mit einer Zahnradpumpe mit Drücken bis 200 bar ausgestattet werden. Der maximal mögliche Volumenstrom beträgt 2,2 l/min. [19]

Dissertationen

Mit prinzipbedingten Kontakten zwischen Kolbentrommel und Steuerspiegel von Axialkolbenmaschinen beschäftigte sich **Stephan Wegner** in seiner Dissertation mit dem Titel **Experimental and simulative investigation of the cylinder block/valve plate contact in axial piston machines**. Die Arbeit beschreibt die analytische, experimentelle und simulative Untersuchung der beeinflussenden Bedingungen am Beispiel einer modifizierten 140 cm³ Axialkolbenpumpe mit Fokus auf dem Kolbentrommel-Steuerspiegelkontakt. Das Ergebnis ist der Vergleich der Untersuchungsmethoden, eine Darstellung der wesentlichen Einflussfaktoren, sowie eine Diskussion der Unterschiede und Abweichungen. [20]

Einen **Beitrag zur ganzheitlichen Toleranzbetrachtung bei Wegeventilen** leistete **Ralf Tautenhahn**, indem er die Auswirkungen von Fertigungsschwankungen, Streuungen der Materialeigenschaften und Umwelteinflüsse auf die charakteristischen Produktmerkmale eines Wegeventils wie Ansprechdynamik, Leckagestrom oder Volumenstromverstärkung untersuchte. [21]

Zusammenfassung

Für den Berichtszeitraum 2021 kann zusammenfassend formuliert werden, dass vor allem Produktportfoliopflege in den klassischen Bereichen Hydrostaten, Ventile und Elektronik betrieben wurde. Die Vernetzung und Zustandsüberwachung einzelner Komponenten und Systeme ist mittlerweile zu einer festen Produkteigenschaft geworden.

Literatur

- [1] Menden, N.: QXEHX Innenzahnrad-Pumpen. URL: <https://www.bucherhydraulics.com/de/newsblog/uebersicht/qxehx-innenzahnrad-pumpen-?adblogyear=2021-01-01&adblogpos=10>, Zugriff am: 26.04.2022.
- [2] N.N.: shhark® low noise Aluminium-Zahnradpumpe Gr. 2. URL: <https://www.danfoss.com/de-de/products/dps/pumps/gear-pumps/aluminum-gear-pumps/shhark-aluminum-low-noise-gear-pump-gr-2/#tab-overview>, Zugriff am: 26.04.2022.
- [3] N.N.: Die neue HAWE-Pumpe für den Mitteldruckbereich. URL: <https://www.hawe.com/de-de/unternehmen/news/presse/detail/c40v-die-neue-hawe-pumpe-fuer-den-mitteldruckbereich/>, Zugriff am: 26.04.2022.
- [4] N.N.: Digital Displacement® pumps. URL: <https://www.danfoss.com/en/products/dps/pumps/digital-displacement-pumps/digital-displacement-single-and-multiple-outlet-pumps/#tab-overview>, Zugriff am: 26.04.2022.
- [5] N.N.: Vielseitige Arbeitsmaschinen durch elektronische Steuerung der offenen Kreislaufpumpen. URL: <https://www.boschrexroth.com/de/de/unternehmen/presse/press-detail-1-168064>, Zugriff am: 26.04.2022.
- [6] Guo, J.; Frerichs, L.: Development of a hydrostatic transmission with integrated supply for working hydraulics. 12th International Fluid Power Conference, Dresden, Germany.
- [7] N.N.: Bosch Rexroth präsentiert schnellen leistungsstarken Hydraulikmotor Häßglunds Atom. URL: <https://www.boschrexroth.com/de/de/unternehmen/presse/press-detail-1-163904>, Zugriff am: 26.04.2022.
- [8] N.N.: Wegesitzventil optimiert in Performance und Design. URL: <https://www.hawe.com/de-de/unternehmen/news/presse/detail/wegesitzventil-optimiert-in-performance-und-design/>, Zugriff am: 26.04.2022.
- [9] N.N.: Linde Hydraulics bringt die nächste Generation der Steuerventile auf den Markt. URL: <https://www.linde-hydraulics.com/de/neuigkeiten/linde-hydraulics-introduces-the-next-generation-of-control-valves-to-the-market/>, Zugriff am: 26.04.2022.
- [10] N.N.: Die neuen CLS Sektions-Load-Sense-Druckbegrenzungsventile von Eaton sorgen bei nachgeschalteten Hydraulikventilen für eine effiziente Druckregelung. URL: <https://www.eaton.com/de/de-de/company/news-insights/news-releases/2021/eatons-new-cls-sectional-load-sense-relief-valve.html>, Zugriff am: 26.04.2022.

- [11] N.N.: Lasthalteventil für schwingungsanfällige Systeme und hohe Betriebsdrücke. URL: <https://www.hawe.com/de-de/unternehmen/news/presse/detail/lasthalteventil-fuer-schwingungsanfaellige-systeme-und-hohe-betriebsdruecke/>, Zugriff am: 26.04.2022.
- [12] N.N.: WESSEL SENKBREMSVENTIL TYP MotionOne. URL: <https://www.wessel-hydraulik.de/produkte/lasthalteventile/senkbremsventile/lhw/motionone/>, Zugriff am: 26.04.2022.
- [13] N.N.: Liebherr erweitert Portfolio mit Serienbaureihe für Kolbenspeicher. URL: https://www.liebherr.com/de/deu/aktuelles/news-pressemitteilungen/detail/liebherr-erweitert-portfolio-mit-serienbaureihe-f%C3%BCr-kolbenspeicher.html?start_date=01.01.2021&end_date=31.12.2021&news.category=CP, Zugriff am: 26.04.2022.
- [14] N.N.: Mit unserer BRANDNEUEN elektronischen Steuereinheit eröffnen wir neue Perspektiven. URL: <https://www.argo-hytos.com/de/news/produkt-news/product-news-view/el7.html>, Zugriff am: 26.04.2022.
- [15] N.N.: Drei Produkte von Danfoss Power Solutions sind als Finalisten für die Agritechnica Systems & Components Trophy 2022 nominiert. URL: <https://www.danfoss.com/de-de/about-danfoss/news/dps/three-danfoss-power-solutions-products-nominated-as-finalists-for-agritechnica-systems-components-trophy-2022/>, Zugriff am: 26.04.2022.
- [16] N.N.: Mit Smartphone und Bluetooth analoge Hydraulikventile parametrieren und auslesen. URL: <https://www.boschrexroth.com/de/de/unternehmen/presse/press-detail-1-162880>, Zugriff am: 26.04.2022.
- [17] N.N.: Parker SensoControl präsentiert den neuen Drucksensor SCPSi mit IO-Link-Funktionalität für den Einsatz in intelligenten Internet of Things-Anwendungen. URL: <https://www.parker.com/portal/site/PARKER/menuitem.31c35c58f54e63cb97b11b10237ad1ca/?vgnextoid=ef5943d980b9b710VgnVCM100000e6651dacRCRD&vgnnextchannel=9383fdbc71fd7310VgnVCM100000200c1dacRCRD&vgnextfmt=DE&newsroom=Y&vgnnextcat=News%20Release%20Details>, Zugriff am: 26.04.2022.
- [18] N.N.: Parker High Pressure Connectors Europe führt neue optimierte FEM-Schnellkupplungsserie ein. URL: <https://www.parker.com/portal/site/PARKER/menuitem.31c35c58f54e63cb97b11b10237ad1ca/?vgnextoid=740848ee1719d710VgnVCM100000e6651dacRCRD&vgnnextchannel=9383fdbc71fd7310VgnVCM100000200c1dacRCRD&vgnextfmt=DE&newsroom=Y&vgnnextcat=News%20Release%20Details>, Zugriff am: 26.04.2022.
- [19] N.N.: Intelligentes Hydraulikaggregat mit Zukunft sucht Einsatz. URL: <https://www.hawe.com/de-de/unternehmen/news/presse/detail/intelligentes-hydraulikaggregat-mit-zukunft-sucht-einsatz/>, Zugriff am: 26.04.2022.
- [20] Wegner, S.: Experimental and Simulative Investigation of the Cylinder Block/Valve Plate Contact in Axial Piston Machines. Shaker Verlag GmbH, April 2021, ISBN: 978-3-8440-7957-9.

- [21] Tautenhahn, R.: Ein Beitrag zur ganzheitlichen Toleranzbetrachtung bei Wegeventilen. Shaker Verlag GmbH, Juni 2021, ISBN: 978-3-8440-8044-5.

Autorendaten

Dipl.-Ing. Philipp Winkelhahn ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge der TU Braunschweig.

| |
|--|
| <p>Bibliografische Angaben / Bibliographic Information</p> <p>Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation Winkelhahn, Philipp: Hydraulische Antriebstechnik. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2021. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2022. S. 1-8</p> <p>Zitierfähige URL / Citable URL https://doi.org/10.24355/dbbs.084-202202030946-0</p> <p>Link zum Beitrag / Link to Article https://www.jahrbuch-agrartechnik.de/artikelansicht/jahrbuch-2020/chapter/hydraulik.html</p> <p>Dieser Beitrag wird unter einer CC-BY-NC-ND 4.0 Lizenz veröffentlicht.</p> |
|--|