

Entwicklungen in der Mobilhydraulik

Igor William Santos Leal Cruz, Malte Otten, Christian Weber, Michaela Pußack, Philipp Winkelhahn

Kurzfassung

Im Fokus der Entwickler hydraulischer Systeme liegen im Berichtszeitraum 2022 vor allem die Digitalisierung und die Senkung der Total Cost of Ownership. Hierfür stellten Vertreter aus Forschung und Industrie innovative Konzepte und Lösungen vor. Die Bandbreite reicht dabei von der Komponenten- bis zur Systemebene für die Anwendung in mobilen Maschinen.

Schlüsselwörter

Hydrostaten, Ventile, Materialien, Systeme

Developments in mobile hydraulics

Igor William Santos Leal Cruz, Malte Otten, Christian Weber, Michaela Pußack, Philipp Winkelhahn

Abstract

In the 2022 reporting period, developers of hydraulic systems focused primarily on digitalisation and the reduction of the total cost of ownership. For this purpose, representatives from research and industry presented innovative concepts and solutions. The spectrum ranges from the component level to the system level for application in mobile machines.

Keywords

hydrostats, valves, materials, systems

Neueste Entwicklungen der Hydraulik in Traktoren und Landmaschinen

Auch 2022 bleibt die Hydraulik ein fester Bestandteil der Technik in Traktoren und Landmaschinen. Im Fokus der Entwickler hydraulischer Systeme liegen in diesem Jahr vor allem die Digitalisierung und der Senkung der Total Cost of Ownership (TCO). Hierfür stellten Vertreter aus Forschung und Industrie innovative Konzepte und Lösungen vor. Die Bandbreite reicht dabei von der Komponenten- bis auf die Systemebene für die Anwendung in mobilen Maschinen. Der folgende Beitrag gibt einen Überblick über Neuerungen und Innovationen im genannten Bereich.

Hydrostaten

Im Bereich der Pumpentechnik stachen dieses Jahr besonders zwei Neuerungen heraus. Die Weiterentwicklung der eOC-Pumpe von Bosch Rexroth und der neue digitale Pumpenregler der Andreas Lupold Hydrotechnik GmbH.

Im Zeichen der Digitalisierung hat Bosch Rexroth die elektrohydraulische eOC-Pumpe weiterentwickelt [1]. Die eOC-Architektur überträgt hydromechanische Steuerungsfunktionen und Schnittstellen in die Software und soll für mehr Flexibilität als die Regelung auf Hardwareseite sorgen. Die seit der ersten Jahreshälfte 2021 in Serienmaschinen eingebauten eOC-Pumpen verfügen nun über weitere Software-Funktionen, darunter eine automatische Kalibrierung und eine dynamische Regelung des Verlaufs von Druck, Schwenkwinkel und Drehmoment.

Auch die Andreas Lupold Hydrotechnik GmbH setzt neue Akzente im Zeichen der Digitalisierung und stellte einen neuen digitalen Pumpenregler vor [2]. Das System kann durch zwei unabhängige, stufenlos ansteuerbare Sitzventile den Zu- und Abfluss von Hydrauliköl in die Stellkammer der Pumpe definieren. Die Ventilstellung und deren Dauer können alle 20 Millisekunden vom Regler neu bestimmt werden. Außerdem ist die Regler-Charakteristik über Softwareparametrierung einsatzindividuell anpassbar. Der Regler eignet sich sowohl für die Integration in neue Pumpengenerationen als auch für die Nachrüstung bestehender Systeme. Als weiteren Vorteil der digitalen Ansteuerung hebt der Hersteller die Eignung für digitale Zustandsüberwachung, vorausschauende Wartung, Fernzugriff und automatisierte Inbetriebnahme hervor.

Eine Dissertation zur "Entwicklung einer Hochdrehzahl-Innenzahnradpumpe für die Elektrifizierung mobiler Anwendungen am Beispiel einer autarken dezentralen elektro-hydraulischen Achse" legte Tobias Pietrzyk vor. Durch die Erhöhung der Drehzahl soll hierbei auf eine weitere Steigerung der Leistungsdichte elektro-hydraulischer Antriebe hingewirkt werden. Die Erprobung wurde hier am Beispiel einer dezentralen elektro-hydraulischen Achse zur Substitution des Stielzylinders eines Kompaktbaggers durchgeführt [3].

Eine "Ganzheitliche Optimierung einer Axialkolbenpumpe durch bedarfsangepasste Entlastung tribologischer Kontakte" wurde von Stefan Haug beschrieben. An einer Schrägscheiben-Axialkolbenmaschine wurde hierzu der Schmierfilm in tribologischen Kontaktstellen aktiv be-

einflusst. An dem für die Komponente wichtigen Kontakt zwischen Kolbentrommel und Steuerspiegel wurden etwa eine Niveauregelung des Schmierspalts sowie die Ausregelung der Verkippung betrachtet [4].

Ventile

In der Ventiltechnik konzentrieren sich die Neuerungen auf die Funktionsintegration mit dem Ziel kompaktere Bauweisen von Ventilen zu ermöglichen, welche besonders für mobile Anwendungen interessant sind.

Wandfluh hat eine All-in-One-Lösung für die Steuerung der Hub- und Senkgeschwindigkeit von Anbaugeräten vorgestellt [5]. Es handelt sich um eine Stromregelpatrone, die die Funktionen eines Stromregel- und eines Drosselventils in einer einzigen Baugruppe kombiniert. In der Stromregelpatrone befinden sich ein leakagefreies 2/2-Wege-Sitzventil für die Haltefunktion sowie ein proportional verstellbares Drossel- oder Stromregelventil für die Steuerung der Lastabsenkung. Eine integrierte Druckwaage gewährleistet eine lastunabhängige Absenkgeschwindigkeit. Wie Wandfluh erklärt, kann diese Lösung zu einem einfacheren, kompakteren Hydrauliksystem mit niedrigeren Kosten führen.

Hydac bietet drei neue Produktreihen an direktgesteuerten Proportionaldruckregelventilen für die Getriebehydraulik von mobilen Maschinen und Nutzfahrzeugen an [6]. Die Ventile unterscheiden sich von bisher existierenden Lösungen durch die Integration von kleinen Magneten anstelle eines großen Magnetsystems, wodurch die Induktivität verringert und folglich die Schaltdynamik verbessert wird. Die kleineren Magneten sorgen zudem für ein leichteres, kompakteres System.

Materialien

Auch die Weiterentwicklung von Materialien und Beschichtungen bringt Innovation in den Bereich der Mobilhydraulik. Neben der Erhöhung der Leistungsfähigkeit, stellt sich die Optimierung der verwendeten Materialien auch als Möglichkeit zur Senkung des Kostenfaktors heraus.

Danfoss Hansen hat dazu ihre Schnellverschlusskupplungen der FF-Serie überarbeitet, um Druckfestigkeit, Durchflussraten und Lebensdauer zu erhöhen [7]. Dank des Einsatzes hochfester Materialien sowie Optimierungen der Konstruktion können die neuen Kupplungen einen Betriebsdruck von bis zu 400 bar für statische Anwendungen und 350 bar für Anwendungen mit dynamischen Druckimpulsen standhalten. Ebenfalls verändert wurde die Konstruktion des Ventilhalters, der in der neuen Serie für einen gleichmäßigen Volumenstrom sorgt und dadurch den Druckabfall verringert. Im Vergleich mit dem vorherigen Konzept können die neuen Kupplungen deshalb einen höheren Volumenstrom bei höherem Druck liefern. Die Erhöhung der Lebensdauer erzielt Danfoss Hansen mit einer verbesserten Beschichtung, welche dreimal korrosionsbeständiger als herkömmliche Verzinkungen ist und eine Korrosionsbeständigkeit von mindestens 720 Stunden gegen Rotrost garantiert.

Neben der Beschichtung von Bauteilen, bietet auch der Einsatz von Kunststoffen einiges an Potential. So wurde auf der International Fluid Power Conference in Aachen ein Konzept vor-

gestellt, welches den Einsatz von Polymeren in hydrostatischen Antrieben diskutiert. Ausgangslage hierfür sind elektrisch-hydraulische Kompaktaggregate, welche die hohe Leistungsdichte hydraulischer Antriebstechnik mit hoher Benutzerfreundlichkeit kombinieren. Auf diese Weise können hydraulische Antriebe auf einfache Weise in Maschinen integriert werden. Jedoch gelten die Vorzüge der hydraulischen Antriebstechnik nicht für die volle Bandbreite angebotener elektrisch-hydraulischer Kompaktaggregate. So lassen sich hydraulische Antriebe i.d.R. erst ab einer Leistung von 4 kW kosteneffizient betreiben. Bei pneumatischen Antrieben dürfen Leistung von 1 bis 2 kW nicht überschritten werden, um ein System kosteneffizient betreiben zu können. Es ergibt sich somit in der Leistungsklasse zwischen 2 bis 4 kW eine Leistungslücke, in welcher kaum ein kostengünstiger Betrieb möglich ist. In Prüfstandversuchen konnte gezeigt werden, dass Kunststoffkomponenten geeignet sind, um die Leistungslücke zu schließen. Dabei konnten die Vorzüge der Hydraulik, wie eine hohe Leistungsdichte, eine hohe Zuverlässigkeit, eine einfache Überlastsicherung sowie eine breite Variabilität der Übersetzungsverhältnisse gewahrt werden [8].

Systeme

Neben Neuerung auf der Komponentenebene, wurden im Jahr 2022 auch einige Entwicklungen auf Systemebene vorgestellt. So schlägt Hydac folgende neue Lösungsansätze für die Optimierung des Hydrauliksystems elektrifizierter mobiler Maschinen vor [9]:

- Einsatz größerer Nennweiten. Dadurch werden Drosselverluste reduziert, ohne dass die Maschinenarchitektur geändert werden muss. Dies ermöglicht die Nutzung einer hohen Anzahl von Gleichteilen und ist somit von Vorteil, wenn nur ein geringer Anteil des Produktportfolios elektrifiziert wird.
- Energieeffiziente Auslegung, z. B. durch die Entkopplung von priorisierten Verbrauchern oder von Funktionen, die nur im Stillstand gebraucht werden.
- Downsizing von Aggregaten, die bei Maschinen mit Transport- und Arbeitsintervallen die Hauptverbraucher nur im Arbeitsmodus versorgen, falls relevante Druck-/Volumenstrom-Kombinationen anderweitig bereitgestellt werden.
- Einsatz von Mehrpumpen-Konzepten mit Aufteilung von Funktionen und applikationsbezogener Auslegung der Pumpen, sodass Drehmomente in optimale Wirkungsgrade verschoben werden.
- Ersetzen der Zentralhydraulik durch Powerpacks. Häufig kann die Anwendung mehrerer kleiner Powerpacks kostenseitig und energetisch sinnvoller als ein komplexes Einzelaggregat mit nachgeschalteter Verzweigung oder Priorisierung der Volumenströme sein.

Hydac sieht eine größere Rolle der Hydraulik bei elektrifizierten als bei konventionellen Maschinen, denn der Anteil der Hydrauliksysteme an den Gesamtverlusten steigt mit dem Entfall des Verbrennungsmotors als Hauptverlustträger [9]. Auch auf den Einfluss der Verluste auf die Gesamtkosten weist das Unternehmen hin: Im Gegensatz zur konventionellen Maschine beeinflusst der Wirkungsgrad des Hydrauliksystems nicht nur die Betriebskosten durch den

Energieverbrauch, sondern auch die Anschaffungskosten durch die installierte Batteriekapazität.

Auf Systemebene bringt auch Bosch Rexroth Neuerungen hervor. Bisher waren sekundärge-regelte Antriebe fast ausschließlich in der Stationärhydraulik anzutreffen. Bosch Rexroth stellte auf dem IFK 2022 eine Steuerlogik für sekundär geregelte Antriebe für mobile Maschinen vor, welche die Fahr- und Arbeitsfunktionen mit einer einzigen Pumpe im offenen hydraulischen Kreislauf ohne Wegeventile erfüllen kann [10].

Die Sekundärregelung bietet gegenüber herkömmlichen Architekturen für mobile Maschinen verschiedene Vorteile. Zum einen kann der Systemdruck der Energieeffizienz dem Druckbe-darf der Gerätehydraulik angepasst werden. Zum anderen ist eine Integration der Arbeitshy-draulik einfacher möglich, da weniger Komponenten erforderlich sind. Daraus folgt gleichzeitig eine Reduktion der energetischen Verluste auf Seiten der Arbeitshydraulik. Darüber hinaus arbeitet das System ohne Speicher und gewährleistet eine Dämpfung ausschließlich über eine Regelung der Sekundäreinheit.

Für mobile Maschinen müssen beide hydrostatischen Einheiten vierquadrantenfähig und durch die Nulllage schwenkbar sein. Auf diese Weise arbeiten Pumpe und Motor in Abhängig-keit der Antriebsrichtung und der Drehmomentenanforderung als Pumpe und Motor.

Das System wurde für eine Beispielmachine aufgebaut und die Fahr und Arbeitsfunktionen wurden gleichzeitig an einem Prüfstand getestet. Als Beispielmachine wurde in diesem Fall ein Kleintraktor herangezogen. Mit dem Prototyp konnte gezeigt werden, dass die Regelgüte für Druckregelung und Drehmomentbegrenzung auf Seiten der Primäreinheit sowie die Win-kelregelgüte auf der Sekundäreinheit gut genug ist, um ein ähnliches Antriebsverhalten zu erreichen, wie es mit herkömmlichen Architekturen auf Basis eines geschlossenen Kreislaufs möglich ist. Das System kann ohne Verzögerung auf schnelle Änderungen der Leistungsan-forderungen, wie beispielsweise beim Reversieren, und Störungen durch zusätzliche Geräte-funktionen (Arbeitshydraulik) reagieren, ohne dass sich das Antriebsverhalten merklich ver-schlechtert.

Auf dem MHK in Braunschweig stellte Hawe verschiedene Anwendungen der eigenen Kleins-taggregate vor. Unter diesen wurden auch Anwendungen in der Landtechnik beschrieben. So kommen die Aggregate beispielsweise bei einer Einzelkorn-Sämaschine des Herstellers Väderstad zum Einsatz. Bei diesen Geräten werden bis zu 30 Säaggregate eingesetzt, welche teilweise mehrmals am Tag eingestellt werden müssen. Während die Verstellung ursprünglich mit einer manuell über eine Spindel erfolgte, kommen nun Kleinstaggregate zum Einsatz. Ne-ben dem Vorteil der Zeitersparnis, muss keine hydraulische Leistung von dem Traktor mehr bereitgestellt werden. Ein weiterer Anwendungsfall stellt die Betätigung der Kupplungen zum Antrieb der Rotoren in einem Futtermischwagen dar. Auch hier muss bislang hydraulische Leistung durch den Traktor bereitgestellt werden. Durch die Installation von kleinen Kompak-taggregaten kann auf die hydraulische Leistung des Traktors verzichtet und der Leistungsbe-darf des Futtermischwagens gesenkt werden [11].

Eine Dissertation zum Thema "Hybridmodul für elektrohydraulische Antriebssysteme von Baggern" legte Roland Leifeld vor. In dieser untersucht er mit Blick auf einen 16-Tonnen-Mobilbagger ein in die Systemarchitektur der Standardmaschine integriertes Hybridmodul. Durch ein Downspeeding der Verbrennungskraftmaschine wird dabei angestrebt, die Betriebspunkte von VKM und Pumpe in effizientere Bereiche zu verschieben. Ziel ist auch, durch die Reduktion der transienten Lastzustände an der VKM eine Reduktion des Kraftstoffverbrauchs und der Emissionen zu erreichen. In Versuchen mit verschiedenen Lastprofilen wurde eine Effizienzsteigerung durch das implementierte System festgestellt [12].

Mit der "Synthese und Konzeptionierung domänenübergreifender Antriebssysteme" beschäftigte sich Hagen Neurath. Dazu stellt er eine Entwicklungsmethodik vor, die eine computergestützte Lösungssuche bei der Entwicklung von Antriebssystemen ermöglicht. Hierbei werden gleichzeitig elektrische, hydraulische sowie mechanische Antriebslösungen berücksichtigt. Die Methodik stellt somit einen Ansatz dar, die zunehmende Komplexität der Antriebsgestaltung unter Berücksichtigung unterschiedlicher Antriebstechnologien zu beherrschen. Eine Anwendung der Methodik wird am Beispiel der Überarbeitung mehrerer Prozessantriebe eines Kartoffelroders gezeigt [13].

Zusammenfassung

Für den Berichtszeitraum 2022 kann zusammenfassend formuliert werden, dass vor allem Produktportfoliopflege in den klassischen Bereichen Hydrostaten und Ventile betrieben wurde. Die konsequente Weiterentwicklung der Digitalisierung von Komponenten eröffnet nun auch die softwareseitige Funktionserweiterung in Systemen.

Literatur

- [1] N. N.: Das Potenzial mobiler Maschinen voll nutzen. O+P Fluidtechnik 05/2022, S. 42-43.
- [2] Schell, M und Lohmiller, D: Steuerungstechnologie: Digitaler Regler macht Pumpen smart. O+P Fluidtechnik 10/2022, S. 32-34.
- [3] Pietrzyk, T.: Entwicklung einer Hochdrehzahl-Innenzahnradpumpe für die Elektrifizierung mobiler Anwendungen am Beispiel einer autarken dezentralen elektrohydraulischen Achse. Shaker Verlag, 2022, ISBN: 978-3-8440-8389-7
- [4] Haug, S.: Ganzheitliche Optimierung einer Axialkolbenpumpe durch bedarfsangepasste Entlastung tribologischer Kontakte. KIT Scientific Publishing, 2022, ISBN: 978-3-7315-1150-2
- [5] Lenz, T: All-In-One – Verschiedene Hydraulikfunktionen in einer Patrone. O+P Fluidtechnik 01-02/2022, S. 16-19.
- [6] N. N.: Effizient beim Schalten. O+P Fluidtechnik 04/2022, S. 36-39.
- [7] Kuenstel, C: Schnellverschlusskupplungen: Verbesserter Druckabfall und gleichmäßiger Volumenstrom. O+P Fluidtechnik 10/2022, S. 22-24.

- [8] Schulze, T et al.: Plastic components for electro-hydrostatic drives. 13th International Fluid Power Conference 2022, S. 250-261
- [9] Nägele, N; Stauch, C; Veit, M und Hauptmann, L: Durchdachte Elektrifizierung. O+P Fluidtechnik 9/2022, S. 36-39.
- [10] Tetik S., Brand M.: Secondary Control Based Hydraulic Architectures For Mobile Applications. 13th International Fluid Power Conference 2022, S. 669-679
- [11] N. N.: Dezentrale Systeme in mobilen Maschinen – Die HAWE-Mini-Hydrauliksysteme ermöglichen völlig neue Ideen und Möglichkeiten – MHK 2022
- [12] Leifeld, R.: Hybridmodul für elektrohydraulische Antriebssysteme von Baggern. Shaker Verlag, 2022, ISBN: 978-3-8440-8541-9
- [13] Neurath, H.: Synthese und Konzeptionierung domänenübergreifender Antriebssysteme. Shaker Verlag, 2022, ISBN: 978-3-8440-8556-3

Autorendaten

Dipl.-Ing. Philipp Winkelhahn sowie M.Sc. Malte Otten, M. Sc. Christian Weber, M. Sc. Michaela Pußack und M. Eng. Igor William Santos Leal Cruz sind wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge der TU Braunschweig in der Arbeitsgruppe Antriebstechnik.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Winkelhahn, Philipp; Otten, Malte; Cruz, Igor William Santos Leal; Weber, Christian; Pußack, Michaela: Hydraulik in Traktoren und Landmaschinen. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2022. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2023. S. 1-7

Zitierfähige URL / Citable URL

<https://doi.org/10.24355/dbbs.084-202301130824-0>

Link zum Beitrag / Link to Article

<https://www.jahrbuch-agrartechnik.de/artikelansicht/jahrbuch-2022/chapter/hydraulik.html>

Dieser Beitrag wird unter einer CC-BY-NC-ND 4.0 Lizenz veröffentlicht.