

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 76 (2014)
Heft: 3

Artikel: Grundlagen Antriebs-, Steuerungs- und Regelungstechnik
Autor: Gnädinger, Ruedi
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1082124>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 03.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Hydraulische Fahrantriebe mit Radnabenmotoren sind heute bei vielen Baumaschinen und Erntemaschinen Stand der Technik. Werden sie in Zukunft durch elektrische Antriebe mit besserem Wirkungsgrad ersetzt? (Bilder: Ruedi Gnädinger)

Grundlagen Antriebs-, Steuerungs- und Regelungstechnik

Momentan entwickelt sich die Antriebstechnik so weiter, dass die Hydraulik zunehmend an die Steuerungs- und Regelungstechnik gekoppelt ist und teils durch elektrische Antriebe ersetzt wird. Eine dreiteilige Artikelfolge will über die Möglichkeiten und die Zweckmässigkeit moderner Antriebstechnik informieren.

Ruedi Gnädinger

Zu Beginn der Motorisierung und Mechanisierung in der Landwirtschaft dienten in der Regel Zahnradgetriebe, Kardanwellen oder Flachriemen der Kraft- und Leistungsübertragung. Die Hydraulik, die in Traktoren oder Mähdreschern erst viel später Anwendung gefunden hatte, beschränkte sich anfangs auf das Heben und Senken der Dreipunktarme und des Mähbalkens sowie die Lenkunterstützung (Servolenkung). Mit dem Aufkommen von Hydraulikzylindern und Hydraulikmotoren in Anbaugeräten wurden auch die Traktoren mit Hydraulikanschlüssen, Wegeventilen (wohin und in welche Richtung fliesst das Öl?) und Druckbegrenzungs-

ventilen (wie viel Druck ist nötig oder zulässig?) ausgerüstet. Die Perfektion des Hydrauliksystems erfolgte schliesslich mit dem Einbau von Mengenregulierventilen und Hydraulikpumpen mit variabler Fördermenge. Dadurch konnten die Verfahrensgeschwindigkeit von Hydraulikkolben und die Drehzahl von Hydraulikmotoren unabhängig von der Drehzahl des Traktormotors verändert werden.

Anforderungen an die Antriebs- und Steuerungstechnik

Grundsätzlich soll eine moderne Antriebstechnik nach wie vor weder Selbstzweck noch Spielerei sein, sondern zuver-

lässig und wirtschaftlich arbeiten. Unter diesem Aspekt ist auch die Herausforderung zu berücksichtigen, auf die Fähigkeiten der Leute Rücksicht zu nehmen, die die Maschinen bedienen und aller Voraussicht auch einmal reparieren sollen. Ist es etwa akzeptabel, wenn nur noch ein Mitarbeiter oder der Betriebsleiter eine selbstfahrende Spritze bedienen kann oder die ganze Maschine mit einem Kaufpreis von über 200 000 Franken wegen des Ausfalls eines Sensors einfach still steht? Lösungen mit einer einfachen und verständlichen Technik haben auch heute noch ihre Vorteile. Trotzdem, die techni-

sche Entwicklung (nicht gleichzusetzen mit technischem Fortschritt) geht weiter, und es wäre verfehlt, sich neuen Entwicklungen generell zu verschliessen. Ansprüche, denen neue Techniken gerecht werden müssen, sind in nebenstehender Tabelle aufgelistet:

Je nach Anwendung erhalten die in der Tabelle aufgeführten Kriterien eine ganz unterschiedliche Bedeutung. Hier einige Beispiele:

- Für das Paralleltracking haben Genauigkeit und Sicherheit eine hohe Priorität. Ob die Lenkbewegungen der Vorderräder mit etwas mehr oder weniger Energieaufwand verbunden sind, ist hingegen nebensächlich. Im System sind sowohl die Elektronik für den Satellitenempfang und die Umwandlung von Signalen für die elektromechanische oder elektrohydraulische Ansteuerung als auch die üblichen Hydraulikkomponenten für die Lenkung nötig.

- Beim stufenlosen Fahrantrieb des Traktors ist der Wirkungsgrad wegen des Treibstoffverbrauches besonders wichtig. Da dieser bei Zahnradgetrieben bedeutend besser ist als bei einer hydraulischen Lösung, sind diese Getriebe mit einer Leistungsverzweigung ausgerüstet. Die Leistung wird im Getriebe an den Strang mit der Zahnradübersetzung und denjenigen mit der Kombination Hydraulikpumpe und Hydraulikmotor aufgeteilt und am Getriebeausgang wieder auf einer Welle vereint. Werden im Strang mit der Zahnradübersetzung mehrstufige Getriebe eingesetzt, vermindert sich dadurch der



Die Rollenkette wird auch in Zukunft als preisgünstige und verlustarme Leistungsübertragung erhalten bleiben. Verschleisserscheinungen sind sichtbar und erleichtern den Entscheid, wann für den Ersatz zu sorgen ist.

Tabelle Ansprüche und Umsetzung

Zuverlässigkeit

- Wenig Störungen durch Abnutzung und Materialalterung
- Schutz vor Überlastung
- Schutz der Elektronik vor unerwünschten Einflüssen
- Die Zuverlässigkeit hat auch die Anforderungen des Personenschutzes zu erfüllen
- Notlaufprogramm der Elektronik, welche noch eine Arbeitsbeendigung ermöglicht

Bedienungsfreundlichkeit

- Die Bedienung muss so einfach und logisch sein, dass die Anwender keine Fehler machen, welche Störungen verursachen
- Die Anwender sollen das System und die Zusammenhänge so weit kennen, dass sie die Möglichkeiten des Systems auch nutzen können

Wartungs- und Reparaturfreundlichkeit

- Aufwand und Schwierigkeitsgrad müssen den Fähigkeiten der Eigentümer oder des Fachpersonals angepasst sein

Regelungs- und Steuerungsmöglichkeiten

- Drehzahlen und Linearbewegungen lassen sich den Bedürfnissen anpassen
- Bewegungs- und Positionierungsabläufe können automatisiert werden

Wirkungsgrad

- Die Energie kann möglichst verlustarm übertragen werden
- Bei gutem Wirkungsgrad kann eher auf eine aktive Aggregatkühlung verzichtet werden

Viele Anordnungsmöglichkeiten dank minimalem Platzbedarf und Gewicht der Antriebskomponenten

- Lösungsmöglichkeiten, um zum Beispiel bei einem selbstfahrenden Rübenvollernter die Leistung des Motors auf die Radnaben zu übertragen
- Geringer Platzbedarf und geringes Gewicht im Verhältnis zur Leistung

Gesamtwirtschaftlichkeit

- Der höhere Anschaffungspreis der aufwendigeren Technik muss durch tiefere Einsatzkosten und den Mehrwert der Arbeit während der Nutzungsdauer amortisiert werden können



Lenkachsen bei kleineren Anhängern werden rein mechanisch (Gestänge) oder hydraulisch (Geber- und Nehmerzylinder) gesteuert. Bei grossen Anhängern ist dies nicht mehr sinnvoll, da die Kräfte zu gross sind. Hier werden Lenksysteme mit Fremdkraftunterstützung (oft elektrohydraulisch geschaltet mit Öldruck durch die Traktorhydraulik) eingesetzt.



In Nachrüstsätzen für eine Satellitennavigation wird das Steuerrad durch einen Elektromotor richtig positioniert.



Wird die Fahrtrichtung des Traktors über die Satellitennavigation gesteuert, werden bei werksmässiger Auslieferung die Lenkzylinder meistens elektrohydraulisch angesteuert.

Anteil der hydraulisch übertragenen Leistung, der Wirkungsgrad wird besser.

- Bei einem selbstfahrenden Häcksler ist eine mechanische Kraftübertragung vom quer eingebauten Antriebsmotor zu den Fahrzeugachsen zu aufwendig, und zudem ist der hydrostatische Antrieb noch stufenlos. Daher erfolgt der Fahrantrieb fast ausschliesslich hydraulisch und ohne Leistungsverzweigung. Der Wirkungsgrad des Fahrantriebes hat beim Häckselbetrieb eine untergeordnete Bedeutung, da die Hauptleistung von der Häckseltrommel aufgenommen wird. Mit einem einfachen und direkten Riemenantrieb vom Motor zur Häckseltrommel ist im energieintensiven Teil der Maschine eine verlustarme Leistungsübertragung gewährleistet.

triebsdruck von 150 bar entspricht immerhin einer Leistung von ca. 25 kW.

- die Hydraulik besonders zum Heben, Senken und Positionieren eingesetzt wurde. Zum Hydraulikzylinder gibt es praktisch keine Alternative, um grosse Lasten anzuheben.
- Hydraulikpumpen, -motoren und -zylinder der Massenprodukte und daher preisgünstig sind.

Nach der Epoche der Mechanisierung erhält die Automatisierung in der Landtechnik eine wachsende Bedeutung. Von Automatisierungsprozessen angesteuert werden meistens Antriebe, welche keine grosse Leistung benötigen. Als typisches Beispiel kann die Lenkautomatik auf selbstfahrenden Erntemaschinen gelten. Solche Antriebe werden in Zukunft wahrscheinlich nicht mehr über das Zwischen- glied Hydraulik, sondern über einen Elektromotor bewegt. Bei Personenwagen sind elektromechanische Servolenkungen bereits verbreitet.

Leider passt der Wirkungsgrad hydraulischer Antriebe überhaupt nicht zur gewünschten Energiewende. Mit der Leistungsverzweigung kann dieser Nachteil zwar teilweise gemildert werden, aber der Einsatz dieser Technik ist bei selbstfahrenden Erntemaschinen kaum möglich. Eine Lösung könnte der Elektroantrieb sein. Ein Akkuschrauber ist heute Stand der Technik. Wann kommen grössere Geräte wie der elektrische Eingrasmäher? Weiteres über Hydraulik und Elektrantriebe folgt in den nächsten beiden Ausgaben. ■

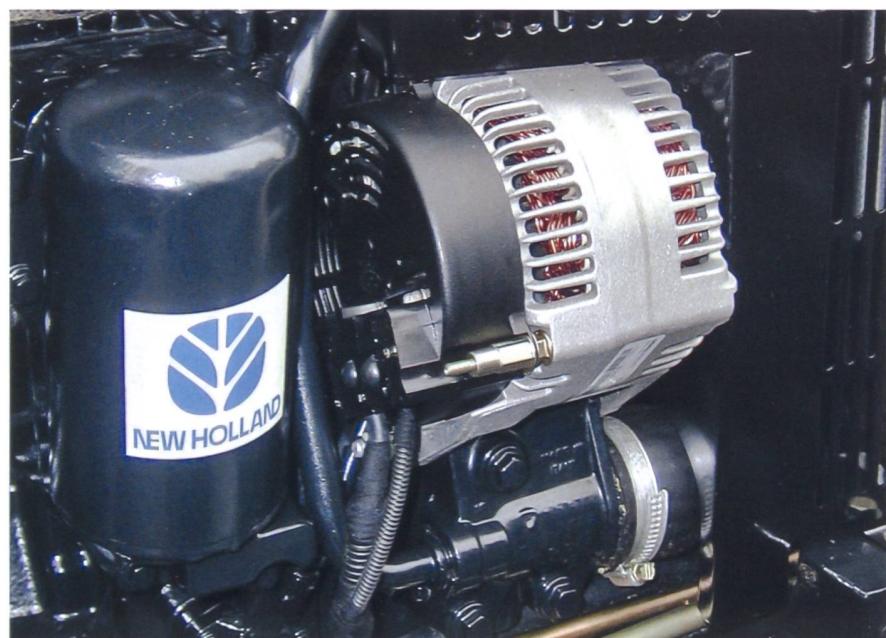
In der Zukunft hydraulisch oder elektrisch?

Es lohnt sich, die folgenden Fragen zu stellen und Antworten zu finden, wenn man neue Entwicklungen beurteilen will:

- Warum wurde die bisherige Lösung praktiziert? Das heisst, was war gut oder weniger gut daran?
- Haben sich die Ansprüche verändert und können neue Lösungen denen besser gerecht werden?
- Ist die neue Lösung gesamthaft besser oder eröffnen sich gar neue Möglichkeiten?

Die Hydraulik war bis anhin bei Landwirtschaftsfahrzeugen und den Maschinen der Aussenwirtschaft die Standardlösung, weil:

- kompakt gebaute Hydraulikpumpen im Verhältnis zur Grösse sehr viel leisten. Eine Pumpe mit einem Volumenstrom von 100 Litern pro Minute und einem Be-



Alternatoren bei grösseren Traktoren haben heute eine Leistung, welche einen Elektromotorenbetrieb bis 1 kW Leistungsaufnahme über die Bordelektrik kurzzeitig zulässt.