

Konrad Rossbach, Andreas Meise und Uwe Maier, Elchingen

Antriebs- und Steuerungstechnik für selbstfahrende Erntemaschinen

Die Erntetechnik hat sich in den letzten 50 Jahren gewaltig geändert. Bedingt durch den Strukturwandel in der Landwirtschaft geht der Trend zu immer größeren und leistungsfähigeren Maschinen. Dabei setzen sich selbstfahrende Maschinen größtenteils durch und lösten gezogene Maschinen weitestgehend ab. Hydrostatische Antriebe sind bei vielen Erntemaschinen längst Stand der Technik.

Für die Arbeits- und Lenkantriebe ist die Umschlagleistung und die Ergonomie des Fahrzeugs in den Mittelpunkt gerückt. Ein Wandel zur elektrisch proportionalen Steuer-ventil-Technik in Kombination mit Closed Loop Load Sensing ist bei manchen Herstellern bereits Serienausrüstung.

Dipl.-Ing. (FH) Konrad Rossbach, Dipl.-Ing. (FH) Andreas Meise und Dipl.-Ing. (FH) Uwe Maier sind Mitarbeiter im Anwendungszentrum Landmaschinen der Bosch Rexroth AG (Leitung: Dipl.-Ing. (FH) Karl-Heinz Vogl), Glockeraustr.2, 89275 Elchingen; e-mail: karlheinz.vogl@boschrexroth.de
Der Beitrag gibt Auszüge eines auf der Mobile 2003 gehaltenen Vortrages wieder.

Schlüsselwörter

Erntemaschinen, elektrohydraulische Antriebs- und Steuerungselemente

Keywords

Harvesters, electro-hydraulic drive and control technology

Nachdem Traktoren inzwischen eine Geschwindigkeit von 50 km/h und mehr erreichen, geht die Entwicklung bei selbstfahrenden Landmaschinen in Richtung 40 km/h. Die dadurch gestiegenen Anforderungen an die Maschinen erfordern neue Antriebs- und Bremskonzepte.

Arbeitsantriebe: CAN-Kommunikation statt Rohrleitungen

Der Steuerblock

Der neue kompakte Steuerblock SB12LS-EHR 5 ermöglicht Volumenströme von < 1 bis zu 60 l/min und wurde speziell für den Einsatz in selbstfahrenden Erntemaschinen entwickelt.

Durch Integration der Elektronik für die Mähtischregelung direkt am Ventil, On-board-Elektronik und eines Prioritätsventils für die Lenkhydraulik ergibt sich ein zentral modularer Steuerblock: Wesentliche Funktionen, wie komplette Schneidischregelung, inklusive Querneigungsfunktion, sind hier gewährleistet. Zudem verfügt er über eine

optimal abgestimmte und flexible Software, robuste Hardware mit Flash-Speicher und CAN sowie ein angebautes Lenkungs-prioritätsventil. Basis für den Steuerblock sind die langjährig in der Landtechnik erprobten und verwendeten Rexroth-Mobilventile, kombiniert mit der Elektronik der Bosch-Kraftfahrzeugbereiche.

Aufgrund der modularen Bauweise mit umfangreichen Zusatzfunktionen lassen sich die Steuerblöcke optimal auf unterschiedliche Bedürfnisse anpassen. Der SB12LS-Baukasten ermöglicht vielfältige Varianten - von einfachen Schaltfunktionen bis hin zu lastenunabhängigen, proportionalen Ansteuerungen. Die Integration von hydraulisch entsperrenen Rückschlagventilen im Gehäuse lässt zusätzliche Einsatzmöglichkeiten zu.

Für die Schneidischhöhenverstellung stehen von der einfachen, unregelt schaltenden Version bis hin zur elektronischen Regelung verschiedene Ventile zur Verfügung. Im „High-End“-Ausbau sorgen differenzierte Regelungsarten für die optimale Anpassung

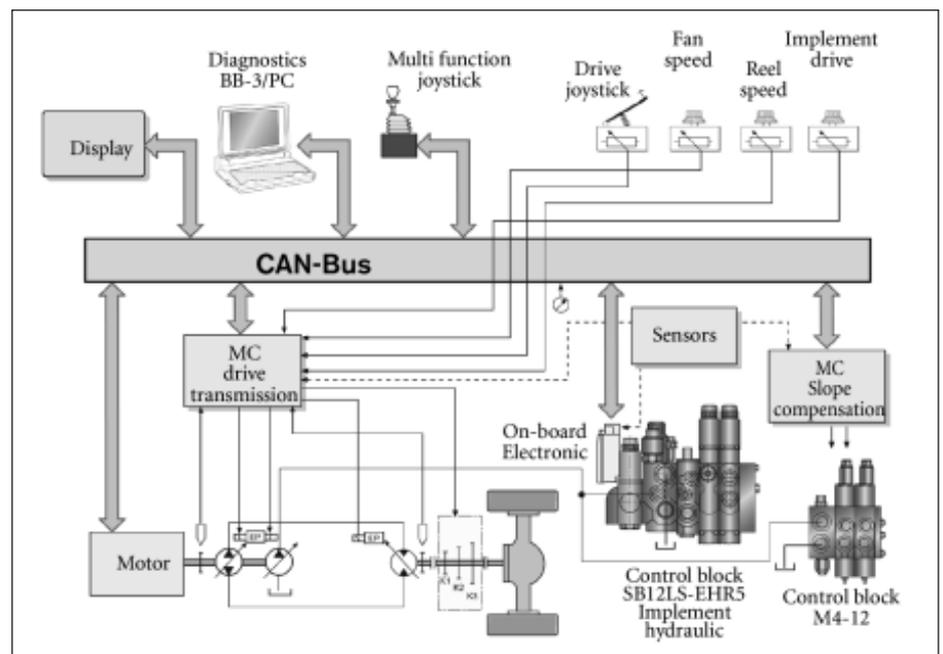


Bild 1: Bei CAN werden sämtliche Stationen über einen seriellen Datenbus miteinander verbunden

Fig. 1: With CAN, all stations are interconnected via a serial data bus

an unterschiedliche Erntebedingungen. Die Ansteuerung der Querneigung des Schneidisches ist ebenso integriert wie eine Schwingungstilgung bei Transportfahrt. Als Elektronik stehen On-board-Elektronik oder separate Steuergeräte zur Verfügung.

Ergänzt wird das Programm durch eine Auswahl von Druck-, Lage- und Winkelsensoren, die den harten landtechnischen Einsatzbedingungen gerecht werden. Viele Mähdrescher mit großem Schneidwerk sind nur für ebene Böden ausgelegt. Etwaige Unebenheiten im Boden können zu kostspieligen Schäden führen. Das Regelsystem zur programmierbaren Schneidischführung hält das Schneidwerk immer parallel zum Boden, ohne dass der Fahrer eingreifen muss. Sensoren gewährleisten, dass das Schneidwerk in allen Arbeitsphasen berührungslos und sicher auf Stoppelhöhe geführt wird. Für die Hangausgleichsregelung kommen LS-Ventile vom Typ M4-12 zum Einsatz, die zusätzlich zu den bereits beschriebenen Eigenschaften eine sekundärseitige Druckabsicherung des LS-Signales ermöglichen.

Das Elektronik-Management

Der Einsatz eines seriellen Datenbusses führt zu einer Reduzierung des Verkabelungsaufwandes und der Anzahl der Stecker. Das Controller Area Network (CAN) stellt ein geeignetes Bussystem dar - hierbei werden gleichberechtigte Stationen über einen seriellen Datenbus miteinander verbunden. Damit ist die Verknüpfung und gleichzeitige Kommunikation von mehreren Sensoren, Steuergeräten und Anzeigegeräten möglich. Ein weiterer Vorteil von CAN gegenüber der herkömmlichen Verkabelung besteht darin, dass Übertragungsfehler, die aufgrund elektromagnetischer Einstrahlung gelegentlich entstehen, erkannt und durch Sendewiederholung automatisch korrigiert werden.

Fahrertriebe 40km/h - die Herausforderung für selbstfahrende Erntemaschinen

Hydrostatischer Fahrertrieb

Bei den hydrostatischen Fahrertrieben für Erntemaschinen gibt es drei Antriebskonzepte:

- Zentraler Antrieb am Verteilergetriebe, das über Kardanwellen die Achsen antreibt
- Achsantrieb mit jeweils einem Hydromotor auf der Antriebsachse
- Einzelradantrieb mit Axialkolbenmotoren und Planetengetrieben

Der zentrale Antrieb hatte bisher, bei den stückzahlstärksten Anwendungen, den Maishäckslern und Mähdreschern einen fast 100-prozentigen Marktanteil. Dies ändert sich im Moment in Richtung Achsantrieb.

Jede dieser Antriebslösungen hat Vor- und Nachteile, die bei der Projektierung für die

entsprechende Anwendung abgewogen werden müssen. Alle Konzepte sind bereits realisiert worden. Im Folgenden sind stichpunktartig die wichtigsten Entscheidungskriterien ausgeführt:

Zentraler Antrieb

Vorteile:

- Die Differentialsperre ist einfach mechanisch realisierbar
- An jedem Rad ist volle Zugkraft verfügbar
- Durch Einsetzen von Schaltgetrieben ist ein großer Wandlungsbereich möglich

Nachteile:

- Mechanisch aufwendige Bauweise und daraus resultierend ein erhöhter Platzbedarf

Achsantrieb

Vorteile:

- Einsparung von Bauraum, da keine Gelenkwellen notwendig sind
- Möglichkeit der Zugkraftaufteilung zwischen Vorder- und Hinterachse
- Kleinere Hydraulikpumpen sind ausreichend, da die Rexroth-Hydraulikmotoren durch Schwenkung auf Null Schluckvolumen abgeschaltet werden können. Bei gegebenem Ölstrom von der Pumpe ergibt sich dadurch mehr Schluckstrom für die weiter hin zugeschalteten Hydraulikmotoren und damit eine erhöhte Drehzahl und Fahrgeschwindigkeit

Nachteile:

- An jeder Achse ist nur die jeweilige Zugkraft für diese Achse verfügbar und nicht die Gesamtzugkraft
- Ein Mehraufwand ist notwendig für die Realisierung einer Differentialsperre

Einzelradantrieb

Vorteile:

- Freiraum zwischen den Rädern und damit verbesserte Geländegängigkeit
- Einsparung von Bauraum aufgrund nicht notwendiger Gelenkwellen

Nachteile:

- An jedem Rad steht nur die jeweilige Zugkraft zur Verfügung
- Erhöhter Kostenaufwand für Verrohrung und die einzelne Ansteuerung der Motoren
- Mehraufwand notwendig für die Realisierung einer Differentialsperre

Getriebe mit dynamischer Bremse

Eine neue Entwicklung in selbstfahrenden Erntemaschinen sind Getriebe mit dynamischer Bremse. In Kombination mit hydraulischen Einschubmotoren sind damit sehr kompakte Antriebslösungen realisierbar.

Bei der Entwicklung der Bremsfunktion gab es verschiedene Forderungen zu erfüllen, die in unserer Lösung entsprechend umgesetzt wurden:

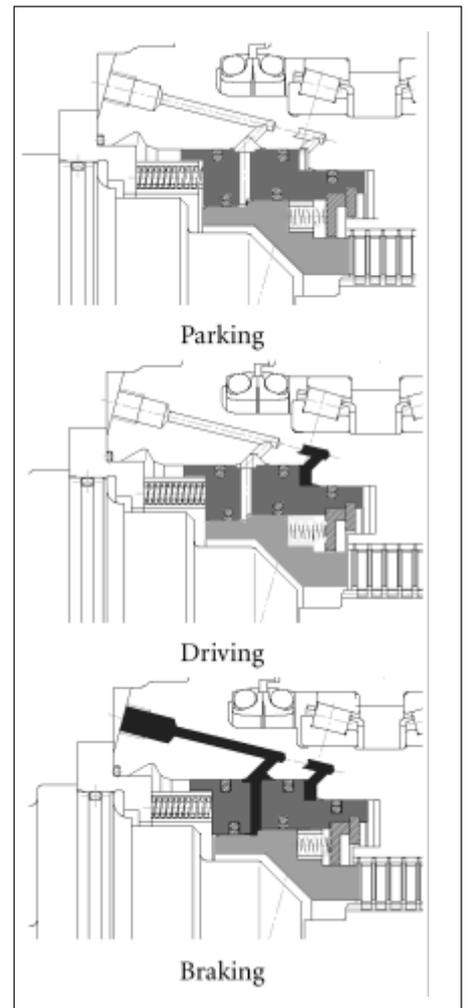


Bild 2: Parken, Fahren, Bremsen

Fig. 2: Parking, driving, braking

Bilder BoschRexroth

- Die Reibflächen müssen vor Verschmutzung und Feuchtigkeit geschützt sein. Als Reibelemente dienen deshalb im Getriebeöl laufende Lamellen.
- Um den Bauraum minimal zu halten, ist die Anzahl der Bauteile minimiert. Sowohl die Parkbremse als auch die Betriebsbremse verwenden beispielsweise aus diesem Grund dasselbe Lamellenpaket.
- Die anfallende Bremsenergie muss auch bei Ausfall der hydrostatischen Bremswirkung durch die Reibungsbremse aufgenommen werden können. Die Lamellen sind um diese Forderung zu erfüllen hinsichtlich ihrer Reibfläche und ihres Volumens, welches die anfallende Wärme zu speichern hat, auf den dynamischen Fall ausgelegt.
- Da eine Federspeicherbremse derzeit nicht zulässig ist, wurde die Kombination zweier ineinander geführter Kolben gewählt. Dies ermöglicht die Ausführung einer Parkbremse mit Federspeicher sowie einer druckbetätigten Parkbremse.