

# Potenziale von Drucksensoren in der Traktorarbeitshydraulik

*Es werden grundsätzliche Nutzungsmöglichkeiten von Drucksensoren innerhalb der Traktorarbeitshydraulik diskutiert. Drucksignale liefern üblicherweise Informationen über eine anliegende Last. Das Drucksensorsignal kann aber nicht nur für eine Druckregelung innerhalb des angeschlossenen Hydraulikkreises genutzt, sondern auch für viele weitere Möglichkeiten eingesetzt werden. Diese sollen systematisch analysiert und an Anwendungsbeispielen erläutert werden. Besondere Vorteile bieten sich, wenn die Drucksensoren direkt in die elektrisch gesteuerten Wegeventile integriert werden, da dann die Signalverarbeitung direkt und somit schnell innerhalb der jeweiligen 'On Board Ventilelektronik' (OBE) erfolgen kann.*

Dr.-Ing. Sönke Jessen ist innerhalb des Geschäftsbereiches Mobilhydraulik von Bosch Rexroth in der Systementwicklung von Traktoren und Staplern tätig; Robert-Bosch-Straße 2, 71701 Schwieberdingen; e-mail: soenke.jessen@boschrexroth.de

## Schlüsselwörter

Drucksensoren, Wegeventile, Traktorhydraulik

## Keywords

Pressure sensors, directional valves, tractor hydraulic system

Wegeventile in der Traktorarbeitshydraulik steuern Hubwerks- und Gerätefunktionen in offenen Steuerketten oder rückgeführten Regelkreisen. Für viele Regelungs- und Automatisierungsaufgaben ist die Verwendung von Drucksignalen nützlich, so dass die Anordnung von Drucksensoren an oder im Hydraulikventil sinnvoll ist. Bei dieser Integration kann derselbe Drucksensor für verschiedene Geräteanbauten genutzt werden. Anschaffungskosten für die Sensoren fallen somit nur einmal an.

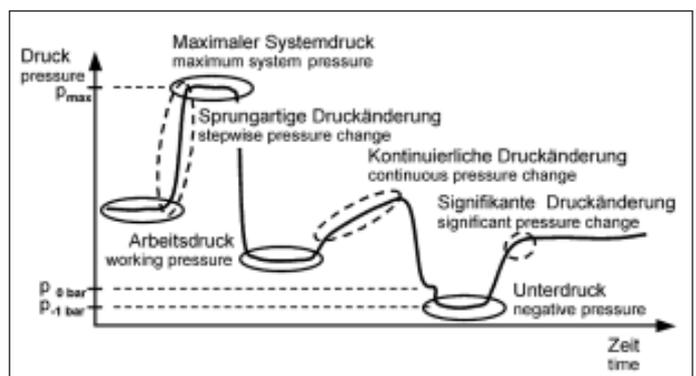
Mit Hilfe der Drucksensoren lassen sich lastäquivalente Prozessgrößen ermitteln. Dadurch wird das Spektrum automatisierbarer Gerätefunktionen erweitert und eine Überwachung des Hydrauliksystems ermöglicht. Zum Beispiel lässt sich beim Frontlader das Aufnehmen und Abladen der Rundballen automatisieren, außerdem kann das insgesamt umgeschlagene Gut gewogen und aufsummiert werden. Sogar eine Lagesteuerung des Frontladers mittels Drucksensoren ist technisch möglich. Allgemein kann durch den Einsatz von Drucksensoren die Überwachung, Steuerung, Regelung und Automatisierung von Funktionen an Traktorarbeitshydraulikgeräten unterstützt oder neu erschlossen werden.

## Charakteristische Drucksignalverläufe

Der zeitliche Verlauf eines oder mehrerer beeinflussender Drucksignale lässt sich nach verschiedenen Gesichtspunkten analysieren. Es ist daher sinnvoll, charakteristische Teilverläufe (Bild 1) zu extrahieren und diese dann anhand ihrer Eigenart und mit Bezug auf die jeweilige Gerätefunktion als

Bild 1: Exemplarischer Druckverlauf mit charakteristischen Teilbereichen

Fig. 1: Exemplary course of pressure with characteristic sub ranges



Indikator für einen typischen Zustand oder eine Zustandsveränderung zu bewerten (Übersicht 1 und 2). Prinzipiell kann man ein bestimmtes Druckniveau (durchgezogene Linie) oder eine bestimmte Druckänderung (gestrichelte Linie) betrachten.

Aus den restlichen in Bild 1 bezeichneten Verlaufscharakteristika können ähnliche Schlussfolgerungen zum Systemzustand gezogen werden.

## Beispielhafte Anwendungsmöglichkeiten

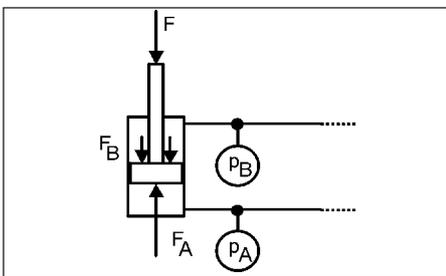
### Elektronisches Kick Out

Das elektronische Kick Out lässt sich mit verschiedenen Bewertungsmethoden realisieren (Bild 2). Es kann überwacht werden, ob der Arbeitsdruck ( $p_A$ ) eine bestimmte Druckschwelle ( $p_s$ ) knapp unterhalb des maximalen Systemdrucks übersteigt oder ob der Arbeitsdruckgradient ( $dp_A/dt$ ) einen Grenzwert ( $(dp/dt)_s$ ) überschreitet.

Zusätzlich kann auch die Druckdifferenz zwischen Pumpen- und Verbraucherdruck überwacht werden. Bleibt der Verbraucher stehen, sinkt diese Differenz auf Null. Aus der Kombination dieser drei Verfahren können wiederum Bewertungsmethoden entwickelt werden, die automatisch Ausschaltverzögerungen  $\Delta t$  bestimmen, wodurch frühzeitiges Ausschalten bei stark schwankenden Verläufen verhindert wird.

### Pflug drehen

Beim Wenden eines Vario-Pfluges werden üblicherweise zwei Zylinder betätigt: Zum



**Arbeitsdruck**

*Signalgewinnung*

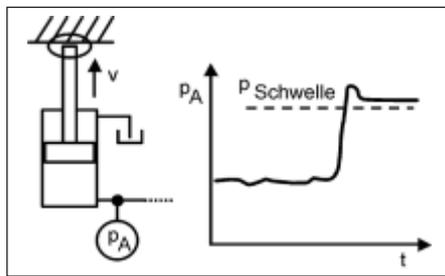
Druckmessung auf beiden Verbraucherseiten

*Auswertung*

Druck-, Kraft-, Drehmomentverlauf  
Leistungsaufnahme des Verbrauchers

*Nutzen*

Kraftregelung am Zylinder, Drehmomentregelung am Hydromotor, Erstellung von Lastprofilen für Service, vorausschauende Wartung, Dienstleistungsabrechnungen



**Druckschwellwert**

*Signalgewinnung*

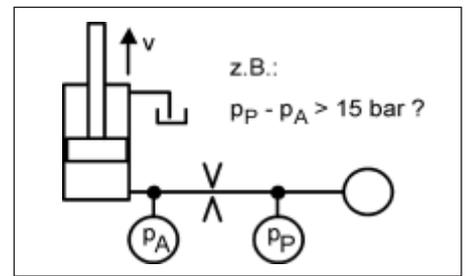
Überschreitung eines vordefinierten Arbeitsdruckschwellwertes

*Auswertung*

Endlagenerkennung (Schwelle nahe Maximaldruck)  
Schaltpunkterkennung

*Nutzen*

Weiterverarbeitung als Abschalt- oder Weberschaltkriterium in Ablaufsteuerungen  
Plausibilitätsprüfungen bei Ablaufsteuerungen



**Differenzdruck**

*Signalgewinnung*

Differenz aus Pumpendruck und Druck im aktiven Arbeitsanschluss

*Auswertung*

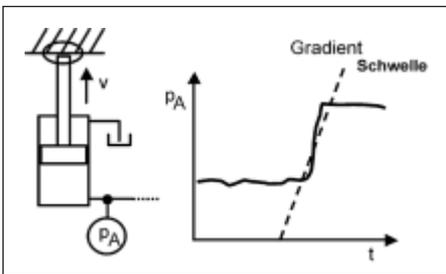
Sättigung der Pumpe, Unterversorgung einzelner Verbraucher, Endanschlag: Differenz wird zu Null, Volumenstrombestimmung

*Nutzen*

Unterversorgung vermeiden  
Grundlage für elektrohydraulisches Load Sensing

Übersicht 1: Anlysemöglichkeiten einiger Teilbereiche des Drucksignalverlaufes für konstantes Druckniveau

Table 1: Possibilities for analysing the course of pressure signal for a constant pressure level



**Sprungartige Druckänderung**

*Signalgewinnung*

Bestimmung des Gradienten des Arbeitsdrucks

*Auswertung*

Überschreitung eines vordefinierten Gradientenschwellwertes

*Nutzen*

Erkennen von Endlagen, charakteristischen Zwischenpositionen oder Lastsprüngen, Sicherheitsabfragen durch Plausibilitätsprüfungen

*Wiegen mit dem Hubwerk des Traktors*

Beim Wiegen wird der absolute Druck im Hubwerkszylinder ausgewertet. Zur Bestimmung und Kompensation des Lastschwerpunktes und der Reibung wird das Hubwerk während eines ersten Kalibriermessvorganges einmal angehoben und abgesenkt. Bei weiteren Messungen mit dann bekannter Schwerpunktslage ist keine Hubwerksbewegung mehr erforderlich.

Neben diesen kurzen Beispielen sind noch viele weitere denkbar. Dabei ist es immer sinnvoll, wenn jede Steuerungskomponente im oder am Traktor auf alle Drucksignale zugreifen kann. Für solche Systemarchitekturen bietet sich der auf Traktoren üblicherweise vorhandene und auf CAN basierende LBS-Bus oder neuerdings ISOBUS ideal an. Steuerungen brauchen dann nicht zwangsläufig vom Ventil- oder Traktorhersteller entwickelt zu werden, sondern können ebenso gut von Geräteherstellern direkt programmiert werden. Dadurch bleibt Geräte-Know-how bei den jeweiligen Herstellern.

Traktorwegeventile von Bosch Rexroth werden daher in Zukunft optional integrierte Drucksensoren besitzen, die per CAN-Bot-

schaft an der Ventilschnittstelle abgefragt werden können.

**Ausblick**

Ventilinterne Drucksensoren liefern Signalverläufe mit hohen Informationsgehalten, die nach verschiedenen Methoden ausgewertet werden können. Dadurch lassen sich neuartige Funktionen zur Überwachung, Steuerung, Regelung und zur Automatisierung von hydraulischen Abläufen erschließen.

Die potenziellen Anwendungen sind vielfältig und müssen in Zukunft verstärkt erschlossen werden. Dabei ist auf die richtige Systemarchitektur zu achten, die es auch weiterhin dem Traktorhersteller, dem Hydraulikkomponentenhersteller und dem Gerätehersteller ermöglicht, eigenes Know-how in den Entwicklungsprozess mit einfließen zu lassen und sich damit zu differenzieren. Dazu muss das auf dem Traktor gewonnene Drucksignal über einen traktorinternen Bus oder über den Traktor-Geräte-Bus für jedes Subsystem gleichermaßen abrufbar sein. Zukünftige Traktorventile werden dies ermöglichen.

Übersicht 2: Bewertungsmöglichkeiten für Druckänderungen

Table 2: Valuation possibilities for pressure changes

Drehen des Pflugrahmens um 180° zieht ein Drehzylinder den Kurbeldrehtrieb zunächst bis zum oberen Totpunkt und drückt ihn anschließend wieder in die neue Arbeitsposition.

Für diese Bewegung werden zwei Kick Out Funktionen kombiniert. Der erste Kick Out erkennt die Umsteuerposition im Totpunkt anhand eines für jede Drehung neu ermittelten Arbeitsdrucks. Der zweite Kick Out erkennt dann den Zylinderendanschlag und somit das Ende der Drehung. Ein zweiter Zylinder stellt die Arbeitsbreite des Vario-Pfluges ein. Dafür wird der Pflugrahmen über einen Kick Out zunächst auf minimale Breite gestellt und nach der Drehung über eine Zeit-Volumenstromsteuerung stufenlos auf die gewünschte Arbeitsbreite eingestellt.

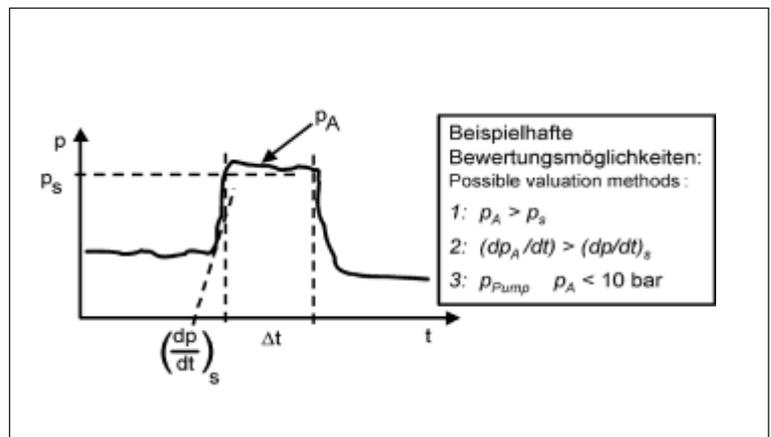


Bild 2: Elektronisches Kick Out mit verschiedenen Auswertungsmethoden

Fig. 2: Electronically controlled Kick Out with different valuation methods