

Induktive Verfahren haben die Nase vorn

## Istwerterfassung an hydraulischen Lenkzylindern

Die aktuelle Entwicklung im Kraftfahrzeugbau tendiert dazu, alle Fahrzeugführerbefehle nur noch elektrisch weiterzuleiten. Systeme wie das Steer-by-Wire setzen sich beispielsweise im Bereich mobiler Arbeitsmaschinen immer häufiger durch, wie bei Nutzfahrzeugen, in der Agrarwirtschaft oder bei Gabelstaplern.

» Bernd Büttner und Ellen-Christine Reiff

Die elektronischen Systeme reduzieren hier aufwendige Hydraulikkonstruktionen und erhöhen sowohl Bedienkomfort als auch Sicherheit. Realisieren lassen sich solche Lösungen allerdings nur mit zuverlässigen Sensoren, die sowohl den harten Anforderungen im mobilen Einsatz trotzen als auch die notwendige Genauigkeit und Sicherheit garantieren, z.B. bei der Istwerterfassung am Lenkzylinder, die für ein Steer-by-Wire-System obligatorisch ist.

Die Istwerterfassung an hydraulischen Lenkzylindern ist in der Praxis weitaus komplizierter, als es zunächst den Anschein hat, denn die Auswahl infrage kommender Sensoren ist begrenzt. So eignen sich die heute üblichen für die direkte Integration in Zylindern ausgelegten magnetostriktiven Sensoren für diesen Einsatzbereich in der Regel nicht, da die durchgehende Kolbenstange eine Hohlbohrung zur Sensoraufnahme unmöglich macht. Auch eine externe Montage solcher Sensoren, bei denen für eine Messung durch die Zylinderwand ein Magnet oder Magnetring als Positionsgeber am Kolben befestigt wird, scheidet in diesem Einsatzbereich aus. Die hydraulischen Lenkzylinder bestehen aus

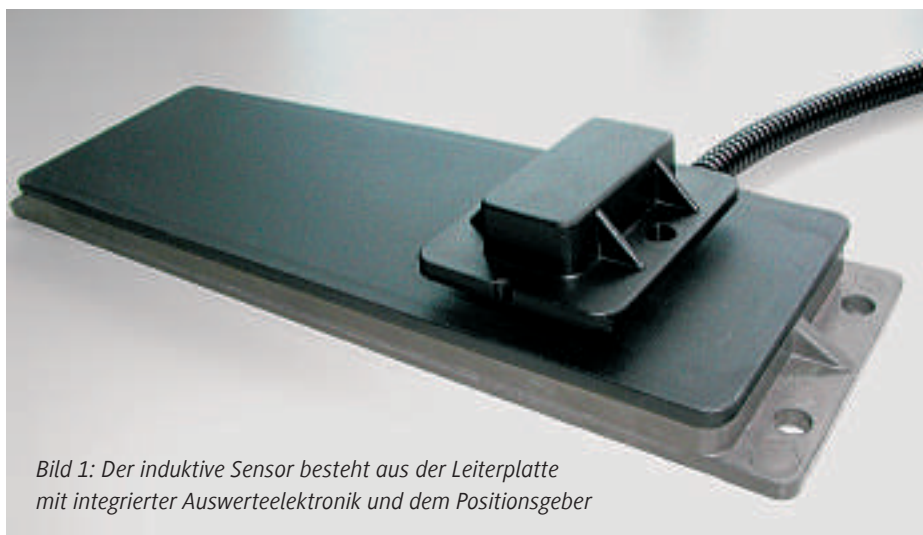


Bild 1: Der induktive Sensor besteht aus der Leiterplatte mit integrierter Auswerteelektronik und dem Positionsgeber

Stahl und sind somit selbst magnetisierbar; eine Messung durch die Zylinderwand hindurch mithilfe magnetischer Verfahren ist damit nicht möglich.

Der Sensorikspezialist Novotechnik, Ostfildern, bietet deshalb für die Istwerterfassung an solchen Stahlzylindern eine neue, für diesen Applikationsbereich massgeschneiderte, Lösung an. Sie arbeitet induktiv und eignet sich für alle heute üblichen Lenkzylinder aus Stahl und mit durchgehender Kolbenstange.

### Induktives Messprinzip mit externem Positionsgeber

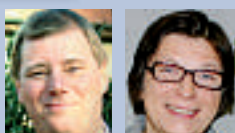
Der Lenkwinkelsensor LAS 170 besteht im Prinzip aus zwei Komponenten (Bild 1): der Signalleiterplatte mit der integrierten Auswerteelektronik und einem frei beweglichen

Positionsgeber, der direkt an der Kolbenstange befestigt wird. Bild 2 veranschaulicht die prinzipielle Funktionsweise des induktiven Messprinzips: Auf der Leiterplatte sind über den Messweg «x» je eine sinus- und eine cosinusförmige Leiterschleife angebracht. Sie werden jeweils mit einer zeitlich um 90° Grad phasenverschobener Wechselfeldversorgung versorgt. Senkrecht zur Leiterplatte entstehen dadurch magnetische Wechselfelder, deren Stärke ebenfalls sinus- bzw. cosinusförmig ausgeprägt ist. Für die ortsabhängige Summe beider Felder gilt nach dem trigonometrischen Additionstheorem folgender Zusammenhang:

$$H \times \sin(x) \times \cos(\omega t) + H \times \cos(x) \times \sin(\omega t) = H \times \sin(\omega t + x)$$

### Autoren

Dipl.-Ing.  
Bernd Büttner,  
Produktmanager  
Wegaufnehmer  
bei Novotechnik,  
und Ellen-Christine Reiff, Redaktionsbüro  
Stutensee



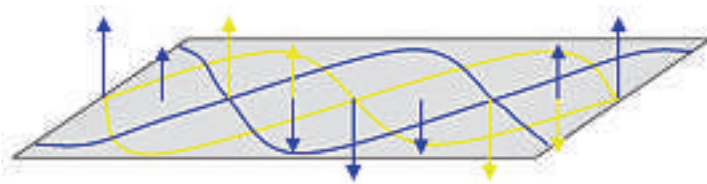
wobei «H» die magnetische Feldstärke beschreibt, «x» die Weginformation und « $\omega t$ » die periodische Zeitabhängigkeit des Summensignals. Es entsteht also ein Signal, dessen Phasenverschiebung direkt zum Weg proportional ist.

Der als Schwingkreis ausgebildete Positionsgeber «schwebt» nun über der Signalleiterplatte (Bild 3). Seine Resonanzfrequenz ist auf die Sendefrequenz der beiden eingespeisten Signale abgestimmt. Er wird von ihnen angeregt und sendet seinerseits sein magnetisches Feld an die Leiterplatte zurück. Die ebenfalls in der Signalleiterplatte integrierte rechteckige Empfangsspule empfängt dieses Signal und leitet es an die Auswerteelektronik weiter. Hier wird das Empfangssignal mit den Sendesignalen verglichen. Die daraus resultierende Phaseninformation wandelt die Auswerteelektronik in ein über den Messweg lineares analoges Spannungssignal als Weginformation um. Da das Messsystem absolute Werte liefert, ist auch nach einer Unterbrechung der Spannungsversorgung – z. B. nach einem Check oder Wechsel der Fahrzeugbatterie – keine Neujustage notwendig.

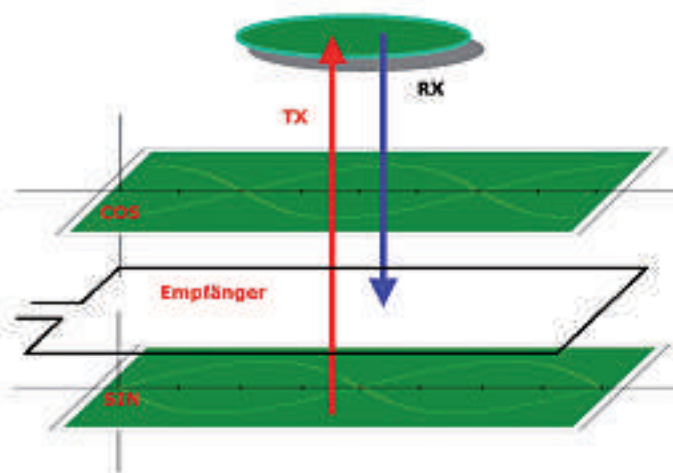
**Redundant, robust und im Praxiseinsatz bewährt**

Weil der induktive Sensor innerhalb des elektronischen Lenksystems eingesetzt wird, muss er sicherheitstechnischen Kriterien genügen. Sein interner Aufbau muss eine Zertifizierung des gesamten Lenksystems nach ISO 13849-1 Kategorie 3 zulassen. Der Sensor wurde deshalb vollständig redundant ausgelegt. Sowohl die Leiterschleifen als auch Positiongeberkreis und Auswerteelektronik sind doppelt vorhanden. Am Ausgang steht das analoge 0,5- bis 4,5-V-Signal mit gegenläufiger linearer Kennlinie zur Verfügung. Die Summe beider Signale ist also konstant, damit ist eine einfache Plausibilitätskontrolle möglich. Eine gegenseitige Beeinflussung beider Messkanäle ist durch eine entsprechende Wahl der Sendefrequenzen ausgeschlossen.

*Bild 2: Auf der Leiterplatte sind über den Messweg je eine sinus- und eine cosinusförmige Leiterschleife angebracht. Senkrecht zur Leiterplatte entstehen magnetische Wechselfelder*



*Bild 3: Der als Schwingkreis ausgebildete Positionsgeber «schwebt» über der Signalleiterplatte. Die in der Signalleiterplatte integrierte rechteckige Empfangsspule empfängt sein Signal und leitet es an die Auswerteelektronik weiter*



Auch sonst ist der Sensor für die Istwert-erfassung direkt am Lenkzylinder bestens gerüstet. Er arbeitet mit einer Auflösung von 0,1 mm, die Wiederholgenauigkeit liegt bei 0,2 mm. Ausserdem ist der Sensor sehr robust. Sein elektrisches und elektronisches Innenleben ist komplett vergossen. Das macht ihn nicht nur unempfindlich gegenüber Feuchtigkeit und Verschmutzungen, sondern auch bei starken Vibrationen können sich keine Bauteile lockern. Der Sensor ist dampfstrahlfest, resistent gegenüber allen an seinem Arbeitsplatz potenziell auftretenden chemischen Substanzen und eignet sich für Umgebungstemperaturen zwischen -40 und +50°C. Seine Zuverlässigkeit hat er mittlerweile im praktischen Einsatz bewiesen: Die Jungheinrich AG, Hamburg, setzt den induktiven Wegsensor in der neuesten Generation ihrer Vierrad-Gabelstapler ein. <<

**Infoservice**

Novotechnik Messwertaufnehmer OHG  
 Horbstrasse 12, DE-73745 Ostfildern  
 Tel. 0049 711 44 89 0, Fax 0049 711 44 89 118  
 info@novotechnik.de, www.novotechnik.de



Dr. Hans Grossmann, Geschäftsführer, Compar AG, 8808 Pfäffikon

**40 JAHRE ELEKTRONIKINDUSTRIE SCHWEIZ**

Im Jahre 1975 gab es die ersten brauchbaren zweidimensionalen CCD-Sensoren mit 200x200 Pixel. Damals habe ich an der ETH die erste in der Schweiz verfügbare Halbleiterkamera gebaut. In der Bildverarbeitung arbeiten wir heute mit 1 bis 2 MPixel/Bild. Durch die zunehmende Digitalisierung und Leistungssteigerung werden Software und Services immer wichtiger. Der Schlüssel für eine erfolgreiche Zukunft unserer Elektronikindustrie liegt in Algorithmen, Wissensmanagement, interdisziplinärem Arbeiten, Vernetzung sowie konsequentem Festhalten an hohen Qualitätsansprüchen. So haben wir intakte Zukunftsaussichten und bieten Perspektiven für nachfolgende Generationen. Ich gratuliere Polyscope und seinen Machern ganz herzlich zum runden Geburtstag!

