

Ansprechpartner für Redaktionen:
Sabine Peiler, E-Mail: peiler@novotechnik.de
Telefon: +49 711 4489-186, Fax: +49 711 4489-8186

Bitte nicht ohne Rücksprache mit dem RBS (text@rbsonline.de) veröffentlichen!

Ersatz von Mechanik erfordert konstruktives Umdenken:

Welche Sensorik für X-by-Wire?

Lange Zeit war für den gesamten Automotive-Bereich die unmittelbare Kopplung von Mechanik und Hydraulik mit den unterschiedlichen Funktionseinheiten zwingend. Das heißt eine mechanische Bewegung, z.B. von Lenkrad und Pedalen wird mechanisch oder hydraulisch an Räder, Kupplung oder Bremse übertragen. Hier vollzieht sich mittlerweile ein Wandel. X-by-Wire ist heute sicherlich eines der wichtigsten Schlagworte bei der Konstruktion moderner Kraftfahrzeuge. Verspricht man sich davon doch sowohl Steigerungen bei Sicherheit und Komfort sowie bessere Umweltverträglichkeit, z.B. durch optimierte Kraftstoffausnutzung und Gewichtseinsparung. Konstrukteure sind dadurch zum Umdenken gezwungen. So müssen sie sich beispielsweise mit der Auswahl geeigneter Sensorik beschäftigen.

Der Begriff „X-by-Wire“ steht für alle im Auto oder Nutzfahrzeug denkbaren Funktionen, die sich ohne Mechanik und Hydraulik elektrisch über „wire“ also „Draht“ abwickeln lassen (Bild 1). So meint Drive-by-Wire z.B. die elektronische Steuerung der Funktionen der Drosselklappe, der Einspitzpumpe oder Abgasrückführung. Power-by-Wire-Systeme sind für Zündung, Anlasser und Lichtmaschine zuständig. Shift-by-Wire verzichtet bei Kupplung, Getriebe oder Allradantrieb auf mechanische oder hydraulische Kopplung, während andere Systeme den Fahrer elektrisch mit Rückinformationen über Straßenzustand etc. versorgen. Da diese Anwendungen durchweg sicherheitsrelevant sind, müssen die eingesetzten Komponenten höchste Anforderungen erfüllen. Rückrufaktionen der jüngsten Vergangenheit wegen klemmender Gaspedale beispielsweise belegen nachdrücklich, wie negativ sich hier Mängel auswirken können. Zuverlässigkeit aller in X-by-Wire-Systemen eingesetzten Komponenten ist daher oberstes Gebot. Ganz besonders gilt das auch für die Sensoren, angefangen von Positionssensoren für die Stellung von Drosselklappe und Gaspedal bis hin zur Lenkwinkelerfassung oder Erfassung der Gangwahl im Fahrzeuggetriebe.

Potentiometertechnik: in vielen Anwendungsbereichen noch immer unschlagbar

Auch wenn in der Weg- und Winkelmesstechnik der Ruf nach kontaktlosen Verfahren immer lauter wird, sind Sensoren auf Potentiometerbasis wegen ihrer positiven Eigenschaften und ihres günstigen Preis-/Leistungsverhältnisses sowohl in der Pedalsensorik (Bild 1) als auch in modernen E-Gas-Systemen (Bild 2) nicht wegzudenken (vgl. Kastentext 1). Das E-Gas-System von Bosch beispielsweise mit potentiometrischen Sensoren von Novotechnik wurde seit 1996 in über 42 Mio. Fahrzeugen verbaut und hat im Krisenjahr 2009 vor allem durch Zuwächse im asiatischen Markt einen neuen Stückzahlrekord von über 5 Mio. jährlich erreicht. Die Stückzahlrendenz der Potentiometer ist weiterhin steigend, da aus Effizienz-

gründen heute zunehmend auch kleinere Fahrzeuge mit elektronisch geregelten Systemen ausgestattet werden. Ähnliches gilt für den Einsatz als Pedalwertgeber. Sowohl bei Neuentwicklungen als auch bei bestehenden Fahrzeugplattformen werden heute weltweit vorwiegend potentiometrische Pedalsensoren eingesetzt vom schwäbischen Sportwagen bis zum asiatischen Kleinstwagen.

Auch in Zukunft werden die leistungsfähigen und preiswerten Sensoren für Konstrukteure deshalb unersetzlich bleiben und eher noch Zuwachsraten verbuchen. Schließlich lassen sich vergleichbare Messgeschwindigkeiten, Linearitätswerte, Auflösungen, Hysteresewerte und Temperaturbereiche sonst nur mit deutlich höherem Aufwand erreichen. Die Potentiometer-Ausgangssignale stehen zudem ohne Schleppfehler in Echtzeit zur Verfügung und lassen sich sehr einfach weiterverarbeiten. Dabei sind die robusten Sensoren schock- und vibrationsunempfindlich, brauchen extrem wenig Energie und sind unkritisch hinsichtlich EMV-Verträglichkeit sowie magnetischen Feldern. Qualitativ hochwertige Ausführungen erreichen heute ohne Weiteres eine Lebensdauererwartung von über 100 Mio. Hüben bzw. Überläufen. Außerdem sind sie nach wie vor deutlich preiswerter als kontaktlose Alternativen. Novotechnik hat durch die Entwicklung eines zuverlässigen Einfachdrucks der Leiterschicht, der 2010 in Serie geht, den Preisabstand zu den kontaktlosen Sensoren jetzt noch einmal ausgebaut, sodass Potentiometer auch langfristig vom Preis-/Leistungsverhältnis ungeschlagen bleiben dürften.

Kontaktlose Sensorik: Verschleißfreie Alternative mit vielen Möglichkeiten

Allerdings lässt es sich nicht leugnen, dass für den Bereich der Kfz-Technik zunehmend kontaktlose Sensorik immer interessanter wird. Steigende Stückzahlen, Variantenreduzierung durch programmierbare Winkelbereiche und optimierte Fertigungsverfahren tragen dazu bei, dass auch hier die Kosten sinken. Hall-Sensoren (vgl. Kastentext 2) beispielsweise sind dafür ein gutes Beispiel. Sie liefern absolute Messwerte, arbeiten auch unter rauen Umgebungsbedingungen zuverlässig und können dank ähnlicher oder sogar gleicher Bauform konventionelle Potentiometertechnik problemlos ersetzen. In Kraftfahrzeugen der gehobenen Klasse gehören sie deshalb schon heute oft als Pedalwertgeber zum Standard und auch als Drosselklappensensor sind kontaktlose Varianten mittel- und langfristig eine überlegenswerte Alternative zum Potentiometer. Mit einer breiten Palette unterschiedlicher Ausführungen lassen sich in nahezu allen X-by-Wire-Anwendungen unterschiedliche Konstruktionswünsche abdecken.

Mit dem RFC 4800 (Bild 4) beispielsweise steht eine Ausführung zur Verfügung, die sämtliche in mobilen Anwendungen geforderten EMV- und EMC-Spezifikationen entspricht, Anforderungen der Schutzart bis IP69 erfüllt und sich dank unterschiedlicher Mechaniken und Steckermodule einfach in die unterschiedlichen Anwendungen integrieren lässt. Mehrere Interfaces stehen auch für die Miniatur-Variante RFC 4000 zur Verfügung. Dieser Sensor ist mit 7 mm Bauhöhe extrem flach und lässt sich auch bei beengten Einbauverhältnissen problemlos integrieren. Bei Bedarf sind auch applikationsspezifische Lösungen mit Sensoren, die auf dem magnetischen Hall-Effekt basieren, problemlos realisierbar.

Ein Beispiel dafür ist der RSC 66, der für die Gangwahlanzeige bei Geländefahrzeugen, Schneeschlitten oder Booten entwickelt wurde. Der in einem stabilen Kunststoffgehäuse untergebrachte Sensor wird direkt am Getriebe montiert. Er hält hier starken Vibrationen und Temperaturen bis 150 °C stand und ist

dicht gegenüber den verschiedensten Medien. Eine kleinere Variante dieses Sensors, der RSC 32, soll zukünftig ebenfalls in diesen Fahrzeugtypen eingesetzt werden, um z.B. vom Daumengasgriff die gewünschten Informationen „by wire“ an den Drosselklappensteller des Motors weiterzugeben.

Lenkwinkelsensorik: Der Trend geht zu kombinierter Sensorik

Aufgabe des Lenkwinkelsensors (Bild 5) ist das Erfassen der Lenkradposition durch die Ermittlung des Lenkwinkels. Gemeinsam mit der Geschwindigkeit und dem gewünschten Bremsdruck bzw. der Position des Gaspedals lässt sich das vom Fahrer gewünschte Fahrmanöver berechnen. Die Lenkwinkelinformation wird außerdem für die Fahrdynamikregelung (ESP) benötigt. Kein Wunder also, dass in diesem Bereich Konstrukteure mittlerweile Sensoren favorisieren, die sowohl die Winkelstellung als auch die Umdrehungsanzahl und das Drehmoment erfassen.

Dafür die passende Sensorik zu finden ist nicht unbedingt einfach, denn die heute üblichen Multiturn-Sensoren bringen je nach Anwendung durchaus Nachteile mit sich: Die kostengünstigen 10-Gang-Potentiometer beispielsweise genügen häufig nicht den Anforderungen an Robustheit und Zuverlässigkeit. Optische Encoderlösungen wiederum sind für den Kfz-Bereich zu teuer. Hier könnte jetzt ein neues, patentiertes Funktionsprinzip zum Problemlöser werden, das den GMR-Effekt nutzt (vgl. Kastentext 3). Es liefert absolute Positionswerte und eignet sich so gut für den Einsatz in True-Power-on-Systemen, da es auf keinerlei Referenzsignale angewiesen ist. Der getriebelose magnetische Multiturnsensor kann zusätzlich zum Drehwinkelsignal im stromlosen Zustand ohne Pufferbatterie und ohne Getriebe bis zu 16 Umdrehungen zählen und dauerhaft speichern. Konzepte für höhere Umdrehungszählungen (bis 12 bit, was 4096 Umdrehungen entspricht) liegen bereits vor und sollen in ein bis zwei Jahren realisiert werden. In Kombination mit einer Drehmomentmessung finden die getriebelosen Multiturns im Nutzfahrzeugebereich bereits heute reges Interesse. Konstrukteuren steht damit auch im Multiturn-Bereich eine zukunfts-sichere Sensorlösung zur Verfügung.

Kastentext 1: Potentiometer auf Leitplastikbasis

Kernstück eines potentiometrischen Sensors ist das Schicht-/Schleifersystem bestehend aus einem siebgedruckten Widerstand und einem beweglichen Schleifkontakt. Ein großer Vorteil dieses Systems besteht im einfachen Aufbau ohne komplizierte Elektronik, was das Sensorsystem äußerst preiswert und problemlos anwendbar macht. Die Auflösung ist nur begrenzt durch die nachgeschaltete Elektronik, 16 Bit sind erreichbar.

Kastentext 2: Hall-Sensoren

Wird ein Hallelement von einem Strom durchflossen, so liefert es eine Spannung quer zum Stromfluss, wenn ein Magnetfeld senkrecht zu beiden einwirkt. Da diese Spannung proportional zur magnetischen Feldstärke verläuft, ist durch Anbringen eines Positionsmagneten auf einer drehbaren Welle auf ein-

fachste Weise eine berührungslose Winkelmessung realisierbar. Durch Kombination mehrerer Sensorelemente und Integration der kompletten Signalverarbeitung in wenigen Bauelementen sind komplexe Systeme auf kleinstem Bauraum möglich. Die Systeme arbeiten weitgehend alterungsunempfindlich und unabhängig von Feldstärkenschwankungen der Gebermagnete. Sowohl kontaktlose, wellengeführte als auch berührungslose Systeme ohne mechanische Wellenanbindung ermöglichen die Messung bis zu vollen 360° oder gar über mehrere Umdrehungen.

Kastentext 3: Der GMR-Effekt für Multiturns

Der GMR-Effekt (Giant Magneto Resistance, also „Riesen-Magnetwiderstand“) ist ein quantenmechanisches Phänomen, das in dünnen Filmstrukturen aus ferromagnetischen und nichtferromagnetischen Schichten beobachtet wird: Hat man einen solchen heterogenen Aufbau aus zwei magnetischen Schichten (Sensorschicht und Referenzschicht), die durch eine nur wenige Atomlagen dicke, nicht magnetische Schicht getrennt sind, so beziehen die magnetischen Momente der beiden Schichten zueinander Stellung, sobald sie einem externen Magnetfeld ausgesetzt sind. Die Referenzschichtorientierung wird - z.B. durch einen künstlichen Antiferromagneten (AAF) - festgehalten. Dadurch richtet sich die Sensorschicht entweder parallel oder antiparallel dazu aus. Der elektrische Widerstand ändert sich dramatisch, wenn die magnetischen Momente in diesem „Sandwich“ umklappen. Stehen sie parallel zueinander, sinkt der Widerstand auf den Minimalwert, bei antiparalleler Ausrichtung erreicht er sein Maximum. Der Magnetisierungszustand einer solchen Struktur lässt sich also leicht durch eine ohmsche Messung bestimmen.

Bild 1: X-by-Wire ist heute sicherlich eines der wichtigsten Schlagworte bei der Konstruktion moderner Kraftfahrzeuge. Der Begriff steht für alle im Auto oder Nutzfahrzeug denkbaren Funktionen, die sich ohne Mechanik und Hydraulik elektrisch über „wire“ also „Draht“ abwickeln lassen.

Bild 2: Elektronischer Pedalwertgeber: Elektronische Pedalwert-Module bestehen aus Fahrpedal, Winkelsensor und einer Mechanik zur Nachbildung eines traditionellen Gaspedalgefühls für den Fahrer. Beim Betätigen des Gaspedals leitet der Pedalwertgeber die Information an die Steuerelektronik weiter. Diese berechnet daraus die Sollposition der Drosselklappe.

Bild 3: Drosselvorrichtung E-Gas und Leerlaufregelung: Die vom Pedalsensor erfassten Informationen werden über eine Steuer- und Korrektur Elektronik dem elektromotorisch angetriebenen Drosselklappensteller mitgeteilt. Die aktuelle Drosselklappenstellung wird durch einen Winkelsensor gemessen. Der Leerlaufregler steuert über die Drosselklappenstellung den lastunabhängigen Leerlauf des Motors und sorgt damit für eine Verbrauchsoptimierung.

Bild 4: Kontaktlose Sensoren, die den magnetischen Hall-Effekt nutzen, sind mittel- und langfristig eine überlegenswerte Alternative zum Potentiometer. Mit einer breiten Palette unterschiedlicher Varianten lassen sich hier unterschiedliche Konstruktionswünsche abdecken.

Bild 5: Die Vorteile des getriebelosen Multiturns lassen sich in zahlreichen Anwendungen nutzen. In Automobilen oder mobilen Arbeitsmaschinen können sie z.B. den aktuellen Lenkwinkel über mehrere

Umdrehungen direkt erfassen. Sie eignen sich aber auch für gewerbliche Rolltore, lineare oder rotative Stellantriebe, Antriebe für Armaturen, Klappen oder Ventile.

Bilder: Novotechnik

Über Novotechnik

Seit über 60 Jahren ist Novotechnik mit Stammsitz im schwäbischen Ostfildern wegweisend in der Weiterentwicklung der Messtechnik. Inzwischen arbeiten allein in Deutschland über 200 Mitarbeiter an Spitzenleistungen. Das Ergebnis sind leistungsstarke Weg- und Winkelsensoren, die weltweit aus Fertigung, Steuer- und Messtechnik oder aus dem Automobil nicht mehr wegzudenken sind. Die breitgefächerte Produktpalette umfasst Weg- und Winkelsensoren unterschiedlicher Funktionsprinzipien, spezielle Lösungen für den Automotive-Bereich sowie Messwertumformer und Messgeräte. Das deckt praktisch alle denkbaren Aufgabenstellungen ab und für spezielle Anwendungsbedürfnisse werden Lösungen maßgeschneidert.

Text: Michael Bachmann (Bild 6), Division Manager Automotive Sensors bei Novotechnik, und Ellen-Christine Reiff (Bild 7), Redaktionsbüro Stutensee