

Fortschritte in der Systemintegration ermöglichen ein komplettes Triangulationssystem auf zirka 10 mm x 30 mm PCB-Fläche

SYSTEMCHIP KANN OBJEKTABSTÄNDE KLASSIFIZIEREN, MESSEN UND AUSGEBEN

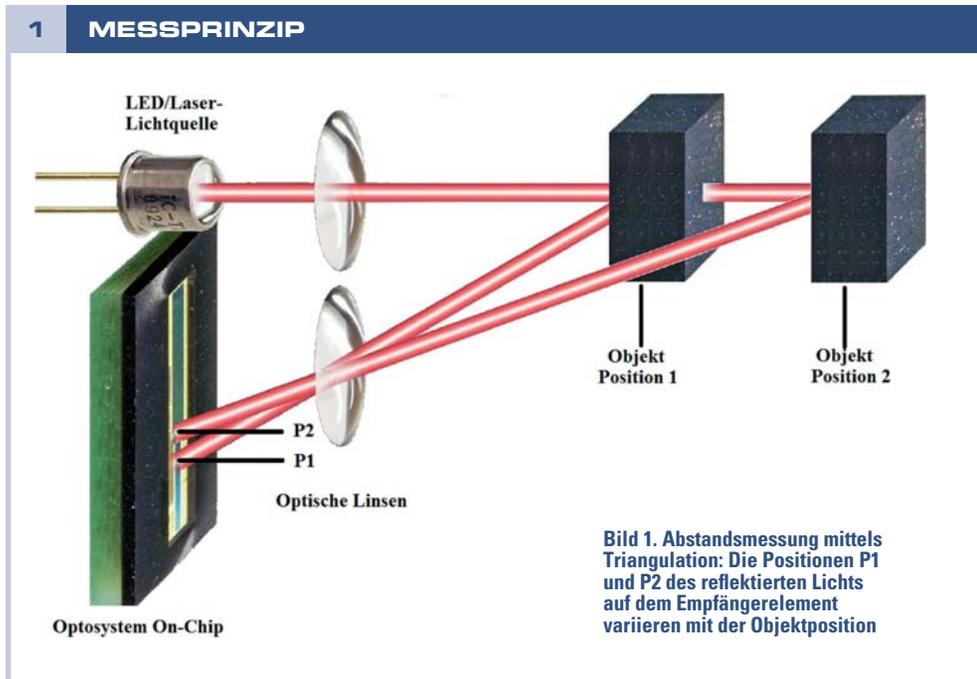
Optisch-elektronische Integration

Submicron-CMOS-Technologien sorgen in Optosensoren dafür, dass die Fotoelemente – Fotodioden, PSDs, Fotozeilen oder CCD/CMOS-Arrays – mit der gesamten Mixed-Signal-Auswerteschaltung zu einem Optosystem-on-Chip verschmelzen. Diese Integration birgt entscheidende Vorteile in Bezug auf Leistungsfähigkeit, Geschwindigkeit und Systemkosten, wie das Beispiel eines Triangulationssensors zeigt.

BERND SCHRÖRS
MARKO HEPP

Die Abstandsmessung mittels Triangulation basiert auf einer einfachen geometrischen Beziehung. Der Strahl einer Laser- oder LED-Lichtquelle wird auf das zu messende Objekt gerichtet, das reflektierte Licht dann über eine Optik gebündelt und auf einen Fotoempfänger geleitet. Letzterer kann eine Fotozeile oder ein positionsempfindliches Fotoelement (Position-Sensitive Device, PSD) sein. Die Intensität des reflektierten Lichts ist von der Oberfläche des Objekts, und die Position des reflektierten Lichts auf dem Fotoelement ist vom Abstand zum Objekt abhängig (Bild 1). Die typischen Anwendungen eines Triangulationssensors sind:

- allgemeine Abstandsmessung,
- Dickenmessung und/oder Minimal-/Maximalwertüberwachung,

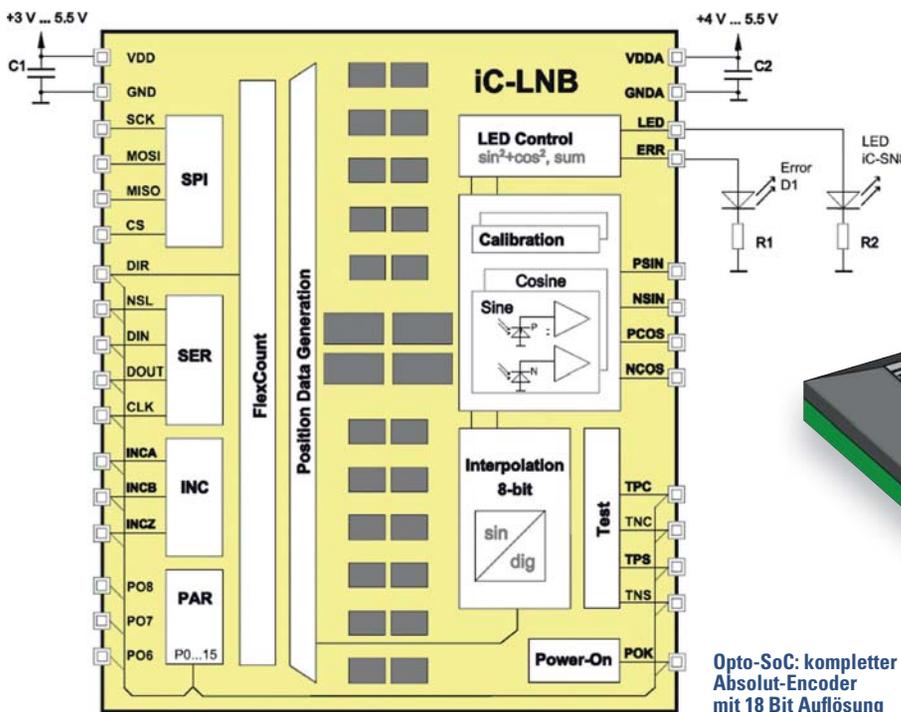




WISSENSWERT

Im Trend: optisch-elektronische Systemintegration. Die Integration von optischen Komponenten, der Signalaufbereitung, der Verarbeitung und der Kommunikation zu einem Opto-SoC verfolgt das Ziel, den Platzbedarf zu reduzieren und dabei die Leistungsmerkmale zu steigern. Die verwendeten Gehäuse müssen zuverlässig und lichtdurchlässig sein und eine uneingeschränkte SMD-Verarbeitung erlauben. Beim iC-Haus haben sich so genannte OptoBGA- und OptoQFN-Gehäuse bewährt. Die Chip-Abmessungen können dabei variieren; sie hängen vor allem von der Zahl und der Art der zu integrierenden Fotoelemente ab, mit denen beispielsweise eine Encoder-Codescheibe oder eine reflektierte Lichtquelle erfasst wird. Das Bild zeigt ein typisches Optosystem-on-Chip mit 26 Fototransistoren unterschiedlicher Größe und optimier-

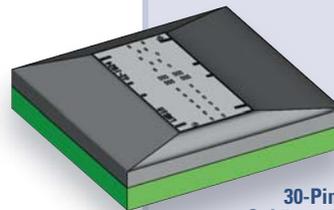
ter Anordnung zum Abtasten einer Codescheibe. Die Signalverarbeitung für den absoluten Einchip-Encoder „iC-LNB“ mit einer Auflösung von 18 Bit befindet sich mit auf dem Substrat. Die optischen Gehäuse optoQFN und optoBGA mit Abmessungen und Pinanzahl sind perspektivisch dargestellt. Die Anordnung der Fotoelemente und die Positionen der Funktionsblöcke entsprechen annähernd auch der tatsächlichen Aufteilung auf dem Chip und machen deutlich, wie die optische Abtastung die Geometrie des Chips dominiert. Noch deutlicher wird dies bei Fotozeilen, die für andere optischen Sensoren, etwa bei Abstandsmessungen mittels Triangulation, verwendet werden. Grundvoraussetzung für eine solche Integration optischer Systeme ist eine zuverlässige Submicron-Mixed-Signal-CMOS-Technologie.



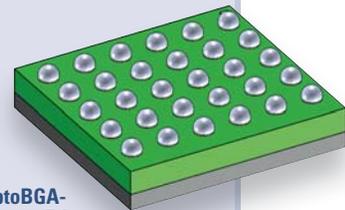
**Opto-SoC: kompletter
Absolut-Encoder
mit 18 Bit Auflösung**

KONTAKT

iC-Haus GmbH,
55294 Bodenheim,
Tel. 06135 9292-0,
Fax 06135 9292-192,
www.ichaus.de



**30-Pin-OptoBGA-
Gehäuse, 7,5 mm x 7,1 mm**



- Pegelstandsmessung und Grenzwertüberwachung,
- Abtasten von Oberflächen,
- Überwachen von Durchbiegungen,
- berührungslose Fernerfassung von Strickmarkierungen,
- Positionsnachführung bei Robotern und Automaten,
- Präsenzmessung mit Hintergrundausblendung.
- Je nach Anwendung variieren die Anforderungen an die Lichtquelle, die Optik und die Geometrie des Triangulationsensors. Insbesondere bestimmen der Entfernungsmessbereich zum Objekt, die gewünschte Auflösung und die Dy-

namik des Messbereichs die Auswahl der Lichtquelle sowie die Auswahl und Gestaltung des Fotoempfängers. Eine weitere wichtige Größe ist die geforderte Abtastrate.

Laserdioden sind als Lichtquellen bei Abstandssensoren wegen ihrer hohen Lichtbündelung und Ausbeute weit verbreitet im Einsatz [1]. Die großen Fortschritte in der LED-Lichtausbeute bei High-Brightness- (HB-) LEDs ermöglichen jetzt auch den Einsatz bei Entfernungen im Meterbereich. LEDs sind als preiswerte Lichtquellen besonders interessant. Die Integration von LED-Treiber, Optosensoren, Signalconditionierung und Auswertung anhand

von programmierbaren Parametern bietet eine weitere Möglichkeit, die Kosten – bei einem Maximum an Konfigurationsmöglichkeiten – einzuschränken.

Programmierbares PSD

In vielen Anwendungen überwacht der Abstandssensor Grenz- und Endpositionen, bei deren Erreichen er einen schaltenden Digitalausgang aktiviert. Alternativ dazu kann auch direkt ein Relais geschaltet oder die Information über einen Feldbus an eine Robotersteuerung oder einen Antrieb weitergegeben werden. Besonders für kostensensitive Reflexlichttaster bringt die Integration zu einem Opto-SoC (siehe **ⓘ-Kasten**) entscheidende Vorteile. Hierzu wurde mit dem „iC-LO“ ein programmierbares PSD entwickelt. Es besitzt je eine Fotodiode für die Klassifizierung des Fern- und Nahfelds. Der konfigurierbare

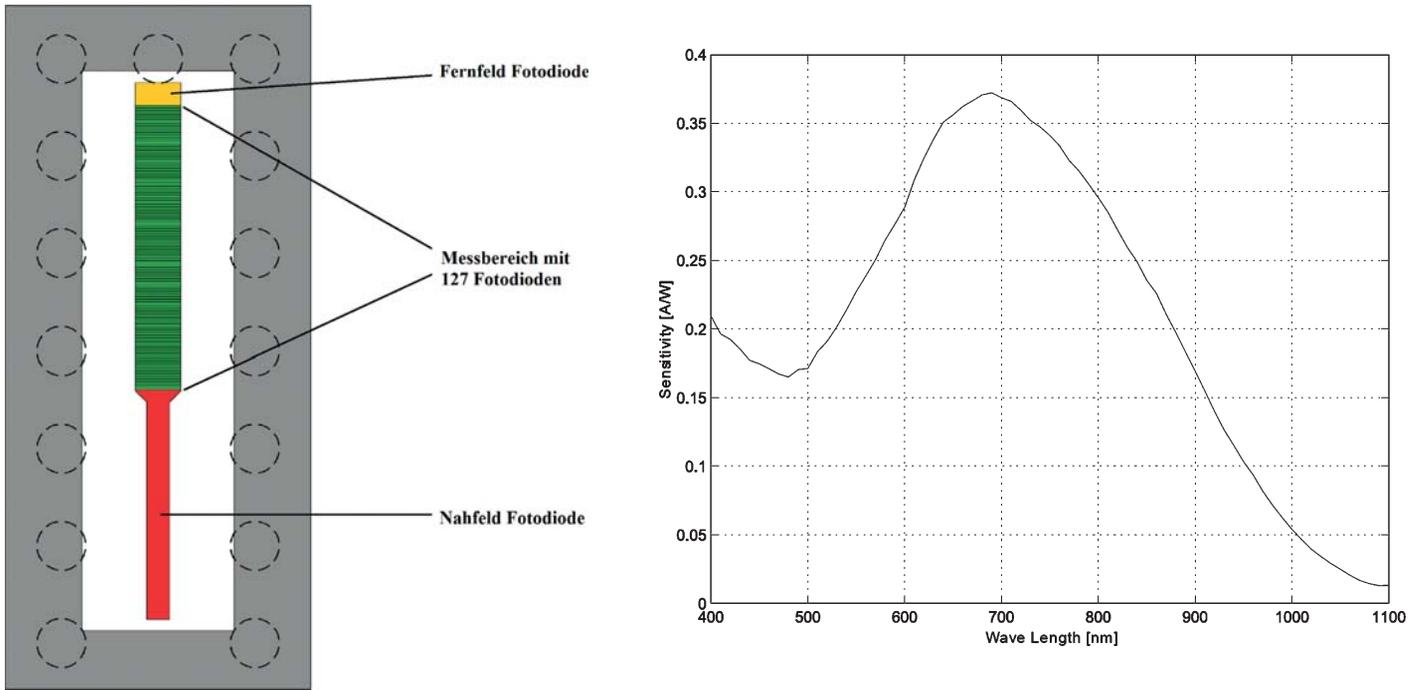


Bild 2. Fotodiodenstruktur zur Klassifizierung in Messbereiche (links); Empfindlichkeit der Fotodioden (rechts)

Messbereich besteht aus 127 Fotodioden. **Bild 2** zeigt im linken Teil die Struktur der 7 mm langen Fotozeile mit 129 Elementen in der geometrischen Anordnung mit den runden Anschluss pads des 15-poligen „OptoBGA“-Gehäuses. Der rechte Bildteil verdeutlicht die breite spektrale Empfindlichkeit der verwendeten CMOS-Technik, die ihr Maximum im roten Farbbereich hat.

reichs kann dazu dem Nahfeld zugeordnet werden. Der verbleibende Rest wird automatisch dem Fernfeld zugeordnet.

Die Summenströme des eingestellten Nah- und Fernfelds werden in Transimpedanzverstärkern gewandelt. Die Verstärkungskennlinie wird dynamisch der Empfangslichtstärke angepasst und geht bei sehr starken Eingangssignalen, etwa aufgrund von stark reflektierenden Objekten, in eine logarithmische Kennlinie über. Dadurch wird ein 100 dB großer Dynamikbereich erreicht. Die bereits vorhandene hohe Gleichlichtunterdrückung der AC-Verstärker kann mithilfe einer zusätzlichen Filterbeschichtung des Glases auf eine Beleuchtungsstärke von bis zu 100 klx erhöht werden.

Die verstärkten Nah-/Fernfeld-Signale werden als Summensignal Komparatoren zugeführt, um einen zu geringen Lichteinfall über einen zusätzlichen Ausgang zu melden. Mittels eines Differenzverstärkers wird ein Differenzsignal erzeugt, das einen Komparator zur Objektklassifizierung verwendet. Die mögliche Auflösung des Schaltabstands ist dabei wegen der zusätzlichen Programmierbarkeit des Differenzverstärkers wesentlich höher, als es die Geometrie der Messbereichsdioden allein vermuten lässt.

Ein nachgeschaltetes, programmierbares digitales Filter steuert die zwei komplementären Schaltausgänge. Alle Einstellungen und Parametrierungen erfolgen über die integrierte SPI-Schnittstelle. Für die direkte Ansteuerung einer LED-Lichtquelle wurde eine in 16 Stufen programmierbare Low-Side-Konstantstromquelle von 112 mA bis 1,15 A integriert. Alternativ kann beispielsweise eine Laserlichtquelle mit einem CMOS-Digital-Ausgangssignal angesteuert werden. Die Impulsdauer und auch die Art der Messzyklen sind an unterschiedliche Lichtquellen und variierendes



LITERATUR

- 1 Uwe Malzahn: Laserdioden verstehen und sicher ansteuern; Photonik 05/2003, 64
- 2 Uwe Malzahn: Kompakte Sensor-IO-Lösung; EL-Info 02/2009, 24
- 3 David Lin, Uwe Malzahn, Álvaro Pineda Garcia: PNP/NPN/PP oder IO-Link?; EL-info 03/2011, 44

Die aktive Fotodiodenfläche der festen Nahfelddiode beträgt 0,927 mm², die der konfigurierbaren Messbereichsdioden 2,23 mm² und für die feste Fernfelddiode 0,16 mm². Über die Zuordnung des Messbereichs wird ein weiter Abtastbereich einstellbar. Eine beliebig programmierbare Anzahl der 127 Fotodioden des Messbe-



DIE AUTOREN

Dipl.-Ing. **BERND SCHRÖRS** ist Entwicklungsingenieur beim iC-Haus in Bodenheim.



Dipl.-Ing. **MARKO HEPP** ist beim iC-Haus als Applikationsingenieur tätig.



3 SENSOR

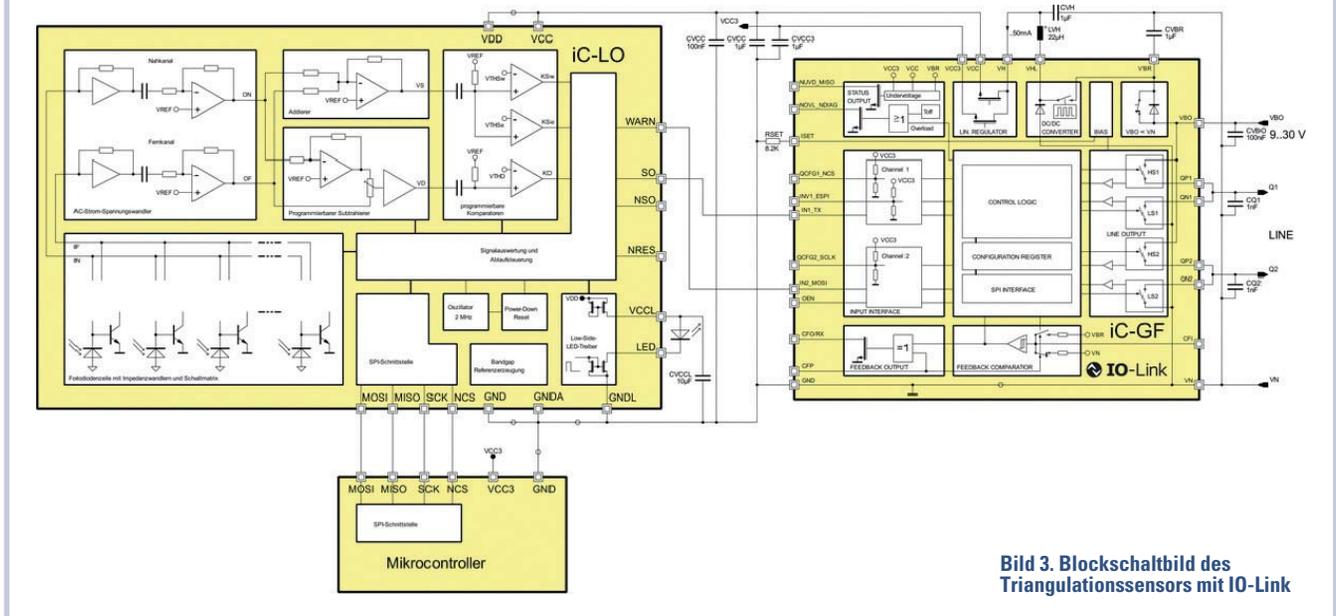


Bild 3. Blockschaubild des Triangulationsensors mit IO-Link

Reflexionsverhalten der Objekte anpassbar. Dank des programmierbaren PSD und der internen 2-MHz-Takterzeugung sind hohe Abtastraten von bis zu 13,9 kHz erreichbar.

Flexibler Sensoraufbau mit nur drei ICs

Die komplette Integration des iC-LO-Optosystems für die Triangulation erfordert extern nur noch eine LED, einen Low-Cost-Mikrocontroller zur Parametrierung und

einen Schnittstellenbaustein für die Schaltungsausgänge (NPN/PNP/PP) und/oder die Feldebene (etwa über IO-Link [2, 3]). **Bild 3** zeigt die Gesamtschaltung für den Sensor, bestehend aus nur noch drei ICs. Das 15-polige OptoBGA-SMD-Gehäuse des iC-LO benötigt nur etwa 4 mm x 9 mm Platz auf der Platine. Ein kompletter Abstandssensor ist daher auf zirka 10 mm x 30 mm PCB-Fläche realisierbar (**Titelbild**). Das Power Management des iC-LO und des Mikrocontrollers übernimmt der im IO-Link-Transceiver

„iC-GF“ integrierte Schaltwandler mit zwei Ausgangsspannungen. Die Versorgung des kompletten Sensors erfolgt über die extern zugeführte 24-V-Industriespannung.

Die vom Markt geforderte Variantenvielfalt bei den digitalen Sensorausgängen verursacht in der Entwicklung, in der Lagerhaltung und im Vertrieb erheblichen Zusatzaufwand. Diese kann dank der flexiblen Einstellung des iC-GF über die Parametrierung für eine Aufteilung der zwei Schaltausgänge, beispielsweise in IO-Link und NPN/PNP/PP, vorgenommen werden. Dies wiederum spart Entwicklungskapazitäten und reduziert die Produktvielfalt in der Entwicklungsphase. Während des Produktlebenszyklus bleibt die Produktvielfalt ohne Hardware-Änderungen erhalten und reduziert die Kosten durch weniger Lagerbestand, geringere Kapitalbindung, vereinfachte Logistik und reduzierte Folgekosten für Services beim Endkunden.

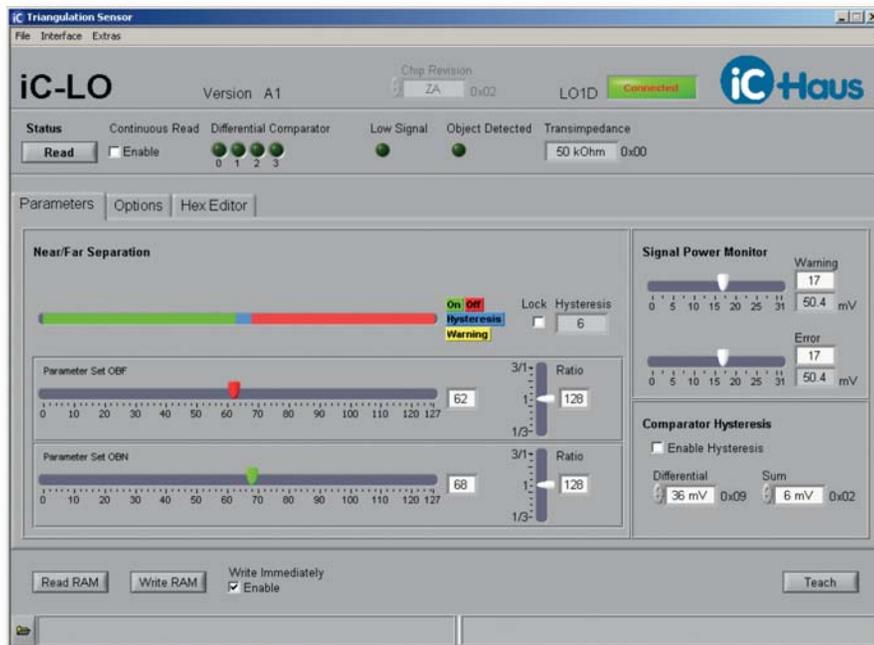


Bild 4. Benutzeroberfläche zur Parametrierung

Evaluierungsboard gestattet schnelles Design-in

Im iC-LO-Optosystem sind bereits mehrere Messprogramme wie Einzel- oder periodische Messung realisiert. Dies vereinfacht die Steuerung über den Mikrocontroller und SPI sowie die Kommunikation über den USB zum PC in der Entwicklungsphase. Auf der Evaluationsplatine befindet sich ein direkter USB-Anschluss, der mit der dazugehörigen grafischen Benutzeroberfläche eine komplette Steuerung und

Parametrierung des Systems zulässt.

Zusätzlich ist eine Produkt-DLL als API für eigene Softwareentwicklungen verfügbar. **Bild 4** zeigt die Benutzeroberfläche mit der grafischen Auswahl der Parameter und allen angezeigten internen Statusinformationen sowie eine Auswahl der internen Messprogramme.

Die eingestellten Parameter können nach dem Abgleich auf der PC-Festplatte gespeichert und wieder geladen werden. In der Produktionsphase erfolgen Ab-

gleich und Einstellung etwa über IO-Link oder eine andere Feldbusschnittstelle. Im FLASH/EEPROM des Mikrocontrollers können dann die Parameter nach dem Teach-in für den Sensor mit oder ohne Schreibschutz und Prüfsumme abgespeichert werden. Auch eine spätere Neueinstellung oder Änderung durch die übergeordnete Steuerung ist dann ebenfalls möglich. *(ml)*

www.EL-info.de

645301



FAZIT

Optosystem-on-Chip. Das programmierbare PSD iC-LO bildet das Herzstück eines Optosystems-on-Chip – und somit die Grundlage für die Entwicklung besonders kompakter und flexibler Triangulationssensoren für Reflexlichttaster. Die damit möglichen Abtastraten reichen bis 13,9 kHz.