

# OEM-TRANSMITTER: ALL INCLUSIVE

von Daniel Hofer, Dipl. El.-Ing. FH und Bernhard Vetterli, Dipl. El.-Ing. HTL

## Miniaturisierung in der Druckmesstechnik

Bei den OEM-Transmittern von Keller handelt es sich doppelt – und im besten Sinne - um embedded Systeme. Zum einen sind Sensor und Folgeelektronik in das gleiche Gehäuse eingebettet, zum anderen eignet sich die Transmitter-Kapsel hervorragend zur Einbettung in applikationsspezifische Systeme. Das Ausgangssignal ist je nach Bedarf normiert und über Temperatur kompensiert, ratiometrisch oder digital.

Die bei Keller entwickelte Chip-in-Oil-Technologie (CiO) setzt den Trend zur Miniaturisierung in der Sensorik in die Wirklichkeit um. Markante Vorteile sind die damit erreichbare hoch kompakte Bauform, die hohe Widerstandsfähigkeit gegen elektrische Störfelder und die hohe Vibrationsbeständigkeit durch kleine Massen und kurze Leitungswege.

Im Klartext bedeutet CiO-Technologie, dass im gleichen Gehäuse unmittelbar neben dem Drucksensor ein ASIC montiert wird, der dem Anwender eine Reihe von vorteilhaften Funktionalitäten bietet. Deshalb wird die Druckmesskapsel aber nicht grösser, die Aussenmasse bleiben dieselben. Dieses Transmitter-Konzept ist in den Gehäusen 4L ... 9L, ab einem Durchmesser von 11 mm lieferbar.

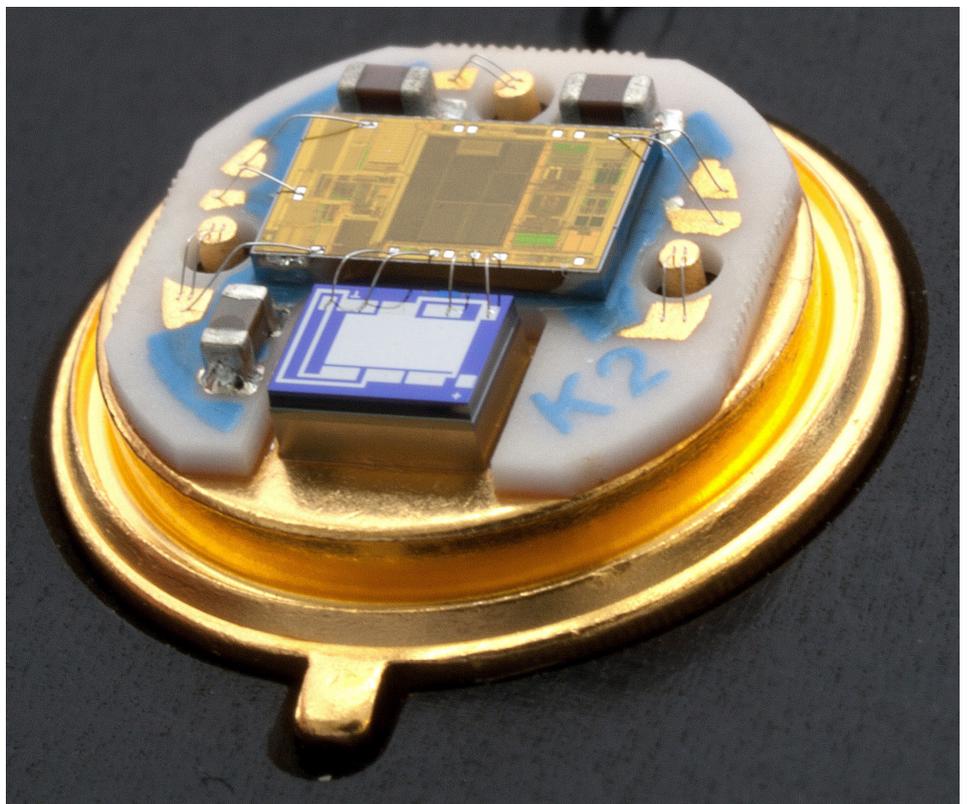
Eingesinterte, druckfeste Glasdurchführungen liefern die Transmitter-Signale nach aussen. Im Innern erfolgt die Verdrahtung durch kurze, leichte Bonddrähte - alles unter Ausschluss von Luft unter Öl. Als Erstes kann also beim weiteren Einbau des Druckaufnehmers auf den Anschluss filigraner Signalaufberei-

tungsplatinen samt vieladriger Verkabelung verzichtet werden. Als Zweites muss diese Folgeelektronik auch nicht vor Feuchte und Betauung geschützt werden.

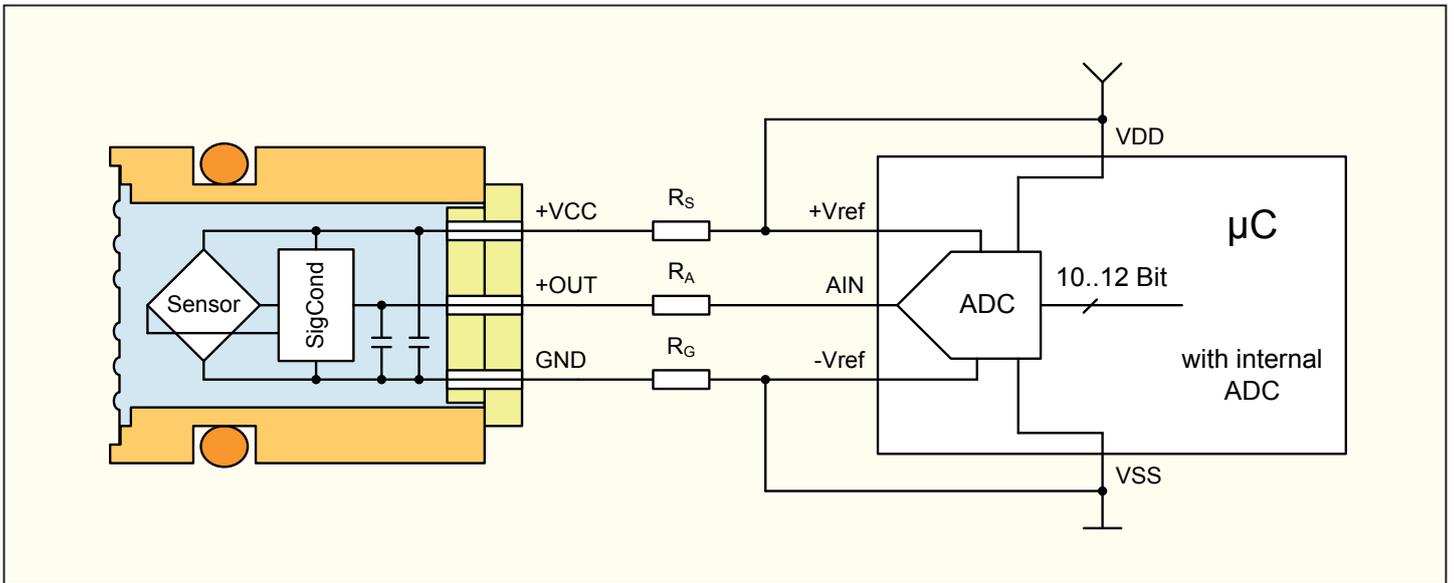
Zusammen mit dem Edelstahlgehäuse wirken die Glasdurchführungen wie Durchführungskondensatoren und bilden einen Faraday'schen Käfig. Damit ist die CiO Technologie extrem robust gegen elektrische Felder. Selbst Feldstärken von 250 V/m bei Frequenzen bis 4 GHz können das Messsignal nicht beeinflussen. Die digitale Schnittstelle muss vom Gerätebauer selbst geschützt werden.

Der ASIC ist als Mikrocontroller mit entsprechender Peripherie ausgelegt, so dass die Sensorsignale mit grosser Auflösung und Dynamik erfasst werden können. Zusätzlich zum eigentlichen Prozessdruck wird die Temperatur des Drucksensors gemessen und bei der Signalaufbereitung zur mathematischen Temperatur-Kompensation verwendet.

Die OEM-Transmitter bieten zwei Ausgangssignale: einen ratiometrischen analogen Spannungsausgang und eine digitale Inter-Integrated-Circuit-Schnittstelle (I2C).



Die empfindlichen Sensorsignale werden über ultrakurze Wire-Bond-Drähte mit dem Signalkonditionierungs-IC verbunden und als niederohmiges, aufbereitetes Signal durch die Glasdurchführungs pins nach aussen geführt. Selbst der EMV- und ESD-Schutz sind integriert.



Schematischer Aufbau eines C-Linie OEM-Transmitters, direkt verbunden mit einem Mikrokontroller mit integriertem Analog/Digital-Konverter. Wird darauf geachtet, dass die Leitungswiderstände niedrig gehalten werden, ist keine Kalibration nötig, da der ADC und der „SigCond“ aufeinander referenziert sind.

### Ratiometrisches Ausgangssignal

Der Trick mit dem ratiometrischen Format des Ausgangssignals ist, dass es eigentlich kein Format hat. Denn es ist abhängig von der Versorgungsspannung. Für die Anwendung in integrierten Systemen ist das ein unschätzbare Vorteil. Wird nämlich der dem Transmitter nachfolgende Analog/Digitalwandler mit derselben Versorgungsspannung betrieben, so ist der digitale Messwert immer korrekt. Das liegt daran, dass zwar die Höhe der Digitalisierungsstufen von der Versorgungsspannung abhängt, nicht aber die Zahl der Stufen – und auf die kommt es an. Mit der Nutzung ratiometrischer Signale lässt sich der Aufwand für die Signalübergabe vom Drucktransmitter an den A/D-Wandler der Folgeelektronik deutlich verringern und Kalib-

rierungsschritte werden überflüssig - im Speziellen beim Anschliessen an einen Mikrokontroller mit integriertem A/D-Wandler ist er gleich Null. Trotzdem ist eine Spanne des Ausgangssignals spezifiziert, nämlich 0,5 ... 4,5 V bei einer Speisespannung von 5,0 V. Mit einer stabilen und genauen Versorgungsspannung kann diese Spanne auch direkt als „Normsignal“ genutzt werden. Die Abtastrate von 2 kHz bietet einen erstaunlich guten Dynamikumfang für ein Produkt, das auf dem AD/DA-Prinzip basiert. Obendrein bietet die embedded Elektronik in CiO-Technologie übrigens einen permanenten Überspannungs- und Verpolungsschutz auf allen Leitungen bis  $\pm 33$  VDC.

Daten und den Takt für die synchrone Abfrage (Clock) zwei Leitungen. An den Master werden somit keine Anforderungen an das Timing gestellt, er bestimmt es. Jeder OEM-Transmitter hat eine eigene Adresse, die vom I2C-Master angesprochen wird. In der derzeitigen Konstellation könnten von einem Master 128 unterschiedliche Adressen verwaltet werden. Die Druck- und Temperaturwerte werden durch einen Request des Masters erfasst und stehen dann an den Transmittern (Slaves) nach weniger als 4 ms bereit um nach einem vorgegebenen Protokoll ausgetakktet zu werden. Die Werte sind über Temperatur kompensiert und normiert und müssen nur noch von 15 Bit-Ganzzahl in einen einheitsbehafteten Druck bzw. eine Temperatur skaliert werden.

### Embedded-Schnittstelle I2C

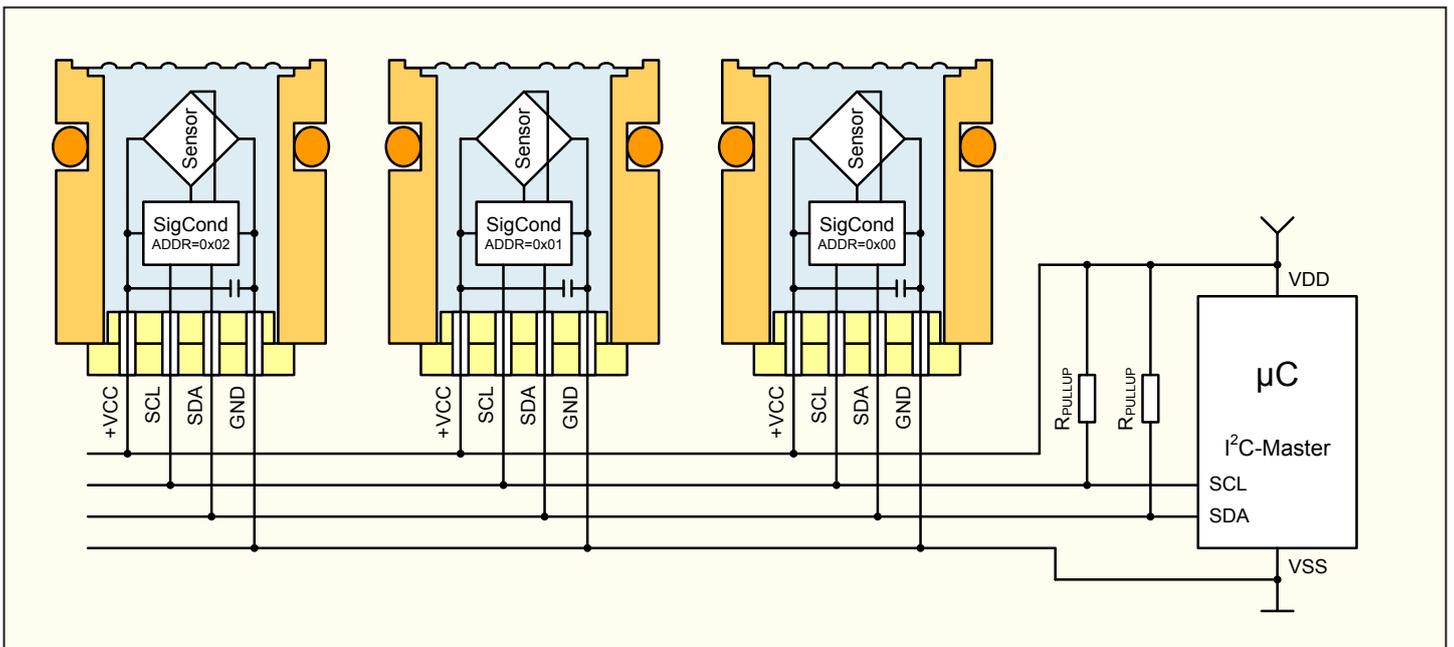
OEM-Transmitter in der Grösse von Druckmesskapseln werden nie direkt an Feldbussysteme angeschlossen. Vielmehr verfügen die jeweiligen Kopplmodule über entsprechende Eingangsschnittstellen, wie z.B. für die Inter-Integrated-Circuit- bzw. die I2C-Schnittstelle. Sie gilt seit Jahren als serieller Standard zur Überwindung kurzer Strecken in embedded Systemen. Der I2C-Master benötigt für die seriellen



Serie 4 LC / 4 LD  
...der Kleinste mit Durchmesser 11 mm



Serie 6 LC  
...die Hochdruckversion



Schematischer Aufbau eines Mini-Netzwerkes von D-Linie OEM-Transmittern mit I2C-Schnittstelle. Zwei freie digitale Tri-State I/O-Leitungen sind einzige Anforderung an den Mikrocontroller, der als Master das Timing frei bestimmt.

### Mobiler Einsatz

Im Gegensatz zur CiO-Version mit ratiometrischem Ausgang können die CiO-Versionen mit I2C-Ausgang auch mit nur 1,8...3,6 VDC Versorgungsspannung arbeiten. Sie sind damit bestens auf mobile, batteriebetriebene Anwendungen vorbereitet. Dazu gehört aber auch die kurze Wandlungszeit von weniger als 4 ms, während der lediglich 1,5 mA gezogen werden und der bestens optimierte Sleep-Mode - in dem die Transmitter, wenn sie nicht angefragt werden, verharren – der mit typisch 0,1  $\mu\text{A}$  spezifiziert ist. Falls der Master eine angemessen schnelle Kommunikation erlaubt, können somit bis zu 250 Samples pro Sekunde erreicht werden.

### OEM-Transmitter für alle

Je nach Format des Ausgangssignals – ratiometrisch oder digital – ändern sich typische Kenndaten. Mit dem analogen Ausgang kann der Transmitter bei Temperaturen zwischen -40 °C bis +150 °C eingesetzt werden, während der I2C-Ausgang die obere Grenze bei 110 °C ziehen muss. Der Druckbereich der analogen Version reicht von 1 bar bis 1000 bar und bei der digitalen Version von 1 bar bis 200 bar. Für einen erhöhten Dynamikumfang bei erhöhtem Stromverbrauch von max. 8 mA sollte die analoge Version gewählt werden. Für Low Voltage und Low Power Applikationen empfiehlt sich die digitale Version, die auch die Temperaturinformation mitliefert.

### Zusammenfassung

Mit den OEM-Transmittern der C-Serie schlägt Keller ein neues Kapitel der hoch integrierten Druckmesstechnik auf. Das Chip-in-Oil-Konzept bringt die Signalaufbereitung direkt in das mit Öl gefüllte, schützende Gehäuse der Druckmesskapsel aus Edelstahl. Dort findet die Linearisierung, Temperaturkompensation und Parametrierung statt. Zur Integration in übergeordnete Systeme oder batteriebetriebene Geräte stehen Versionen mit ratiometrischem Spannungsausgang oder mit seriell-digitaler I2C-Schnittstelle zur Verfügung. Je nach Applikation sind unterschiedliche Bauformen lieferbar.



Serie 9 FLC / 9 FLD  
...mit Flansch zum Schweißen oder Dichten



Serie 9 LC / 9 LD  
...als Niederdruckversion