

# Mikroelektronik in der Prozessautomatisierung

Ulrich Kaiser, Endress+Hauser Consult AG, Reinach, Schweiz

## Zusammenfassung

In der Prozessautomatisierung insbesondere für die Prozess-Sensoren ist die Mikroelektronik einer der Schlüssel für die wichtigsten Trends in dieser Branche. Neue und zukünftige Anforderungen an den Informationsgehalt der Sensoren sind nur mit grossem Einsatz von Mikroelektronik zu leisten. Es geht hier darum Funktionalitäten von Analysetechnik aus dem Laborbereich in Prozess-Sensoren zu integrieren. Ein weiterer, schon lange anhaltender Trend ist der zunehmende Performance-Beitrag der Mikroelektronik zugunsten einfacherer Sensortechnologien.

### 1 Prozessautomatisierung

Um die besonderen Anforderungen der Prozessautomatisierung gegenüber der Fertigungsautomatisierung deutlich zu machen, sei hier die formale Definition der DIN 66201 herangezogen, die einen Prozess wie folgt definiert: „Ein Prozess ist eine Gesamtheit von aufeinander einwirkenden Vorgängen in einem System durch die Materie, Energie oder Information umgeformt oder gespeichert werden. Ein technischer Prozess ist ein Prozess, dessen physikalische Grössen mit technischen Mitteln erfasst und beeinflusst werden.“ Zur Erfassung dieser physikalischen Grössen, zu denen in diesem Kontext auch chemische Grössen gehören, dienen Prozess-Sensoren. Typische Prozesse, in denen Prozess-Sensoren eingesetzt werden, sind Prozesse der chemischen Verfahrenstechnik, Prozesse der Nahrungsmittel-Produktion (z.B. Bier brauen) aber auch Kraftwerke. Die heute zumeist eingesetzten Sensoren in der Prozess-Automatisierung messen die „einfachen“ Messgrössen Temperatur, Druck, Füllstand und Durchfluss.

### 2 Prozess-Sensoren

Prinzipiell ist jeder Prozess-Sensor nach dem Schema in Abbildung 1 aufgebaut. Das eigentliche Sensor-Element übersetzt die gemessene Wunsch-Messgrösse mit verschiedensten Wirkmechanismen in eine elektrische Grösse, die von einem Vorverstärkermodul in eine digitale elektrische Grösse um dann in der Verarbeitungseinheit auf die normativen Anforderungen des übergeordneten Steuerungssystem angepasst zu werden. Der Vorverstärker sowie die Verarbeitungseinheit sind mit Mikroelektronik realisiert.

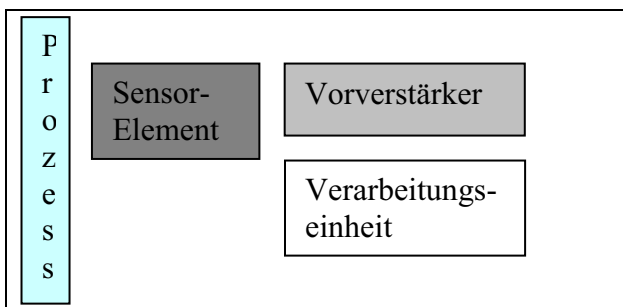


Abbildung 1: Prinzip eines Prozess-Sensors

Die besonderen Anforderungen an Mikroelektronik in Prozess-Sensoren sind wie folgt:

Extrem hohe Betriebslebensdauer: Einsatz-Dauern von bis zu 20 Jahren sind für Prozess-Sensoren typisch und diese Einsatz-Dauer möglichst ohne jede Unterbrechung. Zum Vergleich: Die typische Betriebsdauer eines Automobils beträgt gerade mal 3000 Stunden, das sind weniger als ein Jahr.

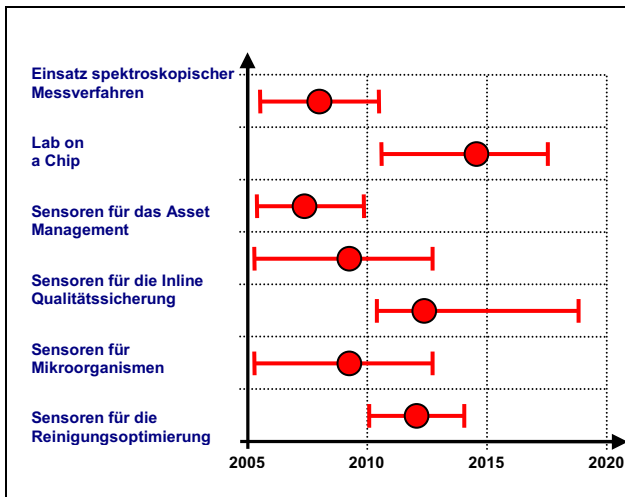
Prozess-Sensoren erfordern Elektronik und elektronische Anslusstechnik in explosionsgeschützter Ausführung.

Die in der Prozesstechnik immer noch vorherrschende Zweileiter-Anslusstechnik begrenzt die maximale Versorgungsleistung für Prozess-Sensoren auf 40 bis 50 mW.

Letzteres stellt wohl heute und auch in Zukunft die grösste Herausforderung für die Mikroelektronik in Prozess-Sensoren dar.

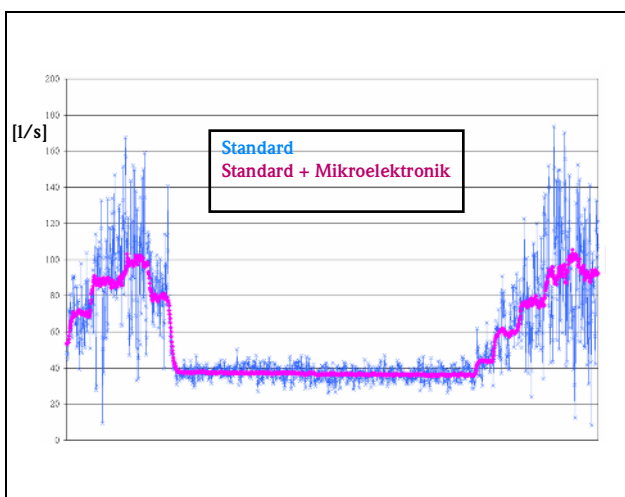
### 3 Neue/zukünftige Anforderungen an Prozess-Sensoren

Auf diese Frage haben die Projekte ZVEI Roadmap 2015+ vom Jahre 2006 /2/ und die NAMUR/GMA Roadmap Prozess-Sensoren vom Jahre 2005 /1/ eine klare Antwort gegeben. Prozess-Sensoren in Zukunft werden mehr Information generieren müssen. Neben klassischen Prozess-Parametern (siehe oben) werden mehr stoffliche Informationen des Prozessgutes angefragt. Zusätzliche Informationen über stoffliche oder qualitätsbezogene Eigenschaften dienen der weiteren Prozessoptimierung. Die Abbildung 2 zeigt eine Roadmap aus dem ZVEI-Projekt, wo die Anforderungen am Beispiel der Nahrungsmittelproduktion dargestellt sind. Es geht darum, Analysetechnik aus dem Laborbereich in einen Prozess-Sensor zu integrieren. Dies bedeutet für die Mikroelektronik weitere Leistungssteigerungen unter den oben definierten Randbedingungen, um z.B. die für eine spektroskopische Auswertung notwendige Chemometrie online und in Echtzeit im Sensor durchführen zu können.



**Abbildung 2:** Technologie-Roadmap aus dem Bereich Nahrungsmittelproduktion aus [2/

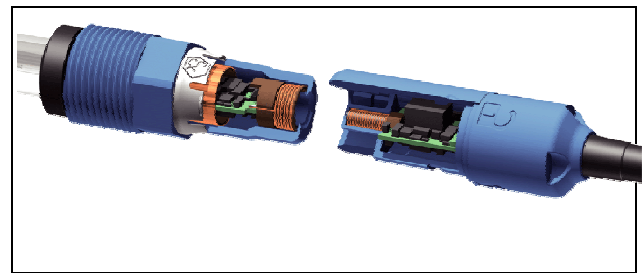
Weitere Entwicklungen werden insbesondere aus Herstellersicht vorangetrieben und zwar die Vereinfachung und damit Verbilligung des Sensor-Elements und Ersetzen der entstehenden Performance-Lücke durch einen zusätzlichen Performance-Beitrag, welcher durch die Mikroelektronik geleistet wird. Dies sei am Beispiel eines Durchfluss-Sensorsystems in der Abbildung 3 veranschaulicht. Eine besondere Messapplikation, die durch einen sehr hohen Anteil an parasitären Störsignalen gekennzeichnet ist, wurde klassischerweise mit einem sehr aufwändigen und damit teuren Sensor mit sehr hoher Signalintensität bedient. Die Verwendung eines standardmässigen Sensors ergibt die in der Abbildung gezeigte sehr schlechte Signal-Performance (blaue Linie). Durch den Einsatz von zusätzlicher Mikroelektronik (mehrere DSPs sowie besonderer Signalverarbeitung) kann ein gutes Ergebnis auch mit dem einfacheren Standard-Sensor erreicht werden (Abbildung 3, rote Linie).



**Abbildung 3:** Gegenüberstellung Standard-Sensor ohne und mit zusätzlicher Mikroelektronik

Die höhere räumliche Integration der Mikroelektronik erlaubt es die klassische Separation von Sensor und

Transmitter in einem Prozess-Sensor aufzuheben und den Vorverstärker aber auch Teile der Verarbeitungseinheit direkt am Sensor und nah am Prozess zu realisieren. Dies bringt Kosten- und Handlingsvorteile. Abbildung 4 zeigt dieses Vorgehen am Beispiel des Memosens pH-Sensors.



**Abbildung 4:** pH-Sensor „Memosens“ mit im Sensorkopf integrierter Auswertung und kontaktloser Signal- und Energieübertragung.

#### 4 Forderungen an die Mikroelektronik

Durch die oben beschriebene engere Integration der Mikroelektronik an das Sensor-Element wirken die Betriebsbedingungen des Prozesses auch direkt auf die Mikroelektronik ein, die diesen dann widerstehen muss. Temperatur-Betriebsfestigkeit von Stickstoff-Temperatur bis +170° sind daher erforderlich.

Die Tendenz der erhöhten Ansprüche an Verarbeitungsumfang bei nach wie vor strikter Leistungsbegrenzung lassen den Einsatz von standardisierten Mikroprozessoren immer weniger optimal werden. Wir sehen hier in der neuen Technologie der dynamisch partiell programmierbaren FPGAs eine wirksame Möglichkeit, dieses Dilemma zu überkommen.

Heutige Prozess-Sensoren sind ohne mikroelektronische Realisierung nicht denkbar. Die bereits identifizierten zukünftigen neuen Anforderungen sind nur mit einem weiter erhöhten Performance-Beitrag der Mikroelektronik zu erreichen.

#### 5 Literatur

- [1] Technologie Roadmap Prozess-Sensoren 2005-2015 NAMUR und VDI/VDE Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik GMA.; 2005 (siehe Webseiten NAMUR oder GMA)
- [2] Integrierte Technologie-Roadmap Automation 2015+ Herausgegeben vom ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik – und Elektronikindustrie e.V.; 2006