

# Sensorfunk

## Neue Möglichkeiten der Messdatenübertragung

von Lutz Illmann, Peter Neubauer und Antti Vasala

**Wireless Lösungen zur Datenübertragung über große Strecken sind inzwischen weit verbreitet. Speziell auf Sensoren und Sonden zugeschnittene Funkmodule sind dagegen noch selten zu finden. Gerade im Hinblick auf industrielle Prozesse mit z.T. schwer zugängliche oder rotierende Messstellen liegen die Vorteile der drahtlosen Datenübertragung klar auf der Hand. Wir stellen Ihnen ein aktuelles Lösungskonzept vor.**

Kabelverbindungen zu Sensoren gelten als zuverlässig und leicht handhabbar. Unter bestimmten Umständen, z.B. bei rotierenden Teilen und Behältern, sind sie aber Störquellen und beim Erfassen von Messwerten hinderlich. Sind Sensoren vom Messgerät etwas weiter entfernt, können Einstreuungen auf die Leitung oder Kabelverbindungsfehler die Messwerte verfälschen. Hat man mehrere Sensoren dezentral angeordnet, sind meist ebenso viele Messgeräte erforderlich.

Die Funkübertragung der Messwerte löst viele dieser Probleme. Kabelverbindungen können bei Integration des Sendemoduls in den Sensorkopf entfallen. Mehrere Funksendemodule senden die digitalisierten Daten direkt zu einem einzigen Empfänger, der die Zuordnung der Sensordaten vornimmt. Ein bedeutender Vorteil ist der Einsatz von Sonden an Stellen im Prozessgeschehen, die mit Kabelverbindungen nicht oder nur bedingt zugänglich sind, zum Beispiel an rotierenden Teilen, im Fließband- oder Feuchtbereich. Durch Echtzeitmessungen wird im Bereich der Biotechnologien eine neue Qualität möglich. Eine online Messung von Schüttelkulturen ersetzt ex-situ Analysen mit Probenahme. Diese kann Prozessparameter ungünstig beeinflussen und erhöht das Kontaminationsrisiko.

### Prinzip des Sensorfunks

Das Funkmodul wird direkt an die Messsonde angeschlossen. Ein für jede Sondenart speziell dimensionierter Messverstärker bereitet das Sondersignal für die nachfolgende A/D-Wandlung auf. Der nach dem A/D-Wandler digitalisierte Messwert wird durch den Mikroprozessor in ein Format gebracht, das sich über Funk übertragen lässt. Der Mikroprozessor übernimmt zugleich die

Zeitsteuerung der Messwertnahme, die Steuerung des Senders und die Kodierung des Messwertes. Diese gewährleistet, dass am Empfänger eine Zuordnung der Messstelle zum Messwert erfolgen kann. Mit dieser Kodierung können z.Zt. bis zu 32 Funksensoren gleichzeitig ihre Messdaten auf einen Empfänger übertragen. Die Übertragung erfolgt auf den freien ISM-Bändern und ermöglicht nach unserer Erfahrung eine stabile (und kostenfreie) Übermittlung der Messdaten. Die Send-/Empfängereinheiten lassen sich auch so auslegen, dass eine bidirektionale Datenübertragung erfolgen kann. Damit sind die Module auch zur Ansteuerung von Stellgliedern geeignet. Eine mehrfache Prüfung der übertragenen Daten macht das System sicher gegen Störeinflüsse.

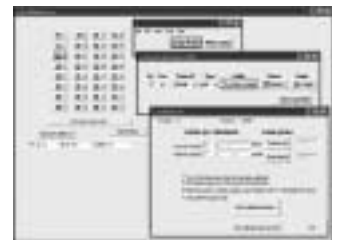
### Sensordaten sicher und in Echtzeit

Die Telebitcom GmbH hat für die drahtlose Messdatenübertragung zwischen Sensoren/Sonden und Auswertesystemen in Echtzeit eine Produktgruppe mit der Bezeichnung SENBIT entwickelt. Durch einen modularen Aufbau ist die Erweiterung der Palette anschließbarer Sonden mit geringfügigen Modifikationen realisierbar. Die Übertragungsraten sind den speziellen Bedingungen der Sensorik und Prozesssteuerung für eine sichere Übertragung angepasst. Die Reichweite der Funksensoren beträgt je nach Umgebungsbedingungen und Sendemodul bis zu 100 m. Die Stromversorgung erfolgt aus einer Lithiumbatterie. Die Problematik der elektromagnetischen Strahlungsbelastung wie sie bei Handys diskutiert wird, besteht praktisch nicht, denn die abgestrahlte Hochfrequenzleistung beträgt etwa 1/2000 der Energie eines Handys und liegt damit weit unterhalb zugelassener Grenzwerte. Abgeleitet von dem zuerst entwickelten Typ Senbit 2110 (pH) zur Messung des pH-Wertes in rotierenden und bewegten Behäl-



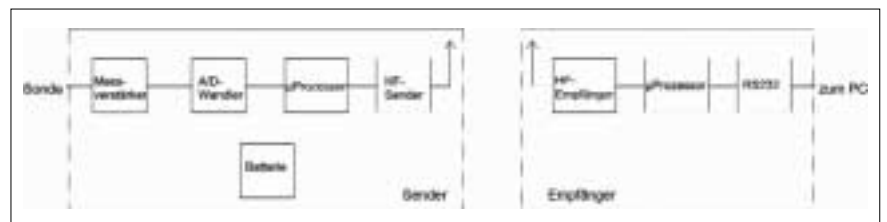
Sender und Empfänger der Sensorfunk-Module Senbit. Die Abbildung zeigt die Laborausführung, die aus ergonomischen Gründen in ein handhabbares Gehäuse verbaut wurde. Eine deutliche Verkleinerung der Abmaße für stationäre Systeme mit geringem Platzangebot, bis hin zur vollständigen Integration in den Messkopf ist möglich.

tern, stehen auch Funkmodule für pO<sub>2</sub>-Sonden, Temperatur-, Druck- und Niveaumessung zur Verfügung.



ScreenShot einer an der Universität Oulu entwickelten, angepassten Software für Sensor-Funkmodule (Dr. Antti Vasala, Universität Oulu).

Eine in den Empfänger integrierte RS232-Schnittstelle ermöglicht die Übertragung der Messwerte in anwenderspezifische Systeme. In den Modulen ist ein Messverstärker/Messwandler bereits integriert, somit kann auf weitere Messgeräte meistens verzichtet werden. Zur Auswertung kann auf systemeigene Software oder auf ein mitgeliefertes Softwaremodul zurückgegriffen werden.



Blockschaltbild des Sensorfunk-Prinzips. Die Daten werden bereits im Sender aufbereitet und über das freie ISM-Band übertragen. Im Empfänger erfolgt die Dekodierung und Zuordnung der Daten zu den Messstellen. Die Daten stehen über die RS232-Schnittstelle zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung. (Abbildungen: Telebitcom)

## Vielfältige Einsatzmöglichkeiten

Anstoß zur Entwicklung des Sensorfunk-Moduls gab eine Anfrage des Institutes für Bioverfahrenstechnik an der Universität Oulu/Finnland. Im dortigen biotechnologischen Labor werden Mikroorganismen in Kulturflaschen angezogen und in so genannten Schüttelinkubatoren kultiviert. Bisher erfolgt die Analyse des Kulturinhaltes nur off-line, d.h. vom Personal werden in Abständen Proben aus den Kulturflaschen entnommen, die außerhalb des Inkubators analysiert werden. Die Nutzung von online Sensoren ist in diesem Bereich bisher weitgehend unmöglich, da die Kultivierung in den meisten Fällen schüttelnd im Inkubator erfolgt. Konventionelle Elektroden sind zur Messung unerwünscht, da die Kabelverbindung



Mit pH-Elektrode und Funkmodul ausgerüsteter Schüttelkolben zur Optimierung biotechnologischer Prozessbedingungen. Bis zu 32 solcher Sender können ihre Daten gleichzeitig an einen Empfänger übertragen. Die Auswertung erfolgt direkt im angeschlossenen PC. Bei Zwischenschaltung eines Konverters z.B. ipEther232 (siehe Sensor Report 4/2002, S. 13) können die Daten auch direkt in ein LAN eingespeist werden.

stört und bei der Messung in Parallelansätzen eine entsprechende Anzahl von Messinstrumenten nötig wäre. Die hier vorgestellten Funkmodulen erfordern keinerlei bauliche Modifikationen an den Inkubatoren bzw. Kulturbehältern und sind einfach zu installieren. Durch die Möglichkeit der kontinuierlichen Datenerfassung in Parallelkulturen werden diese nicht mehr durch das wiederholte Abschalten des Inkubators zur Probenahme gestört, ein wesentlicher Punkt für die Qualität und Reproduzierbarkeit der Experimente.

Eine weitere Anwendung ist der Einsatz von Sensoren in rotierenden Biokompostierungssystemen, bei denen der Biomüll fließend und kontinuierlich innerhalb eines ca. 120 m<sup>3</sup> großen Behälters kompostiert wird. In diesen Behältern sind Sonden mit Kabelverbindung nicht einsetzbar, deshalb ist derzeit eine Prozesskontrolle über die physikochemischen Parameter unmöglich. Der Einsatz des Sensorfunks wird hier eine deutliche Effizienzsteigerung und entsprechende Kostenreduzierungen ermöglichen, weil die Messwerte kontinuierlich erfasst werden können. Dann ist die Zugabe von Zusatzstoffen zum prozesstechnisch optimalen Zeitpunkt und in der für die Einhaltung der günstigsten pH-Werte richtigen Menge möglich.

In Teilen von Prozessanlagen ist der Einsatz von Sonden kompliziert, z.B. die Messung des pH-Wertes in verschiedenen Zonen von Großreaktoren und -tanks (>10 m<sup>3</sup>). Auch die Messung von physiko-chemischen Parametern in Rohrsystemen ist derzeit auf wenige Punkte beschränkt, da der Einsatz von mehreren Sensoren im wesentlichen durch die Kosten für die Messinstrumente und die Verkabelung limitiert ist. Mit Funkübertragung arbeitende Sonden können in entsprechenden Anlagen nachgerüstet werden. Es gibt international erste Ansätze zur Entwicklung von Sensoren, die direkt in Flüssigsystemen eingesetzt werden können, Rohrleitungssysteme durchfließen und dabei die gewonnenen Daten per Funk übertragen.

## Ausblick und neue Märkte

Die weitere Miniaturisierung und Leistungssteigerung der Funkmodule wird in naher Zukunft den Einsatz von Funktechnologien in Bereichen ermöglichen, die mit herkömmlichen Kabelverbindungen nicht zu erreichen waren. Ziel ist es dabei Kabelsysteme dort abzulösen oder zu ergän-



Einsatzplätze für den vorteilhaften Einsatz von Funksensoren: (a) Rohrsystem und Behälter in der Lebensmittelindustrie, (b) Prozessanlage zur Kompostierung in rotierenden Behältern.

zen, wo Sensoren mit Kabelverbindungen nicht einsetzbar sind. Wir denken an Einsatzfelder wie Windkraftanlagen, rotierende Bioreaktoren, bestimmte Prozesse der Chemie- und Pharmaindustrie sowie Messungen an rotierenden Baugruppen im Maschinen- und Fahrzeugbau.

## Autorenbiografien:

**Lutz Illmann** studierte an der Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Berlin Nachrichtentechnik mit dem Schwerpunkt Hochfrequenztechnik. Seit seinem Abschluss 1998 arbeitet er als Entwicklungsingenieur Hochfrequenz/Elektronik.

**Antti Vasala** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Bioverfahrenstechnik der Universität Oulu. Nach dem Studium der Biologie und der Promotion 1998 konzentriert er sich auf die Entwicklung neuer biotechnologischer Prozesse besonders im Lebensmittel- und Umweltbereich.

**Peter Neubauer** studierte an der Ernst-Moritz-Arndt Universität, Greifswald, wo er 1992 promovierte. 1993-95 arbeitete er als Postdoc am Royal Institute of Technology (KTH) in Stockholm (Schweden) und danach als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Biotechnologie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Seit September 2000 ist er Professor für Bioverfahrenstechnik an der Universität Oulu (Finnland).

Danksagung: Für die kritische Durchsicht des Manuskripts und die Bereitstellung der Fotos danken wir Frau Romy Neumann und Herrn Hans-Dietrich Metge.

■ Info-Nr.: C34132  
■ Fax-Service: +49-6402-9693

© Copyright by Verlag Coating Thomas & Co., 2003