

Bernd Kärcher

Kabellose Zukunft?

Drahtlose Technologien können ihr volles Potenzial erst dann entfalten, wenn auch die Energieversorgung mit einbezogen wird. Diesem Ziel widmet sich das Forschungsprojekt „Energieautarke Aktor- und Sensorsysteme für die intelligente drahtlose Vernetzung von Produktionsanlagen“, kurz EnAS.

Fertigungsanlagen mit ihren oft und schnell bewegten Teilen stellen hohe Anforderungen an die Versorgung mit Energie und Daten und somit an die Verkabelung. Ein markantes Beispiel ist ein Roboterarm, an dessen vorderem Ende bewegte Sensoren und Aktoren zu steuern und mit Energie zu versorgen sind.

Ergo sehen viele Unternehmen und Forschungseinrichtungen die Lösung in drahtlosen Sensornetzwerken, deren Topologie als vermaschtes Netz angelegt ist.

Allerdings ist die Aktions- und Reaktionszeit solcher Netze für

die Fabrikautomatisierung – wo es um Echtzeit-Anforderungen geht – keinesfalls ausreichend. Zudem ist bislang kein Industriestandard für die drahtlose Kommunikation in industrieller Umgebung etabliert.

Ein weiteres Problemfeld bei der Suche nach intelligenten Lösungen für Produktionsanlagen tut sich hinsichtlich der Energieversorgung für dezentrale Sensoren und Aktoren auf: Verständlicherweise werden Primärbatterien vorrangig nicht akzeptiert – Anlagenbetreiber fürchten die begrenzte Lebensdauer und den unkalkulierbar hohen Aufwand durch den regelmäßigen Tausch von Batterien.

Last but not least verursacht eine komplexe Verdrahtung hohe Kosten und eingeschränkte Verfügbarkeit. Kabel sind insbesondere bei bewegten Einrichtungen häufig

Ursache für Störungen und im schlimmsten Fall kostentreibende Stillstandszeiten der Anlage.

Zusammenspiel von Unternehmen und Forschung

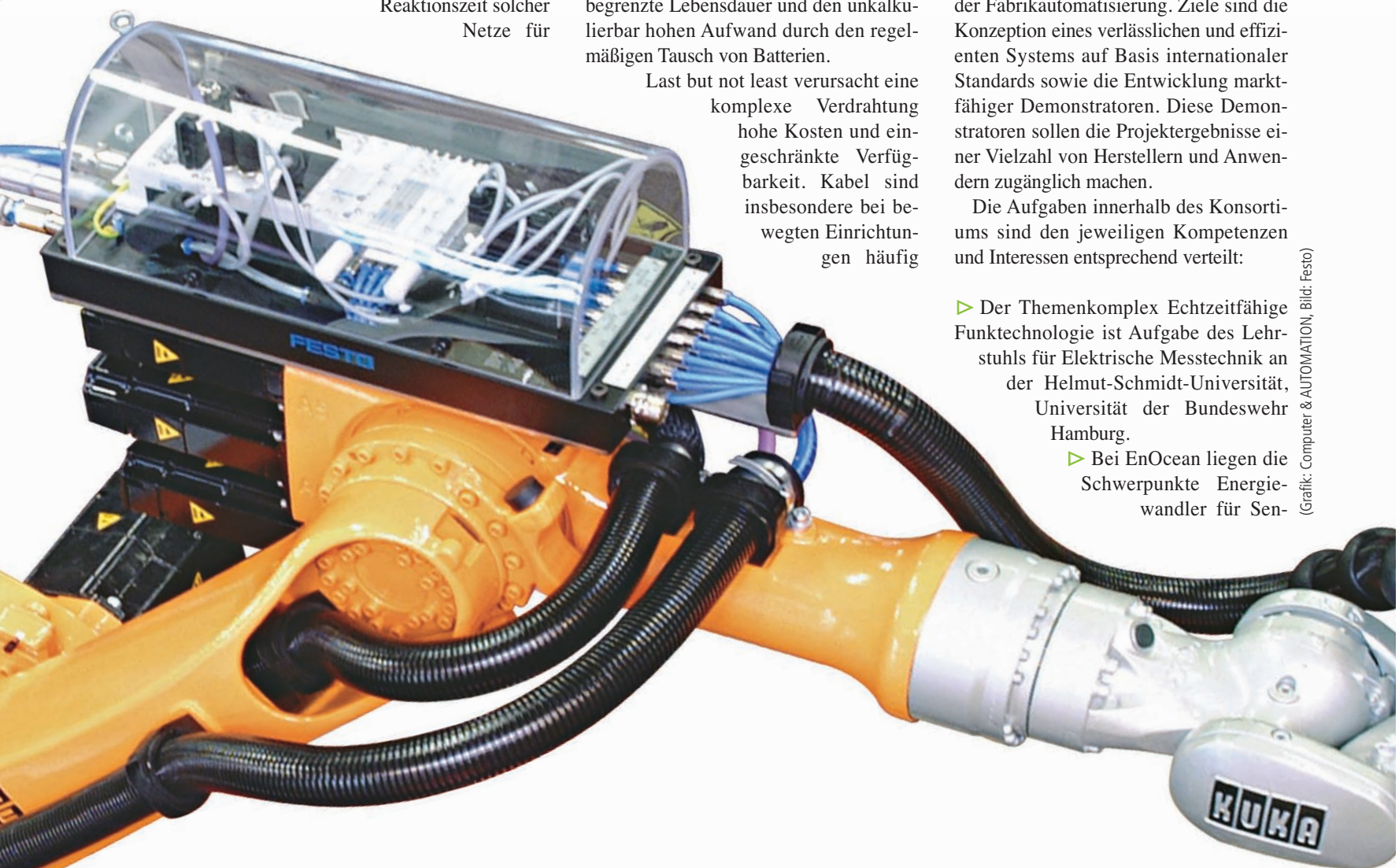
Im Forschungsprojekt „EnAS“ – innerhalb des vom BMWi geförderten Programms „next generation“ media angesiedelt – suchen drei Unternehmen und vier Forschungseinrichtungen nach energieautarken Aktor- und Sensorlösungen für die drahtlose Vernetzung im Umfeld der Fabrikautomatisierung. Ziele sind die Konzeption eines verlässlichen und effizienten Systems auf Basis internationaler Standards sowie die Entwicklung marktfähiger Demonstratoren. Diese Demonstratoren sollen die Projektergebnisse einer Vielzahl von Herstellern und Anwendern zugänglich machen.

Die Aufgaben innerhalb des Konsortiums sind den jeweiligen Kompetenzen und Interessen entsprechend verteilt:

► Der Themenkomplex Echtzeitfähige Funktechnologie ist Aufgabe des Lehrstuhls für Elektrische Messtechnik an der Helmut-Schmidt-Universität, Universität der Bundeswehr Hamburg.

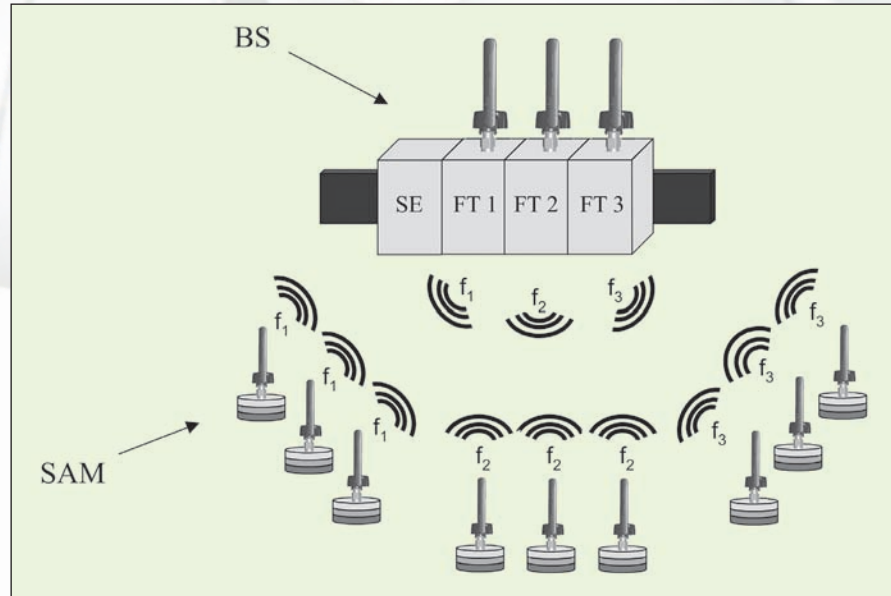
► Bei EnOcean liegen die Schwerpunkte Energie-wandler für Sen-

(Grafik: Computer & AUTOMATION, Bild: Festo)



Zellulares und modulares Funksystem:
Beispielhaft ist ein System dargestellt,
das in drei Gruppen aufgeteilt ist.
Jede Gruppe hat eine eigene Frequenz
und wird entsprechend zeitlich
synchronisiert. (BS: Basisstation,
SAM: Sensor-Aktormodul, FT: Funk-
transceiver, SE: Steuereinheit).

(Bild: Helmut-Schmidt-Universität)



soren mit der zugehörigen Funktechnologie und der energiesparenden Elektronik.
Die Fraunhofer Technologieentwicklungsguppe sieht ihren Schwerpunkt bei der autarken Energieversorgung für dezentrale Komponenten und in der Normungsarbeit.

Die Aspekte des Marktes berücksichtigt die Firma Intracom mit QFD-basierter Technologie- und Marktstudien zur Positionierung der Produkte.

Das Fachgebiet Entwurf mechatronischer Antriebe der TU Ilmenau hat besondere Kompetenzen bei der Auslegung leistungsarmer Aktoren und elektromagnetischer Generatoren.

Der Lehrstuhl für Automatisierungstechnik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg entwickelt Konzepte für die dezentrale Automatisierung.

Die Koordination des Projektes liegt bei der Firma Festo. Sie definiert und realisiert den System-Demonstrator und entwickelt autarke Sensoren und Aktoren.

Ausgehend von Kundenforderungen soll durch die Zusammenarbeit der Projektpartner ein Konzept zur intelligenten energieautarken Vernetzung von Produktionsanlagen entstehen. Schwerpunkt der Arbeit sind dabei autonome, maschinen-nahe, intelligente Objekte im Bereich der Fabrik- und Prozessautomatisierung.

Doch worum kümmern sich die einzelnen Projektpartner nun konkret?

Die systematische Produktentwicklung

Grundlage ist eine Quality-Function-Deployment-Analyse, kurz QFD, wie sie sich in der Industrie zur Definition von Produkten bewährt hat, die sich an tatsächlichen Bedürfnissen der Kunden orientieren. Die

ursprünglich in Japan entwickelte Methode wurde in den 80er Jahren in der US-amerikanischen Automobilindustrie eingeführt und wird mittlerweile auch in Europa zunehmend im Rahmen der Qualitätsplanung eingesetzt. Die Methode dient der systematischen Planung der Qualität eines Zielproduktes, ausgehend von kunden- und marktseitigen Qualitätsanforderungen. Ergänzend werden Anforderungen an die notwendigen Produktionsprozesse und Qualitätssicherungsmaßnahmen zur Herstellung des Zielproduktes abgeleitet. Die Maxime des QFD lautet, dass bei qualitätsrelevanten Entscheidungen der Stimme des Kunden immer Vorrang einzuräumen ist. Wegen dieses umfassenden Ansatzes ist die Mitwirkung der verschiedenen be-

troffenen Unternehmensbereiche im Rahmen von Arbeitsgruppen eine unabdingbare Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz des Quality Function Deployment. Dies gilt in besonderem Maße für bereichsübergreifende Umsetzung der Anforderungen. Nur durch Kooperation traditionell separater Arbeitsbereiche lässt sich die notwendige Akzeptanz gegenüber den Planungsergebnissen erzielen.

Im EnAS-Projekt wurden die QFD-Kriterien in einer Online-Befragung ermittelt und anschließend hinsichtlich ihrer Wichtigkeit eingestuft. In den ersten Monaten des Projektes wurden mehr als 30 Personen befragt, die hauptsächlich zum Vertrieb oder zu den potenziellen Anwendern der Technologie gehören. Die aus den

TECHNOLOGIEN MIT VORSPRUNG

is Pro USB

Alle Profibus-Varianten
in einer Anschaltung

- DP- (class 1 und 2), DP/V1-, FMS-Master
- DP-Slave
- Schicht 2-Zugang (FDL)

Profibus



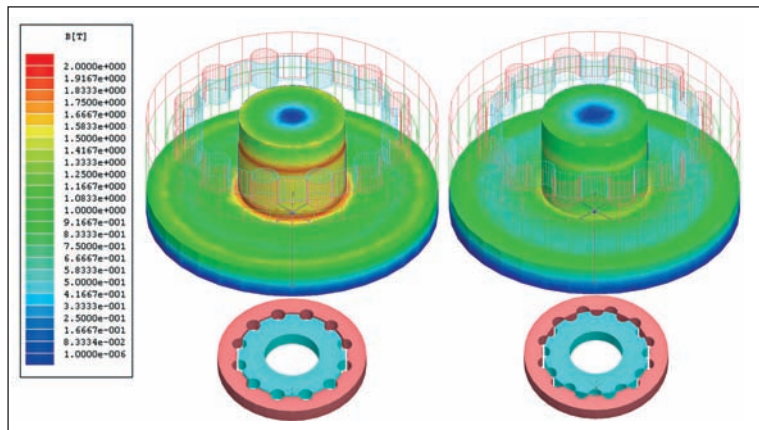
ifak system

www.ifak-system.com

Kundenbedürfnissen abgeleiteten Qualitätsmerkmale

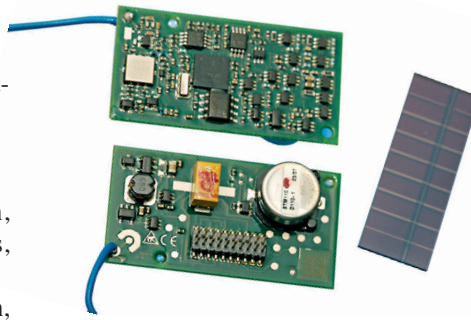
- ▷ hohe EMV-Verträglichkeit,
- ▷ leicht verständliche Dokumentation,
- ▷ möglichst Nutzung offener Standards,
- ▷ offenes, flexibles Sensorkonzept,
- ▷ gute Struktur in der Produktinformation,
- ▷ einfache und vielfältige Planungshilfen,
- ▷ hohe Skalierbarkeit,
- ▷ mechanische Robustheit und
- ▷ hohe Lebensdauer

sind nicht nur Entwicklungsvorgaben. Insbesondere die EMV-Verträglichkeit und der Wunsch nach guter Dokumentation und Planungshilfen spiegeln auch eine gewisse Skepsis gegenüber der drahtlosen Kommunikation wider. Aus dieser Skepsis resultiert die wichtige Aufgabe, im EnAS-Projekt begleitende Aktivitäten zu definieren, die die Vorbehalte bei den Anwendern aufgreifen und entkräften. Neben einer hohen Robustheit und Zuverlässigkeit ist also auch auf einfache Handha-



△ **Feldbild der magnetischen Flussdichte in einem elektromagnetischen Wandler: Magnetische Feldberechnungen erlauben eine Analyse des Systems, bevor Funktionsmuster realisiert werden. Dies ermöglicht erhebliche Kosten- und Zeiteinsparungen.**

(Bild: TU Ilmenau)



bung zu achten. Eindrückliche Pilotapplikationen können ebenfalls die Akzeptanz verbessern.

Echtzeit versus Reichweite

Die Auswertung der Anforderungen bezüglich Reichweite, Zeitverhalten und Datendurchsatz hat gezeigt, dass ein neues Funkkonzept allein nicht in der Lage ist, die teilweise diametral auseinander liegenden Forderungen zu erfüllen. So korrespondiert die für Fertigungsanlagen geforderte Echtzeit-Reaktion nicht mit der Forderung nach Reichweite. Aus diesem Grund verfolgt das Entwicklungsteam zwei Lösungen: Die eine zielt auf die Realisierung von Echtzeit-Anforderungen, die andere ist auf das Erzielen größerer Reichweiten angelegt. Hier bietet sich ein Rückgriff auf die VDI-Richtlinie 2185 an, die Merkmale zur Unterscheidung der Anwendungsklassen liefert: Demnach ist für die Ausprägung „Echtzeit“ bei einer Reichweite von 10 m ein Datendurchsatz von 100 Teilnehmern in 5 ms vorgegeben, für die Ausprägung „Reich-

weite“ liegt der Datendurchsatz bei einer Reichweite von 100 m für fünf Teilnehmer bei 100 ms.

Generell werden komplexe Produktionsanlagen in kleinere, selbstständige Fertigungszellen untergliedert. Daher ist es erforderlich, das zu entwerfende drahtlose Sensor/Aktor-Netzwerk (WSAN) reibungslos in die gegebenen Strukturen der Fabrikautomatisierung einzubetten. Somit

Für die Gebäudeautomatisierung gibt es bereits Sensormodule mit sehr geringem Leistungsbedarf. Durch entsprechende Anpassungsmaßnahmen lassen sich diese auch für industrielle Zwecke nutzen.

(Bild: Enocean)



sollte das WSAN zellular strukturiert werden. Ergo wird pro Subprozess beziehungsweise Produktionszelle ein WSAN eingesetzt, so dass mehrere WSANs in gegenseitiger Funkreichweite koexistieren. Um eine Reduzierung frequenzselektiver Störungen zu erreichen, hat sich eine Kombination von Frequency Domain Multiple Access (FDMA) und Time Domain Multiple Access (TDMA) bewährt.

Neben einer Strukturierung in mehrere zeitliche Abschnitte wird auch auf unterschiedliche Frequenzen zugegriffen. Hierdurch entstehen zwei Freiheitsgrade: Einerseits gewährleisten sie die benötigte Bandbreite für jeden Teilnehmer; andererseits ist die Verzögerung der einzelnen Teilnehmerdaten deterministisch und lässt sich mit Hilfe von Worst-Case-Betrachtungen zumeist im Vorhinein bestimmen. So kann das gewünschte Echtzeit-Verhalten erreicht werden.

Energie aus der Umgebung

Für die Wandlung von Energie bietet sich eine Fülle physikalischer Prinzipien an. Allerdings hat die praktische Untersuchung in Forschung und Industrie gezeigt, dass nur wenige Verfahren so gut skalierbar sind, dass sie sich auch für die Versorgung von Aktoren eignen:

- ▷ Für sehr leistungsarme Module haben sich photovoltaische Elemente bewährt. Im industriellen Umfeld jedoch ist die Verfügbarkeit solarer Energie problematisch. Neuere Entwicklungen versprechen bereits eine verbesserte Effizienz.
- ▷ Thermoelektrische Wandler bieten interessante Perspektiven, sind aber hinsichtlich der Anwendbarkeit und des Leistungspotenzials eher noch eingeschränkt.

Übernehmen Sie die Kontrolle über Ihr Netzwerk - mit gemanagten CTRLink® Switchen!

CONTEMPORARY CONTROLS®
Celebrating 30 Years in Control

www.ctrlink.de
+49 (0) 3475-66785-0



Schnittbild eines monoenergetischen Greifers: Alle Komponenten sind zu einer kompakten Baugruppe integriert.

(Bild: Festo)



► Kommt es auf höhere Leistungen im instelligen Watt-Bereich an, bieten elektrodynamische Prinzipien das größte Potenzial.

Im EnAS-Forschungsprojekt werden verschiedene Aufbauvarianten zunächst in Simulationsstudien untersucht und optimiert. Als primäre Energie kann hier mechanische Bewegung oder fluidischer Druck herangezogen werden. Sind Systeme bereits mit einem fluidischen Medium versorgt, bietet sich eine besonders hohe Energiedichte. Eine weitere Möglichkeit ist die Nutzung abströmender Gase oder Flüssigkeiten. Da in pneumatischen Systemen der Wirkungsgrad nicht besonders hoch ist, bestehen ermutigende Potenziale für das so genannte Energy Harvesting – die Versorgung aus der unmittelbaren Umgebung eines Sensors oder Aktors.

Das dezentrale Steuerungskonzept

Beim Thema Energie stellt sich über kurz oder lang auch die Frage nach der Informationsverarbeitung. Da es aus Sicht eines optimalen Energiebudgets sinnvoller ist, Informationen lokal zu verarbeiten statt alle Daten drahtlos zu übermitteln und zentral zu verarbeiten, gliedert sich das EnAS-Gesamtsystem in separate Steuerungseinheiten, die weitestgehend autonom arbeiten. Daraus entsteht ein konzeptioneller Vorteil: Fällt ein Modul auf Grund eines Fehlers im Produktionsprozess aus, muss nicht die gesamte Anlage gestoppt werden. Die Programmierung des verteilten Steuerungssystems wird in einer Darstellung nach der Norm IEC 61499 umgesetzt.

Um alle Technologien zu integrieren und zu erproben, werden verschiedene Komponenten und Systeme realisiert, die die Funktionsweise demonstrieren. Ein erstes Beispiel ist ein Greifer, der ausschließlich mit Energie aus Druckluft versorgt wird. Die Greifbacken werden von einem pneumatischen Linearantrieb betätigt. Daneben werden noch Ventile benötigt, die den Aktor und einen Energie-

wandler schalten. Ein Akkumulator mit Lademanagement dient als Zwischenspeicher. Leistungsarme Sensoren erfassen die Position der Greifbacken. Zusammen mit einem Funkmodul sind alle Komponenten zu einer Baugruppe zusammengefasst.

Das EnAS-Projekt läuft seit dem 1. Juli 2005 bis zum 31.12.2007. Zum Abschluss sollen die wesentlichen Inhalte in einem dynamischen Display präsentiert werden. *im*

Nähere Informationen:
www.energieautark.com



Bernd Kärcher

arbeitet im Bereich
Forschung und Technologie
bei Festo in Esslingen.



GRENZENLOSE FREIHEIT
OHNE KABEL



Funk-Sensor-System RSS

Mit Lebensdauerenergie

- Für die Positionsabfrage von Automationsmodulen
- Prozesssichere Funktechnik auf höchstem Niveau
- Kabelbruchsicheres, modulares und erweiterbares System
- Übertragungssicher, lebenslang wartungsfrei

www.schunk.com



GREIFMODULE



DREHMODULE



LINEARMODULE



ROBOTERZUBEHÖR