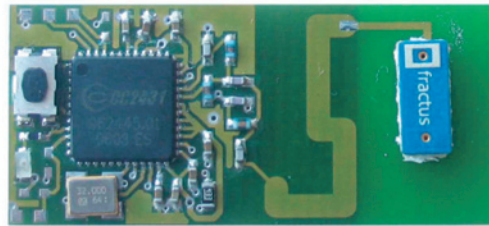
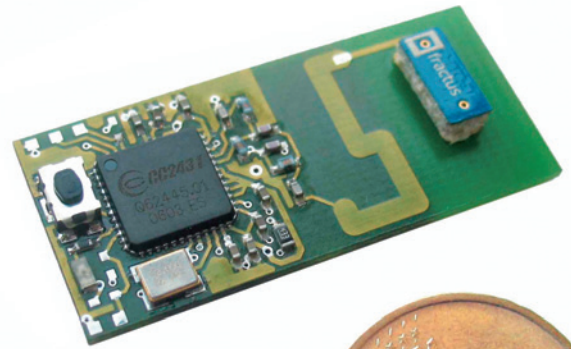


# Miniaturisierter Funksensor

## Arbeitet autark und viele Jahre wartungsfrei.

Temperatur-, Druck-, Feuchtigkeits- oder Beschleunigungswerte sind wichtige Parameter in der Automatisierung und Anlagenüberwachung. Drahtlos übertragen spart man die Kabel, und der Sensor arbeitet auch dort, wo eine Verdrahtung zu aufwendig wäre. Ob in der Lagerhalle oder direkt am Patient, der »WeBee3« überwacht und sendet Werte zuverlässig. [Ⓜ ME101613]



**WeBee3: Miniaturisierter autarker Funkknoten**

ALEXANDER KLAPPROTH,  
STEFAN KNAUTH, MARTIN VENETZ,  
SIMON BISSIG, ROLF KISTLER,  
DANIEL KÄSLIN

■ Ein Team am Ceesar-Kompetenzzentrum der Hochschule Luzern hat den miniaturisierten Funksensor WeBee3 (Titelbild) entwickelt. Der Temperatursen-

sor ist  $31 \times 14 \times 3 \text{ mm}^3$  groß (ohne Batterie). Eine Knopfzellenbatterie versorgt ihn mit Spannung. So ausgestattet, funkt er Daten bis zu zehn Jahre lang wartungsfrei.

WeBee3 entspricht dem IEEE802.15.4-Standard und kann bei Bedarf mit einem ZigBee-Stack geliefert werden. Damit lässt er sich in bestehende Bus-Infrastruk-

turen und IT-Systeme integrieren. Über ein EtherBee Gateway ist auch eine TCP/IP- und Internetanbindung möglich.

WeBee3 überträgt die Daten über das 2,4-GHz-ISM-Band. Mit der integrierten Chip-Antenne überbrückt der Sensor Reichweiten von 30 bis zu mehreren hundert Metern (Bild 1) bei niedrigem Stromverbrauch. Neben dem Tempera-

## BACKGROUND

### ZigBee und TCP/IP nach dem Standard IEEE 802.15.4

IEEE 802.15.4 ist ein Funkstandard, der für Wireless Personal Area Networks (WPANs) konzipiert ist. Er definiert 2,4 GHz und 868/915 MHz als mögliche Funkbänder bei Datenraten von 20 bis 250 kbit/s. Die Reichweite ist mit 100 m spezifiziert. Bei der Standardisierung hat man auf eine geringe Komplexität und einen niedrigen Energiebedarf geachtet. Dies ermöglicht kostengünstige Funkknoten für den batteriegestützten Betrieb. IEEE 802.15.4 dient als Basis für viele Kommunikationsprotokolle. Die wichtigsten sind ZigBee und TCP/IP. [www.ieee802.org/15/pub/TG4.html](http://www.ieee802.org/15/pub/TG4.html)

Die ZigBee-Allianz hat den ZigBee-Standard entwickelt. Er definiert vor allem die Interoperabilität von drahtlosen Geräten. Die Kompatibilität der ZigBee-Produkte wird durch ein Zertifizierungs- und Logo-Programm sichergestellt. Zielmärkte sind

die Heim-, Gebäude- und Industrieautomatisierung. ZigBee spezifiziert eine Reihe von Kommunikationsprotokollen, die den Aufbau von sternförmigen oder vermaschten Drahtlosnetzen erlauben. Dies beinhaltet das Erkennen und Adressieren von Funkknoten sowie Verschlüsselungs- und Routingfunktionen. [www.zigbee.org](http://www.zigbee.org)

Als Alternative zu ZigBee gibt es Bestrebungen, TCP/IP über IEEE 802.15.4 zu verwenden. Die Internet Engineering Task Force (IETF) hat erste Entwürfe für IPv6 über IEEE 802.15.4 erstellt. An der Hochschule Luzern hat man bereits einen TCP/IPv4-Stack realisiert und 2006 auf dem ZigBee-Entwicklerforum in München vorgestellt. [www.ietf.org/html.charters/6lowpan-charter.html](http://www.ietf.org/html.charters/6lowpan-charter.html)

## FAZIT

## Dauerfunker zu kleinem Preis

WeBee3 ist ein miniaturisierter Funksensor zur batteriebetriebenen drahtlosen Übertragung von Sensordaten. Beim Auslesen im Minutentakt hält die Batterie mehrere Jahre. Ein Temperatursensor ist integriert, weitere Sensoren und Aktoren können über Schnittstellen angeschlossen werden. Der Sensor ist von einem Team am Ceesar-Kompetenzzentrum der Hochschule Luzern (Bild 3) entwickelt und auf der Embedded World 2007 in Nürnberg vorgestellt worden. Sein Massenpreis liegt unter 10 EUR. Ceesar betreibt anwendungsorientierte Forschung auf den Gebieten Wireless, Gebäudetechnik und Embedded Systems in Kooperation mit Industrieunternehmen.

tursensor lassen sich Druck-, Feuchtigkeit- oder Beschleunigungssensoren über die Schnittstellen anschließen. Verfügbar sind bis zu 21 digitale Ein-/Ausgänge, zwei UART- und zwei SPI-Schnittstellen sowie Ausgänge für das Ansteuern von Aktoren.

Die Batterielebensdauer hängt neben der Selbstentladung, die beim verwendeten Batterietyp theoretisch über 20 Jahre Betrieb zulässt, davon ab, wie häufig

der Sensor ausgelesen wird. Wird der Sensor alle zehn Minuten ausgelesen, beträgt sie über zehn Jahre. Bei einer Auslesefrequenz von  $1 \text{ min}^{-1}$  liegt die Lebensdauer bei zirka zwei Jahren (Tabelle A). In großen Stückzahlen gefertigt kostet das Modul weniger als 10 Euro. Anwendungsfelder sind zum Beispiel Wireless Sensor Networks, Wireless Personal Area Networks und die Industrieautomation.

## Sensoren im Netz

In einem Sensornetzwerk lassen sich viele Sensoren parallel betreiben. Die Daten werden an einen

zentralen Knoten geschickt und dort weiterverarbeitet. Ein zentraler Knoten kann ein IEEE802.15.4-Modul in Form eines USB-Sticks an einem Notebook oder ein IEEE802.15.4 Ethernet Gateway (Bild 2) sein. Alle PCs im LAN haben Zugriff auf die Daten. Falls erforderlich, ist auch ein Fernzugriff über das Internet möglich.

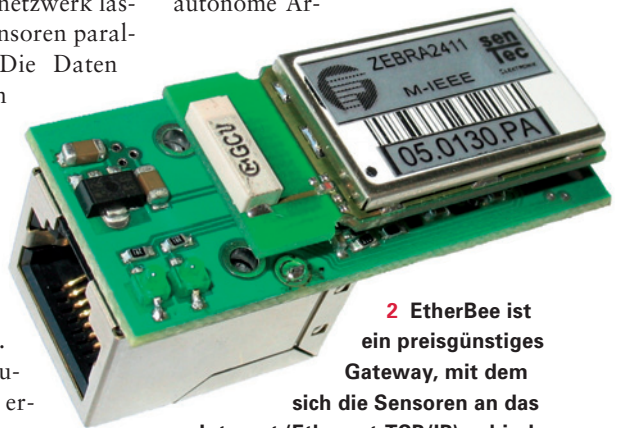
Mehrere funkbasierte Sensorknoten ergeben zusammen ein drahtloses Netzwerk. Solche Wireless Sensor Networks (WSN) dürfen eine hohe Zahl an Knoten enthalten und überwachen so ihre Umgebung engmaschig.

Mittels Routing deckt man damit große Flächen ab. Routing bedeutet, dass der Sensor seine Daten nicht direkt zum Ziel schickt, sondern von Sen-

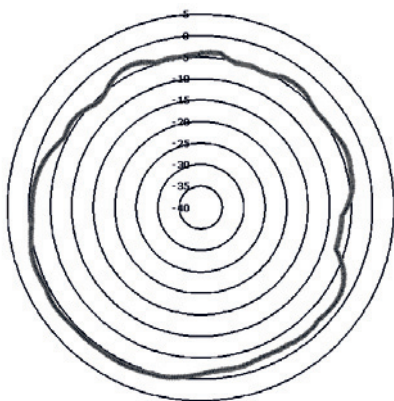
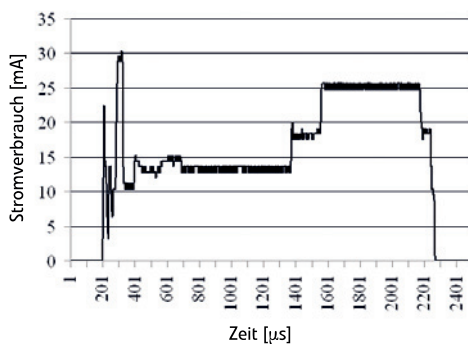
sor zu Sensor weiterreicht. Dieses sogenannte Multi-Hop-Routing ist im ZigBee-Standard spezifiziert. Geräte, die dem ZigBee-Standard entsprechen, sind untereinander interoperabel. Das WeBee3-Modul unterstützt den ZigBee-Standard.

## Wartungsfrei überwachen

Grundsätzlich kann der WeeBee3 überall dort eingesetzt werden, wo physikalische Größen erfasst und kontinuierlich, zuverlässig und ohne menschliche Einflussnahme über Jahre hinweg überwacht werden sollen. Durch das Einbinden in ein drahtloses Netzwerk und die autonome Ar-



2 EtherBee ist ein preisgünstiges Gateway, mit dem sich die Sensoren an das Internet (Ethernet-TCP/IP) anbinden lassen



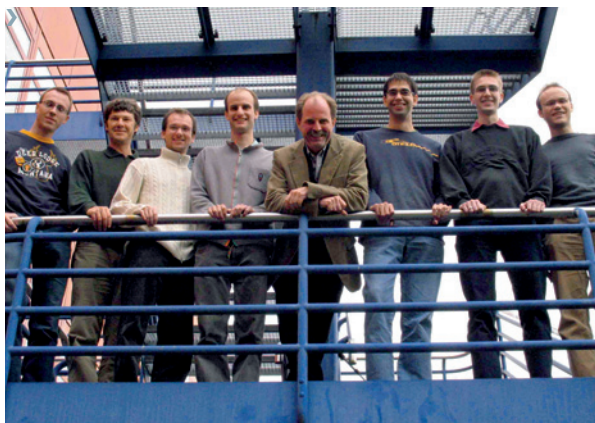
1 Stromverbrauch während der Sendephase (oben) und darunter die Antennencharakteristik

beitsweise der Knoten reduziert sich der Engineeringaufwand. Funksensoren übermitteln Daten auch von Orten, an denen sich drahtgebundene Systeme nur mit hohem Aufwand installieren lassen. Anwendungen für Funksensoren gibt es in industriellen und kommerziellen Applikationen, in der Wissenschaft oder auch im privaten Bereich.

Mit IEEE 802.15.4/ZigBee-Standardkonformen Modulen lassen sich ad hoc Mesh-Netzwerke aufbauen. Dadurch können größere Flächen wie zum Beispiel Lagerhallen problemlos vernetzt und physikalische Störfaktoren durch re- >

Auslesefrequenz	Arbeitszyklus / %	Lebensdauer / Jahre
6/h	0,004	20
30/h	0,02	4
1/min	0,04	2
2/min	0,08	1

Tabelle A Batterielaufzeit bei verschiedenen Auslesefrequenzen



**3** Das Team vom Ceesar-Kompetenzzentrum der Hochschule Luzern hat auf der Embedded World 2007 das kleinste Zig-Bee-Funkmodul vorgestellt

› dundante Wege weitgehend umgangen werden. Mesh-Netzwerke erhalten auch bei einzelnen Knotenausfällen die Netzwerkkommunikation selbstständig aufrecht.

zur Naturbeobachtung wie seismischen Aktivitäten, Bewegungen von Gletschern oder Hängen, Störungen innerhalb von Lebensräumen von Tieren oder einfach als Kabelersatz. ■

Auch in der Medizin sind Funksensoren sinnvoll. Mit ihnen lassen sich zum Beispiel im Krankenhaus wichtige Körperfunktionen von Patienten in Echtzeit überwachen. Das funktioniert auch, wenn der Patient nicht im Zimmer ist.

Die Liste der Anwendungen für kleine netzwerkfähige Sensoren lässt sich beliebig erweitern: ob zur Steuerung von Prozessen, zur Überwachung von Transporten gefährlicher Güter,

## Autoren

ALEXANDER KLAPPROTH (alklapproth@hta.fhz.ch) ist Professor für Infotronic und Embedded Systems an der Hochschule Luzern in Horw und Leiter des Kompetenzzentrums Ceesar. Dr. STEFAN KNAUTH ist stellvertretender Leiter Ceesar, Dipl.-Ing. ROLF KISTLER, MARTIN VENETZ, SIMON BISSIG und DANIEL KÄSLIN sind Mitarbeiter des Kompetenzzentrums Ceesar der Hochschule Luzern in Horw.

## KONTAKT

CEESAR Kompetenzzentrum,  
Hochschule Luzern,  
CH-6048 Horw,  
Tel. +41 (0) 41 /3 49 35 12,  
Fax +41 (0) 41 /3 72 15 39,  
[www.ceesar.ch](http://www.ceesar.ch)