

Batterielose Funktechnik

W.-D. Sieberth, Berlin

Die batterielose Funktechnik [1] wird zwischenzeitlich durch namhafte Betriebe der Gebäudetechnik angeboten und erfährt laufende Steigerungen der Anwendungen. Die Vorteile liegen auf der Hand: Sicherheit, Flexibilität und deutliche Reduzierungen der Arbeitsleistungen. Die nachfolgende Zusammenfassung stellt den aktuellen Arbeitsstand dar.

1 Funktionsweise

Grundlage einer batterielosen Funktechnik sind die Ergebnisse der Entwicklungen der EnOcean GmbH aus Oberhaching bei München. Sie basieren auf Technologieforschung der zentralen Forschungsabteilung der Siemens AG insbesondere zu „ultra-low-power“ und anschließender Ausgründung im Jahr 2001 mit den Technologieträgern, mit Siemens-Beteiligung und verschiedenen Finanzierungspartnern.

Die Technik findet bei einer Vielzahl von Herstellern mit einem festen Datenrahmen nach EnOcean-Standard Anwendung. Die daraus resultierende Gerätefamilie garantiert das problemlose Zusammenspiel von Produkten verschiedener Hersteller und hat in dieser Komplexität am Markt noch keine Wettbewerber. Ansätze existieren in USA und Großbritannien, diese bieten aber keine Systemlösung.

Die Technologie beruht auf der Umwandlung von „Prozesstechnologie“ in nutzbare elektrische Energie. Solche Prozesstechnologien sind Energien, die im Rahmen eines Prozesses bisher ungenutzt auftreten und nunmehr für die Auslösung einer Handlung verwendet werden können. Ein Beispiel ist das Drücken eines Tasters: Bisherige Anwendungen führten zum Schließen oder Öffnen eines Stromkreises und leitungsgebundener Reaktion der Empfänger. Das gilt im Prinzip auch für Funkübertragungen mit Hilfsenergieversorgung. Nunmehr wird aber die Energie des Tastendrückens zur Auslösung eines Funksignals genutzt, das in einer räumlich entfernten Einheit drahtlos empfangen, verarbeitet und verstärkt wird. Solche Prozesssignale können Änderungen diverser physikalischer Größen sein: Handbetätigungen, Druck, Temperatur, Vibration, Magnetfelder, Leuchtstärken usw.

Die Technik bietet Inoperabilität zwischen Systemen verschiedener Hersteller. Ein natürliches Prozesssignal wird in der batterielosen Senderelektronik in ein 868-MHz-Funksignal umgewandelt und gesendet. Nur etwa 0,12 µWs benötigt das Funkprotokoll, um ein Bit Information über 300 m Freiraum sicher zu

übertragen. Ein Funkschalter verbraucht z. B. für einen vollständigen Funkbefehl eine extrem niedrige Energie von 50 µWs. Beide Werte liegen etwa um den Faktor 100 unter dem von marktüblich batteriebetriebenen Funkschaltern. **Tafel 1** zeigt eine Auswahl möglicher Energiewandler.

Die ausgesprochen kurzen Telegramme (ein Schaltertelegramm dauert beispielsweise etwa 0,5 ms) und eine intelligente Strategie der mehrfachen Wiederholung mit Zufallspausen bei jedem Sendevorgang sorgen für Kollisionsfestigkeit und schützen vor sporadischen und periodischen Funkstörern. So können bis zu 500 eng benachbarte Sender, die alle einmal pro Minute senden, zu mehr als 99,9 % empfangen werden.

Tafel 2 gibt Hinweise auf Reichweiten der Funkstrecken. Dabei sind immer die Bedingungen vor Ort zu beachten und praktisch zu überprüfen. So verändern sich auch die effektive Wandstärke und die Dämpfung mit dem Winkel, mit dem das gesendete Signal auf die Wand trifft.

Die Programmstruktur ist offen für vielfältige Erweiterungen hinsichtlich Datenstruktur, Datenumfang, Verschlüsselungsverfahren, Frequenzband und Modulationsverfahren. Neben unidirektional arbeitenden Schaltern

existieren bidirektional arbeitende Module, mit denen auch komplexere Funktopologien bis hin zum intelligenten Sensornetzwerk realisiert werden können.

2 Gerätetechnik

Für allgemeine Anwendungen stellt EnOcean seinen Lizenznehmern diverse Module für allgemeine Anwendungen zur Verfügung. Die wesentlichen sind:

- Schaltermodul PTM 100 (Bild 1): Autarker Funksender über Fingerdruck (Piezo), mechanische Schnittstelle für bis zu 4 Schalterwippen oder 8 Tastern, eindeutige 32-Bit-Identifikation.
- Flaches Kleinschaltermodul PTM 200: autarker Funksender über Fingerdruck, maximal 2 Wippen oder 4 Taster, Maße: 40 x 40 x 11,2 mm³, Betätigungsweg 1,5 mm, Betätigungskraft ca. 5 N.
- Universeller Schaltereinsatz Easyfit: für die Aufputzmontage ohne Aufbaugeschäule, Schalterprogramm-Rahmen liegt flach auf der Wand auf. Kompatibel zu folgenden Designs mit 55 x 5-mm²-Wippe: Berker S1, B1, B3, B7 Glas; Gira-Standard 55, E2, Event, Esprit; Jung A500, Aplus; Merten M-Smart, M-Arc, M-Plan. Einfach- oder Serienwippe, Farben: Weiß, Aluminium, Anthrazit
- Sensormodul STM 100: Wartungsfreies Sensormodul, Versorgung über Solarzelle 1 x 2 cm², mehrtägiger Betrieb bei vollständiger Dunkelheit, periodische Präsenzmeldung, 3 A/D-Wandlereingänge, 4 digitale Eingänge
- Empfangsmodule RCM 110 und 120: Funkempfänger und Aktoren-Steuermodule zum Empfang und zur Vorauswertung der Funksendersignale. Grundfunktionen Schalten,

Tafel 1 Mögliche Energiewandler der batterielosen Funktechnik

Energiequelle	Mechanische Energie	Thermische Energie	Lichtenergie
Wandler	Piezelektrisches Element	Thermoelement	Photovoltaische Solarzelle
Abmessungen des Wandlerelements	20 x 6 x 1 mm ³	5 x 5 x 2 mm ³	10 x 20 x 2 mm ³
Produktionskosten ca. in € bei 10.000 Stück	< 2	< 3	< 1
Energiequelle	Schalter drücken	Temperaturdifferenz von 5 °C	Licht, 400 Lux
Gelieferte Energie	200 µWs	20 µWs	20 µWs

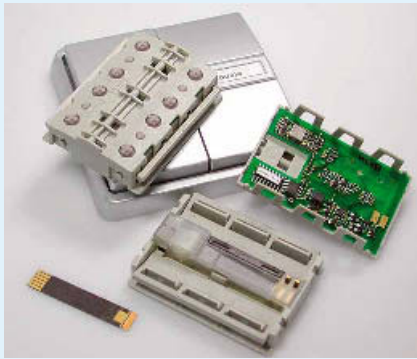
Tafel 2 Typische Reichweiten bei batterieloser Funkübertragung (ohne Repeatermodul)

Quellen: EnOcean

Sichtverbindungen	<ul style="list-style-type: none"> • ca. 30 m in Gängen • bis zu 100 m in Hallen
Rigipswände/trockenes Holz	<ul style="list-style-type: none"> • ca. 30 m durch max. 5 Wände
Ziegelwände	<ul style="list-style-type: none"> • ca. 20 m durch max. 3 Wände
Stahlbetonwände/-decken	<ul style="list-style-type: none"> • ca. 10 m durch max. eine Decke (Brandschutzwände, Aufzugschächte, Treppenhäuser und Versorgungsbereiche sind als Abschattung zu betrachten)

Autor

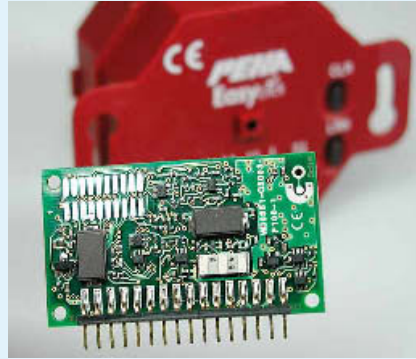
Dipl.-Ing. Wulf-Dietrich Sieberth ist freier Fachautor, Berlin.



❶ **Miniaturisiertes Sendemodul**

Jalousiensteuerung, Dimmen sowie serielle Schnittstelle für Bussysteme (RS232). Leistungsteil wird vom Anwender dimensioniert und integriert, abhängig von den jeweiligen Leistungsanforderungen, bis zu 30 einlernbare Funksender, Memory-Funktion

- Bidirektionale Module TCM 110, 120, 130: 5 V Spannungsversorgung, 30 mA Stromaufnahme (230 V in Vorbereitung). TCM 110: einstufiger Repeater für Funktelegramme



❷ **Bidirektionales Funkmodul**

TCM 120 (Bild ❷): bidirektionaler Funk, serielle Schnittstelle, Modemfunktionalität
 TCM 130: Software API für Modul TCM 120, programmierbar in C, unterstützt bidirektionale serielle Schnittstelle, 4 Digital-/Analog-Eingänge, 4 Digital-Ausgänge

- Fenster-/Türkontakt STM 250: Wartungsfreie Energieversorgung durch Tageslicht, sofortige Signalübertragung sobald Fenster schließt oder öffnet, periodische Präsenzmeldung

- Pegelmesser EPM 100: Installationshilfe zur Reichweitenanalyse und einfachen Auswertung der Signalqualität beziehungsweise Detektion von Störquellen.
- Vorkonfektionierte Antennenpakete zur schnellen und einfachen Installation an Positionen mit verminderter Empfangsqualität.
- Evaluierungskit EVA 100: Test-Board zur einfachen Inbetriebnahme der Funkmodule

3 Erzeugnisprogramme und Anwendungsvorteile

Unter Verwendung vorgenannter Module und der entsprechenden Informationen haben inzwischen mehrere Hersteller die batterielose Funkübertragung in ihre Erzeugnisprogramme integriert (Tafel ❸).

Umweltaspekte befürworten den Einsatz des Funksystems:

- Der Batterieeinsatz wird gemäß europäischer Batterieverordnung verringert
- Reduzierung des Elektroschrotts
- Reduktion von PVC und Kupfer und Verringerung der Brandlast durch Wegfall von Leitungen
- Energieeinsparung durch zusätzliche Sensorik.

Tafel 3 Hersteller- und Produktübersicht

Hersteller	Produkte
Balluff	Industriesensoren
Beckhoff	RS485-Wireless-Adapter für Busklemmen-Controller
EnOcean	Universal-Schaltereinsatz, Pegelmessgerät
Helios	Ventilatoren
MSR	Drahtlose Gassensoren
Niko	Funksystem Easyclick
Omnio	Universaleinsätze Auf- und Unterputz, Jalousieaktoren, Hausgong, Fensterkontakt mit Solarzelle
Osram	Elektronisches Vorschaltgerät (EVG) Touch-Dim
Peha	Easyclick-Wandsender, Unterputzempfänger, Unterputzrepeater, Deckeneinbauempfänger, Zwischensteckerempfänger, Reiheneinbauempfänger, PHC-Interface
Schlaps & Partner	EIB-Gateway
Servodan	Bewegungsmelder
Steute	Türgriffschalter, Positionsschalter, Seilzugschalter
Stuhl Regelsysteme	Innenraumfühler, Raumbediengerät, Raumcontroller
Thermokon	SRE-Repeater, Ethernet-TCP/IP-Empfänger und LON FTT 10 Empfänger SRC-Ethernet, MultipleAccess/Modbus/Gateway via RS485, Fensterkontakt, Raumfühler/Raumbediengerät auch mit Sollwert-Steller, Präsenztaster, rel. Luftfeuchte und 5-Stufen-Lüfterschalter, diverse Temperaturfühler, Funk-Schaltaktor, Funkempfänger
Wago	I/O-System 750 (EIB/LON/TCP-IP/Modbus) Winsta Jalousien und Licht, Reiheneinbauempfänger
Warema	Jalousiesteuerung/Sonnenschutz
Wieland	EIB-Gateway, Windalarmsender, Gesis-Steckverbinder-System, Jalousienaktor, Lichtaktor 4-Kanal Unterputz
Wiesemann & Theis	Com-Server, 10/100BT, 24 V

Entscheidend für den Einsatz sind ebenso ökonomische Aspekte. Die offensichtlichen Einsparpotentiale liegen in der wegfallenden Verkabelung. Nach Angaben von EnOcean können bei Einsatz eines Gebäudeautomatisierungssystems schon bei der Erstinstallation bis zu 10 % und bei Umbau bis zu 80 % der Kosten reduziert werden. (Die Werte beruhen auf einer relativen Kostenvergleichskalkulation für Produkt-, Montage- und Inbetriebnahmekosten.) Der Vorteil steigt mit Anzahl der Schalter und Sensoren, denn alle Sensoren in Funkreichweite werden nur mit einem Empfänger-Gateway im Bussystem eingebunden. Je-

der bedrahtete Sensor würde eine eigene Logik oder Eingangsbaugruppe für das Bussystem benötigen. Die reduzierte Verdrahtung minimiert Personalkosten und Material, aber auch Bauleistungen, wie Leerrohre, Kabeltrassen oder Kabelverkleidungen auf Glaswänden.

Sekundäreffekte im Neubau treten vor allem durch Vereinfachung der Planungsprozesse auf. Im Prinzip müssen nur die Beleuchtungs- und Beschattungsanlage sowie Steckdosen geplant und eine grobe Funkplanung durchgeführt werden. Die Schalter und Sensoren werden in Funk ausgeführt und können montiert werden, nachdem die Inneneinrichtung steht. Effekte in der Nutzung treten als verkürzte Bauzeiten bei späterem Umbau oder Umnutzung der Immobilie auf. Durch Wegfall der Verkabelungsarbeiten für Rückbau und Neuverkabelung können neben Kosten auch die Nutzungsausfälle reduziert werden. Prinzipiell tritt dies auch bei anderen Funksystemen auf, jedoch können hier die Wartungskosten für die Batterien die anfänglichen Einsparungen leicht übertreffen.

Durch die einfache Skalierbarkeit können zusätzliche Sensoren in kurzer Zeit auch an Stellen installiert werden, an denen sich keine Kabel hinführen lassen, und zu Energieeinsparung bei Klima und Licht führen.

Tafel 4 gibt eine Kostenübersicht über ein realisiertes Vorhaben. Der Vergleich weist eine ca. 20-prozentige Kostenreduzierung bei der Kalkulation der Variante batterieles Funktechnik gegenüber Bussystem aus.

4 Referenzbeispiele

Einsätze der Gebäudeautomatisierung wurden bereits in [2] und [3] beschrieben. Weitere Referenzinstallationen zur Kombination von EnOcean mit klassischen Bussystemen sind:

- EnOcean-Funkeinrichtungen mit Backbone-EIB/KNX-Bus werden im Space-Campus von Siemens in München für 50 000 m² Büroareal mit insgesamt sieben Gebäuden realisiert, von denen Ende 2004 bereits vier fertig in Betrieb waren. Über 300 EIB/KNX-Gateways dienen dem flächendeckenden Empfang der Funktaster für die Licht- und Jalousiesteuerung.
- Im Sommer 2003 wurde schon die Firmenzentrale „avia Munich“ der Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH in München mit EnOcean-Funkschaltern und -Funk-Raumfühlern mit Backbone-TCP/IP-Bus über Raumcontroller fertig gestellt.
- EnOcean mit Backbone-TCP/IP-Bus im Süddeutschen Kunststoffzentrum SKZ in Würzburg. In einem Nutzgebäude mit 6 800 m² Bruttogrundfläche auf fünf Geschossebenen dienen 15 Funkempfängerklemmen und 20 Repeater dem Empfang der flächendeckenden Licht- und Jalousieschalter.
- MultimediaCentreRothenbaum in Hamburg mit besonderen Forderungen des Mieters zur achsweisen Flexibilität der Raumaufteilung sowohl in Längs- als auch in Querrichtung. Ohne Umbau und Eingriff in die technischen Gewerke ließ sich dies nur über das batterieles System verwirklichen. Die Forderungen zur raumweisen Schaltung zwischen Standby- und Komfortbetrieb, für die individuelle Zonenregelung der Raumtemperatur und zur raumweisen Taupunktregelung der Kühldeckenflächen wurden durch Raumbediengeräte mit Feuchtemessung erfüllt. Zur besseren Vermietbarkeit wurde pro Mietbereich ein Verteiler mit Automatisierungsgerät installiert, an den die ortsveränderlichen MSR-Geräte per Funk ohne Hilfsenergie angebunden wurden.

Aber nicht nur bei Großvorhaben wird die Technik angewandt. Die Wohnungsbaugesellschaft Friedrich Schinkel in Neuruppin bei Berlin rekonstruiert Plattenbauten mit batterieles Schaltern und schaltbaren Zwischensteckern zur Trennung von Stromkreisen. 20 Wohnungen sind schon über 12 Monate fertig gestellt und finden Zustimmung bei den Mietern.

5 Ausblick

Der Einsatz des batterieles Funksystems begann erst vor wenigen Jahren und hat sich inzwischen bei verschiedensten Einsätzen

Tafel 4 Kostenvergleich für ein fünfgeschossiges Gebäude

Quelle: Ingenieurbüro Heinze Stockfisch

Variante Funk				
Bezeichnung	Anzahl	EP	Summe Mietbereich	Kosten pro Achse
Bediengerät Funk	10	125 €	1 250 €	43 €
Ventilantrieb	29	80 €	2 320 €	80 €
Fensterkontakt Funk	36	90 €	3 240 €	112 €
Funkempfänger	1	92 €	92 €	3 €
Verteilerkasten Mieter	1	900 €	900 €	31 €
UV (Sicherungen)	1	35 €	35 €	1 €
Automationsstation	1	1 200 €	1 200 €	41 €
Einbau	1	300 €	300 €	10 €
Dienstleistung	120	4 €	420 €	14 €
Inbetriebnahme	120	5 €	540 €	19 €
2x2x0,8 inkl. Ankl., (29+1) · 18 m	540	3 €	1 620 €	56 €
Summe Mietbereich mit ca. 10 Räumen			11 917 €	410,93 €
Summe für 5 Geschosse mit jeweils 4 Mietbereichen			238 340 €	
Variante Bus				
Bezeichnung	Anzahl	EP	Summe Mietbereich	Kosten pro Achse
Bediengerät Bus	10	250 €	2 500 €	86 €
Ventilantrieb	29	80 €	2 320 €	80 €
Fensterkontakt + Dose	36	50 €	1 800 €	62 €
Verteilerkasten Raum (für 3 Achsen inkl. Regler)	10	550 €	5 500 €	190 €
UV (Sicherungen)	10	35 €	350 €	12 €
Dienstleistung	120	4 €	420 €	14 €
Inbetriebnahme	120	5 €	540 €	19 €
2x2x0,8 inkl. Ankl. (29+36+10) · 5 m + 18 m	393	3 €	1 179 €	41 €
3x1,5 inkl. Ankl. 10 · 18 m	180	3 €	540 €	19 €
Summe Mietbereich mit ca. 10 Räumen			15 149 €	522,38 €
Summe für 5 Geschosse mit jeweils 4 Mietbereichen			302 980 €	

vorrangig in der Gebäudetechnik bewährt. Die Konzentration des Herstellerbetriebes auf Vervollständigung und den weiteren Ausbau des Systems einschließlich gewünschter Optionen sowie Vertrieb und Marketing durch die Hersteller der spezifischen Produkte bietet beste Voraussetzungen für eine schnelle Marktdurchdringung schon zum jetzigen Zeitpunkt.

EnOcean sieht folgende zukünftige Arbeitsschwerpunkte:

- Neue Module, z. B. bidirektionale, programmierbare Module für vielfältige Anwendungen, wartungsfreie Bewegungsmelder, Brandfunkmelder, Auto-/Garagen-/Hausfunkschlüssel
- Neue Energiewandler, z. B. thermoelektrische Energiewandler und piezoelektrische Schwingungswandler für Reifensensoren
- Funkvernetzung, z. B. Weiterentwicklung

des Funkprotokolls und der energiebewussten Sensorvernetzung zur Realisierung sich selbst konfigurierender Sensornetze.

- Weitere Reduzierung von Kosten und Baugröße durch ein höheres Maß an Integration.

Literatur

- [1] F. Schmidt: Revolutionieren batterieloser Funkswitcher die Branche? Elektropraktiker, Berlin 55(2001)12, S. 992-993.
- [2] Flexible Raumnutzung mit batterielosen Funkensoren. Elektropraktiker, Berlin 58(2004)1, S. 64.
- [3] L. Aßmann: Sensor-System auf Grundlage von Solarfunktechnik. Elektropraktiker, Berlin 58(2004)10, S. 834-835.
- [4] Perpetuum 05. München: Firmenschrift der Fa. EnOcean 2005.
- [5] Vorträge und Folien anlässlich der Roadshow „Innovate Funksysteme“ am 23.02.2005 in Hamburg.