

## MEISTERWISSEN

Kompetenzzentrum  
Elektrotechnik  
**ELKOnet**



# Funklösungen für die Hausautomation

## Teil 2: Z-Wave – der Weg zum Industriestandard

Neben der auf dem Standard IEEE 802.15.04 basierenden Funklösung ZigBee [1] gibt es eine Fülle an herstellerspezifischen Systemen. Z-Wave ist vor Jahren als eine dieser Lösungen gestartet und ist jetzt auf dem besten Weg, als Industriestandard breite Marktpräsenz zu erreichen. Z-Wave wurde speziell für die Heimautomation entwickelt und steht daher im direkten Wettbewerb zu ZigBee.

### Historie

Die Entwicklung der Z-Wave-Technologie<sup>1)</sup> ist eng mit dem Unternehmen Zensys verbunden. Dieses dänisch-amerikanische Gemeinschaftsunternehmen wurde im Jahre 1999 mit dem Ziel der Schaffung eines De-facto-Standards für die Heimautomation gegründet. Ein erster Chip wurde im Jahre 2002 vorgestellt. Derzeit ist bereits die 3. Generation von Z-Wave-Chips verfügbar. Im Detail wurden bei der Entwicklung dieser Technologie vor allem Ziele wie:



- niedrige Kosten,
- geringer Energieverbrauch,
- Robustheit und
- Interoperabilität

verfolgt. Um die Verbreitung der Technologie zu fördern wurde im Jahre 2005 die Z-Wave-Alliance ins Leben gerufen. Inzwischen

<sup>1)</sup> Der Beitrag wurde im Wesentlichen auf der Basis einer Auswertung der Quellen [2] bis [8] erarbeitet.

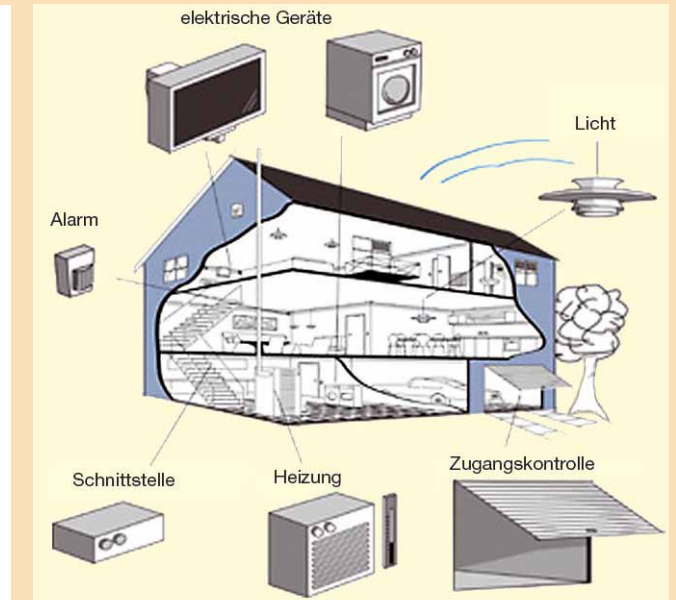
haben sich weit mehr als 150 Firmen dieser Allianz (www.z-wave-alliance.org) angeschlossen und bieten entsprechende Produkte an. Zielmarkt der Z-Wave-Technologie ist eindeutig die Heimautomation (Bild 1). Dieser Markt hat in den letzten zwei bis drei Jahren insbesondere unter dem Aspekt der steigenden Energiepreise eine bedeutende Entwicklung erfahren. Es ist daher nicht verwunderlich, dass eine Vielzahl der angebotenen Produkte der Steuerung und Regelung von Raumhei-

### Ausgewählte technische Details

zungen dienen. Die Verwendung des Z-Wave-Logos signalisiert dem Anwender, dass diese Produkte dem Z-Wave-Standard entsprechen und bei Bedarf auch durch Produkte eines anderen Herstellers ersetzt werden können. Der Begriff Z-Wave ist offenbar aus dem Firmennamen (Z von Zensys) entstanden und enthält einen Hinweis auf die Übertragung per Funk (wave – Welle).

Kernstück der Z-Wave-Technologie ist ein von der Firma Zensys hergestellter Chip von der Größe einer Streichholzkippe. Der Chip enthält eine komplett integrierte Wireless-Lösung mit RF-Transceiver, Mikrocontroller, Flash- und SRAM-Speicher sowie periphere Systeme und Software. Neben dem Chip werden Werkzeuge zu dessen Integration in Sensorik (Taster, Temperaturfühler, Bewegungsmelder usw.) und Aktorik (Schalter, Thermostate, Antriebe usw.) den Produktentwicklern durch die Firma Zensys bereit gestellt.

**Schichtenmodell.** Das Z-Wave-Schichtenmodell (Bild 2) ist recht kompakt. Die unterste Schicht, RF-Media genannt, ist bezüglich der Funktion vergleichbar mit der Bitübertragungsschicht (Physical Layer) des OSI-Modells. Die darüberliegende MAC-Schicht ist zumindest begrifflich identisch mit der unteren Subschicht, der Schicht-2 (Data Link Layer) dieser Modellvorstel-



1 Heimautomation als Zielmarkt – Anwendungsbereiche aus der Sicht der Entwickler

Quelle: Fa. Zensys

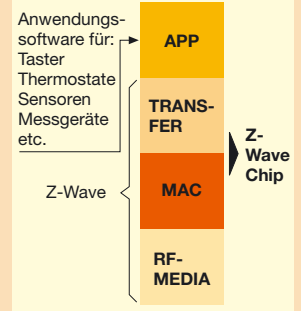
lung. Hier sind alle notwendigen Funktionen zur Hardware-Adressierung und zum Zugriff auf den Übertragungskanal angesiedelt. Die Transfer-Schicht ist das Bindeglied zwischen den hardwareorientierten unteren Schichten und der Benutzeranwendung in der Anwendungsschicht (APP-Schicht).

Hier werden Funktionen wie

- Sicherung der Übertragung gegen Fehler (z. B. durch Prüfsummen),
- Vergabe/Verwaltung der logischen Adresse und die
- Weiterleitung (Routing) von Datenpaketen

bereit gestellt. Die Interoperabilität zwischen Geräten verschiedener Hersteller wird aber auch hier nicht nur durch die übertragungsorientierten Schichten, sondern auch durch die Definition von Anwendungs- und Geräteklassen der Anwendungsschicht sicher gestellt.

**Knotentypen und Topologie.** Ein Z-Wave-Netz ist ein selbstkonfigurierendes Mesh-Netz (Maschen-Netz), welches ohne manuelles Netzwerkmanagement auskommt (Bild 3). Vom Prinzip her kann jeder Knoten zugleich als Sender und Empfänger fungieren und darüber hinaus die Weiterleitung (Routing) ankommender Datentelegramme übernehmen. Neu hinzukommende Knoten werden automatisch erkannt und in das Netz integriert. Bei Ausfall eines Knoten erfolgt ebenfalls eine Rekonfiguration (Re-Routing) des Netzes. Bei den Knotentypen wird zwischen



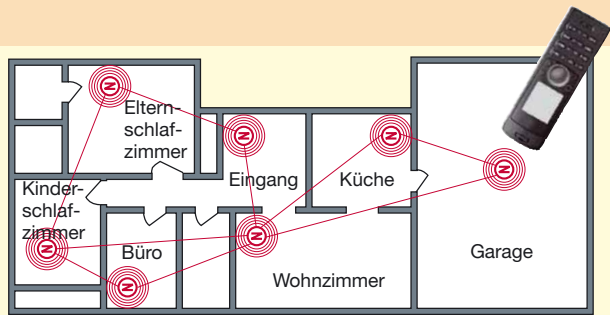
2 Z-Wave-Schichtenmodell

Quelle: Fa. Zensys

- Controllern,
- Routing-Controllern und
- Slaves

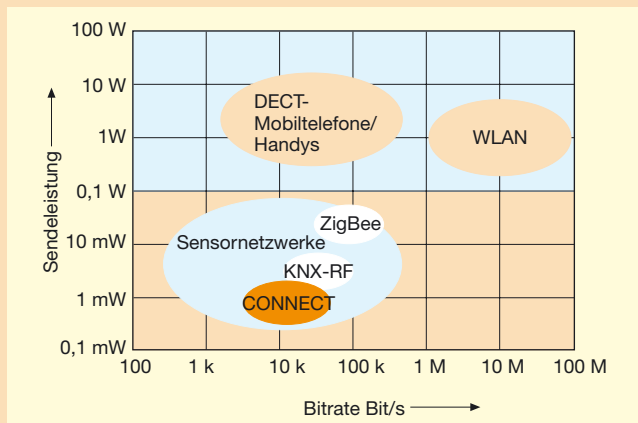
unterschieden. Unterscheidungsmerkmal ist dabei das Kommunikationsverhalten. Controller-Knoten können mit allen anderen Knoten kommunizieren. Slave-Knoten antworten nur auf Anfragen und Routing-Controller kommunizieren nur mit ausgewählten anderen Knoten.

**Adressierung.** In einem Z-Wave-Netz können bis zu 232 Geräte eingebunden werden. Für die Adressierung stehen offenbar 8 Bit zur Verfügung und wegen der Automatikfunktionen sind verschiedene Adressen speziell dafür reserviert. Sollen mehr als 232 Geräte vernetzt werden, kommen Gateways zum Einsatz. Bezüglich des Zugriffs auf den Übertragungskanal und des Energiemanagements (aktive und passive Phasen) der Knoten kommen hier ähnlichen Lösungen zur Anwendung wie bei ZigBee. Auch hier geht es darum Kollisionen bei der Übertragung zu vermeiden



**3 Maschen-Netz – Nachrichten werden von Knoten zu Knoten weitergereicht**

Quelle: Fa. Zensys



**4 Sendeleistung und Bitrate verschiedener Funksysteme**

Quelle: Merten

**Tafel 1**  
**Typische Merkmale**

<b>WLAN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ hohe Übertragungsrate</li> <li>■ Knotenanzahl nahezu unbegrenzt</li> </ul>
<b>Bluetooth</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ hohe Übertragungsrate</li> <li>■ Punkt zu Punkt Übertragung</li> <li>■ Knotenanzahl begrenzt</li> </ul>
<b>ZigBee</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ geringer Energieverbrauch</li> <li>■ geringe Übertragungsrate</li> <li>■ Knotenanzahl nahezu unbegrenzt</li> </ul>
<b>Z-Wave</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ geringer Energieverbrauch</li> <li>■ geringe Übertragungsrate</li> <li>■ Knotenanzahl begrenzt</li> </ul>

und möglichst hohe Standzeiten bei den Batterien zu erreichen. **Frequenzband, Übertragungsrate und Reichweite.** Z-Wave verwendet das freie 868-MHz-Frequenzband (USA – 915 MHz). Um eine hohe Zuverlässigkeit zu erreichen, erfolgt die Übertragung bidirektional, das bedeutet dass jede Übertragung vom Empfänger bestätigt wird. Die Übertragungsrate wird allgemein mit 9,6 kBit/s angegeben. In [7] findet sich allerdings auch ein Hinweis auf mögliche Übertragungsraten von 20 und 40 kBit/s. Im Freien werden Reichweiten von bis zu 200 m erreicht und für Gebäude werden Reichweiten von rund 30 m angegeben.

**Aktuelle Entwicklungen.** Seit einiger Zeit ist neben der 3. Chip-Generation die Version 5.0 der Z-Wave-Software verfügbar. Diese Version unterstützt jetzt auch die in Hongkong (919 MHz) und Australien (925 MHz) verfügbaren Frequenzbänder. Durch wei-

tere Reduzierung des Leistungsbedarfs soll es zukünftig möglich sein, ähnlich wie bei EnOcean [10] auch batterielose Knoten realisieren zu können. Um die Akzeptanz des Systems zu erhöhen, offeriert Zensys zudem ein Lizenzprogramm für andere Chiphersteller. Für den langfristigen Erfolg des Systems scheint darüber hinaus das im Jahre 2007 gestartete Konvergenzprogramm Z/IP von entscheidender Bedeutung zu sein. Damit soll es möglich werden, den TCP/IP-Protokollstapel direkt in Z-Wave-Knoten zu realisieren.

**ZigBee vs. Z-Wave**

Während sich im Bereich der klassischen IT-Netze WLANs durchgesetzt haben und Bluetooth bei den Mobiltelefonen zur Anbindung von Headsets u. ä. genutzt wird, sind ZigBee und Z-

Wave speziell für die Anwendung in der Gebäudeautomation entwickelt worden (Tafel 1). Beide Funklösungen sind außerordentlich viel versprechende Lösungsansätze. Zielmarkt ist in beiden Fällen die Haus- und Gebäudeautomation. Aus derzeitiger Sicht ist bei ZigBee die Tatsache, dass ein – und nur ein – Knoten die Rolle des Koordinators übernimmt nachteilig. Bei Ausfall dieses Knotens fällt gleich das gesamte Netz aus. Darüber hinaus besteht wegen der Komplexität des Standards die Gefahr, dass ZigBee-Produkte unterschiedlicher Hersteller Probleme bezüglich der Interoperabilität aufwerfen.

Bei Z-Wave kann u. U. die Beschränkung auf 232 Knoten bei größeren Projekten zum Problem werden. Für Wohnungen und Einfamilienhäuser stellt diese Knotenanzahl aber keine Beschränkung dar. Der Elektrohandwerker wird voraussichtlich auf längere Zeit mit dem Einsatz beider Systeme konfrontiert werden. Hersteller von Antrieben für Tore und Rollläden haben sich darüber hinaus zusammen getan, um mit IO-Homecontrol speziell für diesen Zweck ein Funksystem zu etablieren. Es ist durchaus denkbar, dass sich bei den Funklösungen langfristig eine ähnliche Situation ergibt wie bei den drahtgebundenen Gebäudeautomationssystemen. Neben einer Fülle herstellerspezifischer Systeme gibt es mit EIB/KNX und LON auch zwei standardisierte Systeme, die jeweils von einer größeren Anzahl Hersteller unterstützt werden.

**Funklösungen – pro und contra**

Die Vorteile von Funklösungen für die Hausautomation sind unbestritten – keine Verkabelung, einfache Montage und Demontage, Flexibilität bei der Wahl des Einsatzortes der Sensorik u. v. a. m. sind nicht nur bei der Renovierung von Bedeutung. Aber Funklösungen sind nicht ohne Nachteile. Dabei ist es nicht der vielfach diskutierte Elektrosmog (Bild 4), sondern es sind eher die mittelfristig zu erwartenden Probleme bezüglich des störungsfreien Nebeneinanders un-

terschiedlichster Funklösungen. Was derzeit schon vielfach bei IR-Technik zu beobachten ist, dass mit der Fernbedienung für den Videorecorder unbeabsichtigt auch die Stehleuchte geschaltet/gedimmt wird, könnte hier schwerwiegende Folgen haben. Man denke nur an die unbeabsichtigte Betätigung eines Antriebs (z. B. Garagentor) und dessen Auswirkungen.

**Schlussbemerkungen**

Funkbasierte Lösungen sind in der Gebäudeautomation – trotz mancher Fehlversuche und verschiedener noch offener Fragen – nicht mehr wegzudenken. Wenn sich weitweite Firmenallianzen bilden (wie bei ZigBee und Z-Wave) um Standards zu schaffen, trägt das mittelfristig dazu bei, dass man diesen Technologien vertraut und sich deren Marktpräsenz vertieft. Es besteht durchaus Grund zur Hoffnung, dass in den nächsten Jahren mit Funklösungen zur Heizungssteuerung ein breiter Massenmarkt erschlossen werden kann. Andere Anwendungen werden sich zwangsläufig daran anschließen.

**Literatur**

- [1] Möbus, H.: Funklösungen für die Hausautomation; Teil 1: ZigBee – Standard mit vielen Möglichkeiten. Elektropraktiker Berlin 62(2008)1, S. 44–45.
- [2] www.z-wave.com und www.zensys.com
- [3] www.z-wavealliance.org
- [4] www.wikipedia.de/z-wave
- [5] www.it-wissen.de/z-wave
- [6] Wendt, A.: Marktvergleich von Sensornetzplattformen. Seminararbeit Sommersemester 2006. Institut für Informatik der FU Berlin.
- [7] Grohmann, B.: Milliardenmärkte durch drahtlose Kommunikation. Funkschau 22/2005.
- [8] Grohmann, B.: Vom Chip zum Heimnetz. NET 7-8/2005.
- [9] Funksystem CONNECT Merten Firmenschrift 07/2007.
- [10] Möbus, H.: Batterielose Funk-sensorik. Elektropraktiker Berlin 61(2007)10, S. 887–889.

H. Möbus

Fortsetzung **Demnächst: IO-Homecontrol – Antriebe steuern und mehr**