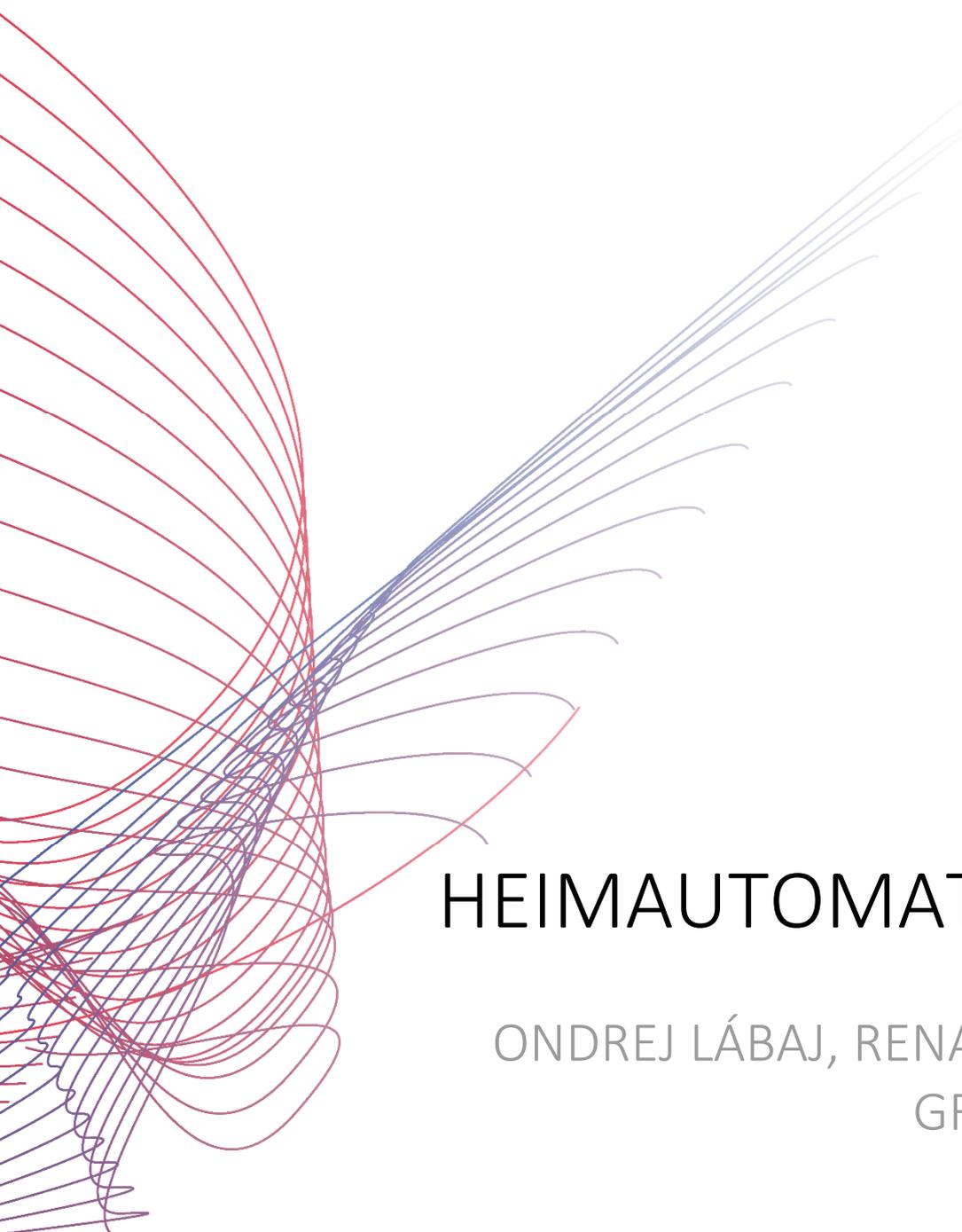




TECH pedia



HEIMAUTOMATISIERUNG

ONDREJ LÁBAJ, RENATA RYBÁROVÁ,
GREGOR ROZINAJ

Titel der Arbeit: Heimautomatisierung
Author: Ondrej Lábaj, Renata Rybárová,
Gregor Rozinaj
Übersetzt (von): Radoslav Vargic
Veröffentlicht (von): České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická
Kontaktadresse: Technicka 2, Prague 6, Czech Republic
Tel.: +420 224352084
Drucken: (nur elektronisch)
Anzahl der Seiten: 29
Ausgabe: 1. Ausgabe, 2017

ISBN 978-80-01-06228-9

TechPedia

European Virtual Learning Platform for
Electrical and Information Engineering

<http://www.techpedia.eu>



Dieses Projekt wurde mit Unterstützung der Europäischen Kommission finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung (Mitteilung) trägt allein der Verfasser; die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

ERLÄUTERUNG



Definition(en)



Interessantheit (Interessantes)



Bemerkung



Beispiel



Zusammenfassung



Vorteile



Nachteile

ZUSAMMENFASSUNG

Unter dem Begriff „Intelligentes“ Heim können wir uns die Heimautomatisierung, automatisierte Heimarbeit oder Automatisierung der Heimaktivitäten vorstellen. „Intelligentes Heim“ beinhaltet die zentralisierte Steuerung der Beleuchtung, der Heizung, der Klimaanlage, der Hausgeräte (Kühlschrank, Waschmaschine ...), der Sicherheitsschlösser von Eingangstor und -tür, der Alarmanlagen usw. Dazu gehören auch die Kontrolle der Heimaktivitäten, wie z. B. der Systeme für Heimspiele, die Bewässerung von Pflanzen in Haus und Garten, bis hin zur Fütterung der Haustiere. Das alles zusammen führt zu mehr Lebensqualität, zu höherer Sicherheit und Energieersparnis. Die Geräte kann man über das Heimnetz anschließen, damit man diese mit einem PC ansteuern kann. Ebenso ist eine Fernsteuerung über das Internet möglich. Alle diese Funktionen kann man mittels installierter Apps auf Smartphone oder Tablet abrufen.

ZIELE

Sie werden bei dieser Ausbildung mit den Grundlagen und Prinzipien in einem „Intelligenten Heim“ und seinem praktischen Nutzen vertraut gemacht. Es werden die Grundprinzipien und Vorteile eines „Intelligenten Heimes“, der Aufbau und die Kontrolle des Systems, die meistbenutzen Sensoren, das Kosten-Management und mögliche Szenarien vorgestellt.

LITERATUR

- [1] V. o. S. Home. Vision of Smart Home - The Role of Mobile in the Home of the Future, GSMA, 2011.
- [2] Kvas, Othmar. How to Smart Home, Key Concept Press, ISBN 978-3-944980-00-3, 2013.
- [3] Z. Alliance, www.zigbee.org.
- [4] INSTEON, whitepaper: Insteon compared, 2013.
- [5] I. Sigma Designs, www.sigmadesigns.com.
- [6] ABB s.r.o, Inteligentní elektroinstalace Ego-n, Návrhový a instalační manuál
- [7] Miroslav Valeš – Inteligentní dům , ERA, ISBN 80-7366-062-8, 2006
- [8] Štefan Fecko, Ignac Brodňan, Dionýz Gašparovský - Elektroenergetika 1 pre 3. ročník SPŠ Elektrotechnických, alfa plus, ISBN 80-88816-72-6, 2001

Inhaltsverzeichnis

1	Überblick und Vorteile	6
2	Die Architektur der Steuerung des Intelligenten Heimes	9
2.1	Die angesteuerten Geräte.....	10
2.2	Die Sensoren und die Aktoren.....	11
2.3	Das Kommunikationsnetzwerk	12
3	Die Typen der Sensoren.....	20
4	Einfluss der äußeren Bedingungen auf den Ansteuerungsprozess.....	23
5	Das Kostenmanagement	25
6	Die möglichen Szenarien.....	26

1 Überblick und Vorteile

Das „Intelligente Heim“ oder die Heimautomation gehört zu den sich schnell entwickelnden Technologien wie Internet, mobile Kommunikation und erneuerbare Energien, die sich im Laufe der letzten Jahren rasant weiterentwickelt haben.



Die Technologie des „Intelligenten Heimes“ berührt vor allem folgende Aspekte:

- die heutigen Möglichkeiten der Infrastruktur im Heim (z. B. die Nutzung der Drahtlosnetzwerke)
- Benutzbarkeit und Multifunktionalität mobiler Endgeräte
- Modernisierung durch Automatisierung und Steuerung, z. B. zum Zweck der Energieersparnis oder der Sicherheit

Bis vor kurzem hat sich die Heimautomation in erster Linie auf die Installation der ferngesteuerten Stromanschlüsse oder der Beleuchtung konzentriert. Die Installation einer Kabel- oder **IR** (*infrarot - infrared*) Steuerung innerhalb der Wohnung war langsam, nicht abgesichert und kostspielig. Es war auch notwendig, das System bei einem Neu- oder Umbau im Voraus in der Projektplanung zu berücksichtigen.



Die schnelle Entwicklung in der mobilen Kommunikation brachte für die Heimautomation völlig neue Möglichkeiten der Flexibilität und der Kostensenkung. Die Drahtlostechnologien wie 3G, 4G, WiFi zusammen mit den drahtlosen Kommunikations-Schnittstellen wie Bluetooth, ZigBee, Z-wave, Wifi haben diesen Bereich stark beeinflusst. Aus der einfachen Steuerung der Zustände Ein/Aus entstanden neue Funktionalitäten der Datenkommunikation zwischen kontrollierten Geräten und dem intelligenten Netzwerk, sowie beim Ausfall oder Verlust des Signals während der Übertragung.

Im Bereich der Anwenderschnittstellen hat das Aufkommen der Smartphones und der Tablets ein universelles Steuergerät hervorgebracht. Die Möglichkeit eine Vielzahl von Anwendungen installieren zu können, hat den Einsatz proprietärer Lösungen stationärer Ein- und Ausgabe-Steuerpanele bzw. -Steuereinheiten zurückgedrängt. Auch eine einfache Installation und die ständige Aktualisierung von Applikationen haben den Prozess beschleunigt.

Die Entwickler der Applikationen und die in diesem Segment tätigen Unternehmen können damit neue Bereiche erschließen. So z. B. bei der Steuerung des Energieverbrauchs, der Sicherheit, nicht nur der Sicherung des Eigentums. Ein anderer Anwendungsfall ist ein sensorbewachter Raum der z. B. beim assistiertes Wohnen (assisted living) oder in der Alterspflege die Bewegungen von Personen registriert.



Das Ökosystem des Intelligenten Heimes können wir in folgende Hauptbereiche aufteilen:

- Smart Home Entertainment
 - Smart Home Computing
 - Smart Home Monitoring and Control
 - Smart Home Health
-



Smart Home Entertainment beinhaltet die Steuerung und die Applikationen für die Audio-Video Elektronik wie TV, Set-Top-Box, Abspielgeräte für die Multimediainhalte (DVD, Blu-ray Disk) und Spielekonsolen, aber auch für Digitalkameras oder Heimdatenspeicher.

Smart Home Computing umfasst vor allem Kommunikationsgeräte wie Smartphones, Tablets und PCs, welche im Heim das Teilen und Senden (streamen) der Daten ermöglichen z. B. Fotos, Musik oder Videos. Diese Geräte werden auch in den folgenden Bereichen eingesetzt.

Smart Home Monitoring and Control In diesem Segment werden smart metering (intelligentes Messen) und Heimautomations-Systeme eingesetzt, die der Steuerung der Hausbeleuchtung, der Heizung oder der Kühlung sowie Funktionen der Sicherheit dienen. Die beliebtesten Funktionalitäten sind heutzutage die Anwendungen im Bereich der Sicherheit mit CCTV (engl. Closed Circuit Television) Kameraninstallationen und angesteuerten Türschlössern sowie die Steuerung und Überwachung von Beleuchtung und der Raumtemperatur.

Smart Home Health bezieht sich vor allem auf den Bereich des sogenannten Assisted Living. Dabei geht es um die Überwachung lebenswichtiger Funktionen von alten Menschen, Kranken und Kindern, wie z. B. die Kontrolle der Körperlage und des Wohlbefindens.

Die Entwicklung im Bereich Smart Home wird im folgenden Bild gezeigt (Abb. 1.1). Der Trend geht hin zu einem universellen Anschluss, aller vorhandenen Geräte einschließt der verfügbaren Steuerfunktionalität [1].

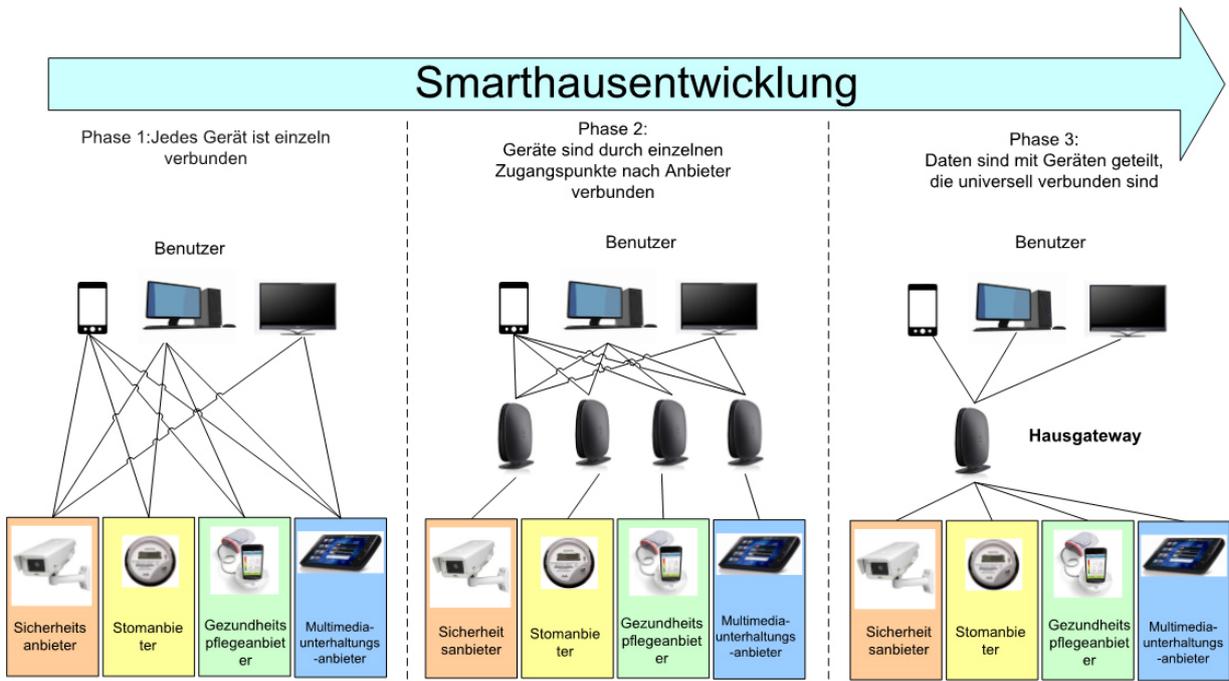


Fig. 1.1 – Entwicklung im Bereich Intelligentes Heim

2 Die Architektur der Steuerung des Intelligenten Heimes



$E=m \cdot c^2$

Aus der Sicht der Architektur lässt sich Heimautomation in die folgenden fünf funktionellen Einheiten einteilen:

- die angesteuerten Geräte
 - die Sensoren, einschließlich des Elementes, das die Aktion durchführt (z. B. der Schalter, das Ventil)
 - das Kommunikationsnetz
 - das Steuerungssystem (der Controller)
 - das Endgerät der entfernten Steuerung
-

2.1 Die angesteuerten Geräte



Unter diesem Begriff verstehen wir Komponenten, wie etwa Hausgeräte oder Verbraucherelektronik, die mittels Heimautomation angeschlossen und angesteuert werden. Die Hersteller dieser Geräte unterstützen in immer größerem Umfang die Drahtlosverbindung. Diese wird über die Schnittstellen WiFi, Bluetooth und Z-Wave realisiert, welche einen direkten Anschluss zum Steuerungsnetzwerk erlauben.

Die Geräte, die nicht mit Drahtlostechnologie ausgestattet sind, werden mittels entsprechender Adapter verbunden. Damit ist auch das Ansteuern älterer Geräte möglich. Jedoch ist die Funktionalität begrenzt, wie z. B. Ein-/Ausschalten oder das Dimmen der Beleuchtung.

2.2 Die Sensoren und die Aktoren



Die Sensoren sind im Prinzip die „Augen“ und die „Ohren“ des Heimnetzwerks. Es existiert ein breites Sortiment an Sensoren. Zum Beispiel:

- Messen der Temperatur
 - Messen der Intensität der Beleuchtung oder UV-Strahlung
 - Messen von Verfügbarkeit und Füllstand von Flüssigkeiten
 - Gasetektion
 - Bewegungsmelder
 - Lärmdetektor
-

Die Aktoren sind die sogenannten Ausführungselemente der Aktion. Je nach Typ der geforderten Interaktion werden diese der mechanischen (Pumpe), der elektrischen (Motor) oder der elektronischen (Abdunkler, Relaisschalter) Kategorie zugeordnet.

2.3 Das Kommunikationsnetzwerk



Das Kommunikationsnetzwerk verbindet die angesteuerten Geräte, Sensoren und Aktoren auf der einen Seite und den Controller (Steuergerät oder Steuereinheit) einschließlich der Fernsteuerung auf der anderen Seite. Heutzutage ist es möglich, diese Netzwerke in drei Hauptkategorien nach Art des Übertragungsmediums aufzuteilen.

- die Kommunikation über das Stromnetz
 - die Kommunikation über das Kabelnetze
 - die Drahtloskommunikation
-

Die Kommunikation über das Stromnetz



Diese basiert auf dem Prinzip der Nutzung der Elektroinstallation in der Wohnung mit der Übertragung von Signalen im Frequenzbereich von 20kHz bis 100 MHz. Der Standard, der bis vor kurzem diesen Bereich dominierte, war X.10, später wurde dieser durch den Standard HomePlug ersetzt. HomePlug wurde im Jahr 2010 (IEEE 1901) verabschiedet. Seine letzte Version – AV2 – ermöglichte eine Übertragungsgeschwindigkeit von bis zu 500Mbit/s.



Ein großer Vorteil dieses Typs der Kommunikation ist das Nutzen des vorhandenen Stromnetzes in der Wohnung.



Ein Nachteil könnte die Aufteilung der Phasen und das Vorhandensein eines Elektrozählers im Stromnetz sein, die eine Übertragung des Datensignals verhindern.

Die Kommunikation über das Kabelnetz



In diesem Bereich sind zwei Standards bekannt – KNX und LON. KNX ist europäischer (EN50090, 2003) und internationaler (ISO/IEC 14543-3, 2006) Standard für Heim- und Gebäudeautomation. Die Abkürzung hat ihren Ursprung in dem Namen Konnex. Dieser Standard ersetzt die älteren europäischen Standards **EIB** (*European Installation Bus*), Batibus (primär benutzt in Frankreich) und **EHS** (*European Home Systems*).

LON ist eine Abkürzung für *Local Operating Network*, ursprünglich im Jahr 1990 und später im Jahr 2008 (ISO/IEC 14908) als Lösung für die Automatisierung in Industriegebäuden, auf Flughäfen, in Sportstadien und bei der Straßenbeleuchtung vorgestellt.



Im Unterschied zu der KNX Architektur, nutzt das Local Operating Network eine dezentralisierte Steuerung. Im Falle umfangreicherer Installationen kann die Steuerung auf diese Weise auch ohne einen zentralen Steuerungspunkt auskommen. Das ist von besonderer Bedeutung für öffentliche Installationen mit hohen Anforderungen an die Erreichbarkeit.

Die drahtlose Kommunikation

Für eine drahtlose Übertragung, in der Heim- und Gebäudeautomation stehen heute diverse Technologien zur Verfügung..



Die Übertragungsgeschwindigkeiten, die Frequenz und die benutzten Modulierungen sind bei jeder dieser Technologie unterschiedlich. Die Unterscheidungskriterien können die Anforderungen an die Stromversorgung der Sensoren, bzw. die Lebensdauer des Akkus sein, die den Sensor speist. Folgende Tabelle zeigt zusammenfassend die benutzten Drahtlostechnologien der Heimautomation [2].

Die benutzten Drahtlostechnologien in der Heimautomation

	EnOcean	Z-Wave oder KNX-RF	ZigBee (802.15.4)	ZigBee (802.15.4)	Bluetooth (802.15.1)	WLAN (802.11)
Frequenz	868	868	868	2400	2400	2400
Übertragungsgeschwindigkeit (kbit/s)	125	30	20	250	720	11000-54000-100000
Reichweite (Innenbereich/in Metern)	30/300	9.6/20	30/500	30/500	10/100	20/50
Energieverbrauch	extrem niedrig	niedrig	niedrig	niedrig	mittel	hoch
Risiko der Datenkollision	sehr niedrig	mittel	mittel	niedrig	sehr niedrig	hoch

Während für die Gebäudesteuerung die Benutzung der Drahtlossensoren immer nur die zweite Wahl gewesen ist, hauptsächlich in bereits existierenden Gebäuden, ändert sich mit den neuen stromsparenden Standards die Situation.

Die Drahtlosschnittstellen wie Z-Wave, ZigBee, **BLE** (*Bluetooth Low Energy*) und **RFID** (*Radio-frequency identification*) werden heute zu Bestandteilen von Stromanschlüssen, Beleuchtungs-Schaltern und Haushaltsgeräten.

Dasselbe gilt für die Audio- und Videoelektronik, bei der man WLAN (WiFi) Module einsetzt, um multimediale Inhalte aus dem Internet zu streamen, die direkt über das Smartphone abrufbar sind. Eine neue Generation im Bereich der Drahtlostechnologien stellt der Standard EnOcean dar. Er erlaubt die Kommunikation über einen drahtlosen Link, weil die benötigte Energie aus den Temperatur- und Lichtunterschieden in der Umgebung bzw. durch mechanisches Umschalten des Beleuchtungsschalters gewonnen wird.

Das Steuerungssystem (der Controller)

$E=m \cdot c^2$

Ein Controller als Steuereinheit übernimmt die Aufgabe des „Gehirns“ im Heimautomations-System. Zu dieser Einheit fließen die Informationen von den Sensoren und andererseits erhalten die Sensoren Steuerungsbefehle von ihr. Ein Befehl für Sensoren ist z. B. das Einstellen der Grenzwerte, bei deren Über- oder Unterschreitung der Sensor eine Meldung generiert u. ä. Meist jedoch sendet er die gesammelten Informationen, die von der Steuereinheit ausgewertet werden und die diese wiederum auf der Basis der Vorgaben oder Einstellungen, als neuen Steuerbefehl an den zuständigen Aktor sendet. Dieser führt die geforderte Aktion aus. Weitere Aufgaben der Steuereinheit sind das Senden von SMS-Nachrichten, E-Mails oder das direkte Versenden von Meldungen zum Steuergerät (einer App auf dem Smartphone bzw. dem Tablet).

Die Steuereinheiten werden schon heute von diversen *Betriebssystemen* (**Operating System**) wie Linux/Windows/OS-X unterstützt, welche speziell dafür angepasst wurden.

Für den Notfall werden die Steuereinheiten mit einer Ersatzstromversorgung (*Uninterruptible power supplies* - UPS) versorgt oder sie besitzen eine Batterie, die für eine gewisse Zeit die Unabhängigkeit von der Hauptstromversorgung sicherstellt.

Die Fernsteuerung

i

Einer der Hauptgründe der steigenden Popularität von Heimautomations-Systemen im Wohnbereich ist die Möglichkeit, mit der installierten Applikation das ganze System über Smartphone oder Tablet bedienen zu können. Die Weiter- und Neuentwicklung der Applikationen ist ein stetig fortschreitender Prozess.

Die Endgeräte sind mit WLAN (WiFi) oder 3G/4G (über das Internet) an das Heimsystem angeschlossen. Das Steuern der Einstellungen ist so nicht nur vor Ort möglich, sondern auch aus der Ferne. In der Vergangenheit wurden solche Fernsteuerungslösungen über einen Telefonanschluss realisiert.

Der Vergleich der Drahtlostechnologien

ZigBee

$E=m \cdot c^2$

ZigBee ist ein Netzwerkstandard der in einem sogenannten routed Mode arbeitet, entwickelt durch die Mitglieder der ZigBee Alliance [3]. Seine letzte Namensgebung entstand in den 90er Jahren, als es offiziell „HomeRF“ Protokoll hieß. Der ratifizierte Standard wurde im Juni 2005 als „ZigBee radio standard“ veröffentlicht. Er definiert gleichzeitig auch die Netzwerksicherheit, und den existierenden IEEE 802.15.4 Standard [4].

ZigBee (Abb. 2.1) wurde für ein breites Anwendungsspektrum verschiedenster Applikationen entworfen, angefangen bei der Heimautomation. Dabei werden

hauptsächlich batteriegetriebene Stromquellen für industrielle Anwendungen zur Steuerung großer Gebäude benutzt.



Abb. 2.1 – Z-Wave

Der Standard IEEE 802.15.4 wurde im Jahre 2003 finalisiert, als *Low-Rate Wireless Personal Area Network (WPAN)*, welcher mehrere Schichten beinhaltet. Konkret sind es das Direct Sequence Spread Spectrum (**DSSS**), die *Physical Radio (PHY)* Schicht und die Softwareschicht *Media Access Control (MAC)*.

Mehrere Chiphersteller bieten den 802.15.4 Standard als Bestandteil eines integrierten Chipsets zusammen mit einem Mikroprozessor und 128KB Speicher für die ZigBee Applikationen an.



Hauptziele des ZigBee Standards sind:

- ein Drahtlosnetzwerk für industrielle Steuerungen, ein Anschluss medizinischer Geräte und die Heimautomation
- ein Mesh Netz mit einer Selbstorganisation, ohne die Notwendigkeit einer Steuereinheit, z. B. bei Ausfall der Kommunikation. Die Aufgabe der Weiterleitung der Daten vom entfernten Sensor übernimmt der nächstliegende Sensor in unmittelbarer Nähe
- ein niedriges Datenvolumen

- ein niedriger Energieverbrauch (mindestens für ein Jahr) durch eine Batterie, ohne die Notwendigkeit diese aufzuladen oder auswechseln zu müssen
-

ZigBee definiert einige Gerätearten:

- einen Netzwerkkoordinator – einmalig im Netzwerk, der die Wurzel des Netzwerkbaumes darstellt
- die **FFD** Geräte (*full-function device*), welche die Aufgabe der Router erfüllen
- die **RFD** Geräte (*reduced-function device*), die keine Router sein dürfen

Es gilt, dass nur die FFD Geräte das Routing in einem Mesh-Netz kontrollieren dürfen. ZigBee definiert für diesen Zweck eine Sternstruktur, beinhaltend RFD an den Kanten des Netzwerks und ein Hybridnetzwerk, cluster tree genannt.

ZigBee 802.15.4 radio nutzt die Frequenz 2,4 GHz, in den USA sind es 915 MHz und in Europa 868 MHz. Die beiden letztgenannten Frequenzen haben jedoch keine Herstellerunterstützung für die Endanwender bekommen.

Die Hersteller der Endgeräte müssen Mitglieder der ZigBee Alliance sein.

Z-Wave

Z-Wave ist genauso wie ZigBee ein Netzwerkstandard, der in einem verbindungsorientiertem Mode (routed) arbeitet. Der Patentbesitzer für dieses Protokoll ist die Firma Sigma Design [4], die das Patent von der Firma ZenSys of Denmark im Jahre 2008 [4] kaufte.



Dieses Drahtloskommunikationsprotokoll wird vor allem im Bereich der Heimautomation eingesetzt. Wichtige Ziele sind:

- niedrige Kosten für Lösungen im Haushalt
 - die sehr lange Betriebsdauer der Batterien für die Stromversorgung der Sensoren
 - die einfache Installation auch durch den durchschnittlichen Anwender
 - das einfache Anschließen der Sensoren an das Netzwerk
 - die Interoperabilität im Netzwerk zwischen den Geräten verschiedener Hersteller
-



Das Kommunikationsprotokoll dieser Technologie überträgt die Nachrichten mit dem sogenannten *Source Routing Algorithm (SRA)*. Source routing algorithm fordert von der Nachrichtquelle (das Gerät/der Sensor) die Informationen über die Anordnung anderer Sensoren/Geräte im Netzwerk, damit er die Nachricht auf dem kürzesten Weg weiterleiten kann. Das Aufrechterhalten und das Bereitstellen der aktuellen Netzwerktopologie die Aufgabe einer komplexen Gerätesoftware, die

gleichzeitig die Weiterleitung von Nachrichten an andere Geräte steuert, auch dann, wenn diese mobil sind und ihre Lage im Raum ändern.

Z-Wave definiert unterschiedliche Kategorien von Geräten, da die erwähnte Logik den Preis der Gräte/Sensoren erhöht, durch sogenannte Slaves (untergeordnete Geräte). Ein Slave kann die Zustände nicht überwachen und ist so programmiert, dass es nur mit ausgewählten Geräten im Netzwerk kommuniziert. Die beschriebene Logik ist die wichtigste Funktionalität des Z-Wave-Protokolls.

Z-Wave radio networking ist für eine limitierte Anzahl von Knoten oder nodes konzipiert, von denen sich im Netzwerk maximal 232 befinden dürfen. Allerdings empfehlen die Hersteller eine maximale Anzahl von 30 bis 50 Knoten, wobei jeder Knoten in einem Intervall von 5 bis 15 Minuten mit den anderen Geräten kommuniziert.

i

Die Z-Wave Nachrichten haben eine variable Länge. Die Paketgröße einer Nachricht darf eine Größe von 4 bis 6 Bytes haben und die Latenz darf 200 Millisekunden nicht überschreiten.

Für Z-Wave gilt, dass die Hersteller von Geräten, die dieses Kommunikationsprotokoll verwenden, Mitglieder der Z-Wave Alliance sein müssen.

WiFi

In den letzten Jahren wurde WiFi (IEEE 802.11) zum Standard für den Betrieb der drahtlosen LAN Breitbandnetzwerke für private Haushalte und gewerbliche Nutzer. Die steigende Popularität förderte auch die Vernetzung der Geräte, hauptsächlich im Bereich des Streaming multimedialer Inhalte.

$E=m \cdot c^2$

IEEE 802.11 ist ein Standard, von dem es mehreren Versionen (*a*, *b*, *g* und *n*) gibt. 802.11*a* ist für die Bandbreite 5GHz lizenziert, und wird nicht im gewöhnlichen Haushalt verwendet. Im Bereich der Anwender werden die Versionen 802.11*b*, *g* und *n* benutzt. Version *b* kommuniziert mit einer Geschwindigkeit 11Mb/s (Megabit pro Sekunde) und wird seit 1999 benutzt. Es folgt die Version *g* mit der Geschwindigkeit 54 Mb/s, vorgestellt im Jahre 2002. Version *n* mit der Geschwindigkeit 100Mb/s und mehr wurde im Jahr 2006 in Betrieb genommen. WiFi Netzwerke sind typischerweise in einer Sternnetzwerktopologie implementiert. Es ist aber kein mesh, d.h. dass es sich immer um eine point-to-point Kommunikation handelt.

WiFi ist mit seinen Übertragungsgeschwindigkeiten die schnellste aller Drahtlosnetzwerk-technologien, die man in Haushalten nutzen kann.

Nachteile sind der große Energieverbrauch und die komplizierte Konfiguration der Geräte.

Bei der Sternnetzwerktopologie muss man auch auf die Reichweite achten, die üblicherweise zwischen 50 bis 100 Metern beträgt. Zentraler Zugangspunkt ist

normalerweise der Controller oder der Router, zudem wird der Controller üblicherweise mittels Ethernetanschluss verbunden.



Ein großer Vorteil von WiFi ist, dass es für die Netzwerkverbindungen und den Datentransport das Protokoll TCP/IP nutzt, welches auch im Internet verwendet wird.

Betreffend Heimautomation wird WiFi gerne zum Anschluss einer IP Kamera verwendet; sie benötigt einen Stromanschluss und kann nicht mit Batterien betrieben werden. Die übertragenen Daten werden in regelmäßigen Intervallen in einem Heimdatenspeicher gespeichert. Das ist, mit heute üblichen Geräten möglich, aber sie werden schrittweise durch eine universelle Lösung eines WiFi Eingangspunktes mit Heimdatenspeicher ersetzt.

Ausser der Videoübertragung von IP Kameras wird WiFi gern für den Anschluss aller Arten von multimedialen Geräten im Haushalt verwendet, einschließlich mobiler Geräte und Rechner, zwischen denen man die multimedialen Inhalt überträgt.

Bluetooth



Die Gruppe Bluetooth SIG [5] definiert den gleichnamigen Standard IEEE 802.15.1 als drahtlose ad-hoc point-to-point Technologie für Personal Area Networking (**PAN**).

Diese Technologie wurde auch mit dem Ziel konzipiert einen niedrigen Stromverbrauch zu erreichen, sie ist aber auf eine Reichweite von ca. 10 Meter (ohne Hindernisse) begrenzt. Bluetooth wird heutzutage vor allem für Handys und drahtlosen Kopfhörer (headset), Tablets und PCs verwendet, hauptsächlich als Ersatz für die Kabelanschlüsse der Peripheriegeräte.



Die neue Version dieser Kommunikationstechnologie, genannt Bluetooth Low Energy oder Bluetooth Smart, bietet im Bereich PAN neue Möglichkeiten. Die Entwicklung dieser Technologie orientiert sich in der Heimautomation gerade auf den Bereich eHealth, dessen Bestandteil auch Assisted Living ist. Es geht um die Erfassung biometrischer Daten des Anwenders durch am Körper platzierter Geräte oder als Bestandteil täglich benutzter Objekte.

Der 2009 verabschiedete Industrie-Standard ist Teil der Bluetooth Spezifikation 4.0 .



Bluetooth arbeitet in einer Bandbreite von 2.4 GHz und erreicht mit Unterstützung von frequency hopping spread spectrum (**FHSS**) eine Übertragungsgeschwindigkeit bis 3Mb/s (Megabit pro Sekunde). PAN unterstützt den Anschluss von sieben Knoten.

EnOcean



EnOcean ist eine Drahtlostechnologie, die für die Stromversorgung der Sensoren die aus der Umgebung gewonnene Energie verwendet, z. B. aus der Umwandlung thermischer, elektromagnetischer oder solarer Energie. Das Prinzip der Energiegewinnung wird durch die extrem niedrigen Anforderungen an die Stromversorgung des Sensors ermöglicht.



EnOcean wurde im Jahre 2012 zum Standard (ISO/IEC 14543-3-10). Dieser Standard besteht aus drei Protokollschichten des OSI Modells, nämlich der physikalische Schicht (Physical Layer), der Sicherungsschicht (Data Link Layer) und der Vermittlungsschicht (Network Layer). Patentinhaber ist die Gesellschaft EnOcean, gegründet als spin-off der Siemens AG. Ziel war die Entwicklung von drahtlosen Modulen, die sich selbst versorgen können (ohne Batterien).

Übertragene Pakete sind relativ klein, konkret 14 Bytes lang mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von 125 kbit/s (Kilobits pro Sekunde). EnOcean wird in den realen Implementierungen hauptsächlich für Applikationen, bzw. Sensoren verwendet, die nur kleine Datenmengen übertragen müssen. Beispiele sind: Beleuchtungsschalter, Bewegungsdetektoren, Feuchtigkeits- und Wärmesensoren.



EnOcean nutzt mehrere Transportfrequenzen, konkret 902 MHz, 928,35 MHz und 315 MHz.

Anwendung findet dieser Standard überwiegend in der Gebäudeautomation, der Logistik und dem Warentransport in der Industrie. Neuerdings dringt er auch in den Bereich der Heimautomation vor. Auch hier gilt, dass der Hersteller ein Mitglied der EnOcean Alliance sein muss.

3 Die Typen der Sensoren

Den Überblick über die Sensoren-Typen und deren Nutzung im Haushalt zeigt das folgende Bild (Abb. 3.1) der Musterinstallation eines ganzen Systems. Als Beispiel werden mehrere Sensoren und weitere Ausstattungen verwendet, zu denen eine Beschreibung folgt.

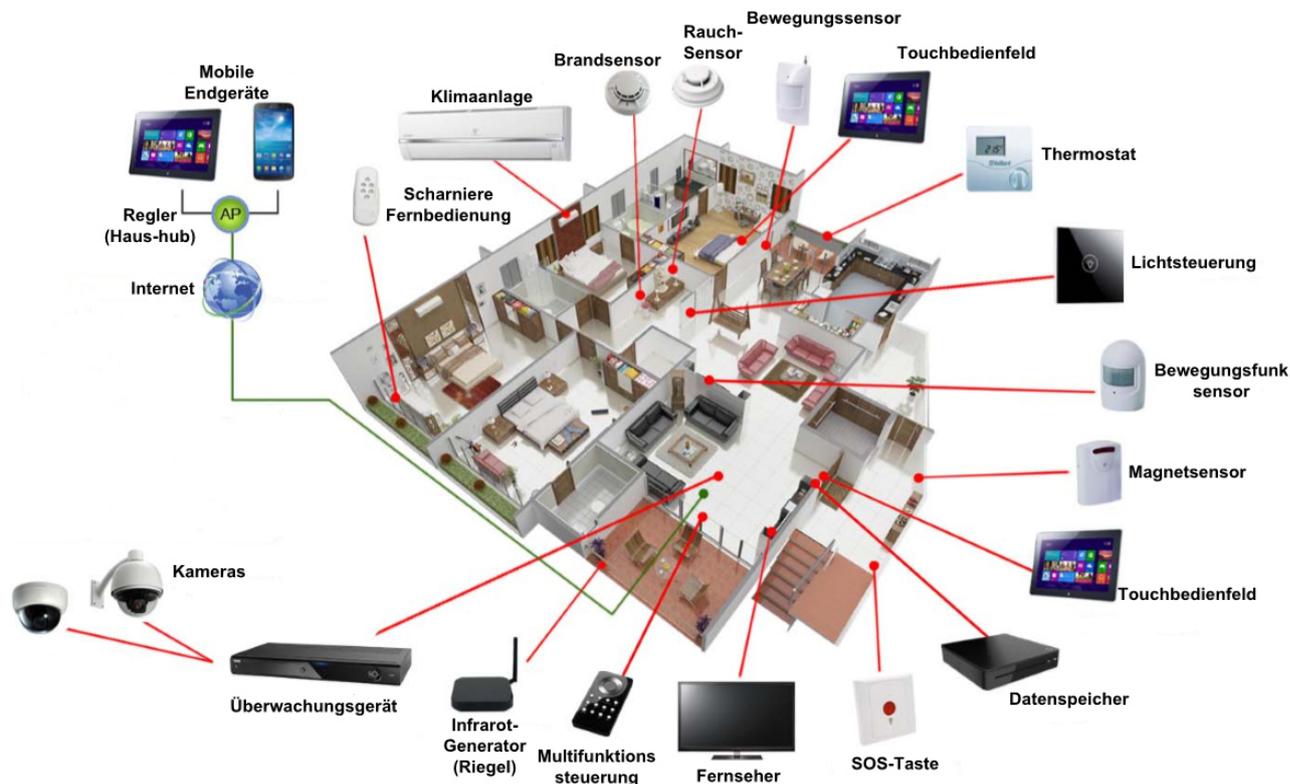


Abb. 3.1 – Beispiel der Elemente im Intelligenten Heim



Das Basiselement einer Installation ist die Steuereinheit, genannt auch HomeHUB oder *Access Point* (in der Abbildung AP). Access point ist ein allgemeiner Begriff für die Router im Heim (routers), die im Haushalt oft für die Verbindung der Geräte zum Internet benutzt werden.



Einige Hersteller bemühen sich deshalb um eine Erweiterung der Funktionalitäten für den Einsatz im „smart home“-Bereich. In einigen Fällen ist es sogar möglich, mit einem Upgrade der Firmware die neuen Funktionalitäten zu unterstützen, vorausgesetzt dass weitere Peripherien (z.B. Sensoren) mit einer Drahtlostechnologie angeschlossen sind, die AP unterstützen, weil es sich oft um WiFi handelt. Der Stromverbrauch und die damit verbundene Batterielebensdauer im Sensor ist in dieser Konfiguration nicht ideal. Die meistbenutzte Lösung ist heutzutage der Anschluss eines AP an den bereits existierenden Router und deren gemeinsame Anbindung über das Ethernet.

Die Steuerungseinheit wird zumeist vom Betreiber der „smart home“-Dienste zur Verfügung gestellt oder direkt vom Hersteller über das Verkäufernetz vermarktet. Aus technischer Sicht beeinflusst die Wahl des AP den Einsatz geeigneter Sensoren, welche dieselbe Drahtlostechnologie unterstützen.

Schauen wir uns die Typen der Sensoren und anderer Peripheriegeräte und deren Verwendung in einem Musterhaushalt (Abb. 3.1) an.

Der Bewegungssensor auch PIR Sensor genannt, ist ein Sensor, der gleichzeitig zwei Aufgaben erfüllt: das automatische Ein- und Ausschalten der Beleuchtung und die Absicherung des überwachten Raumes bei Abwesenheit. Diese Sensoren sind bereits einige Jahre auf dem Markt als Bestandteil von Ein-Zweck-Sicherungssystemen, meistens angeschlossen an die Steuerungseinheit mit zuvor vorbereiteter Infrastruktur in der Wohnung. Der aktuelle Trend ist, diese Sensoren drahtlos anzusteuern, mit der Möglichkeit diese überall in der Wohnung platzieren zu können.

Der Rauch- und Feuersensor kann Bestandteil der Peripherie sein. Während der Rauchsensor die Anwesenheit von Rauch und Gas über die Änderung der Leitfähigkeit festzustellen versucht, arbeitet der Feuersensor mit dem Prinzip der Temperaturmessung.

Der Wärmersensor wird oft mit anderen Sensoren kombiniert. Sie sind z.B. Bestandteil von Tor-Magnetkontakten oder PIR Sensoren.

Der Magnetsensor wird schon längere Zeit in Sicherheitssystemen für die Überwachung von Eingangs- und Balkontüren eingesetzt. Er arbeitet nach dem Prinzip eines Magnet gesteuerten Mikroschalters.

Der IR Generator (die Schranke) kann als sogenannte Infrarotwand verwendet werden, z. B. zur Absicherung von Balkonen oder im Komfortbetrieb als Bestandteil der Garagentore. Durch die Unterbrechung des Lichtstrahls zwischen der Sender- und Empfängerdiode wird die gewünschte Aktion gestartet.

Der SOS Druckknopf ist im Grunde ein sehr einfacher Schalter, der die zuständige Aktion startet. In diesem Falle kann er die Aufgabe des Hilferufes erfüllen. Ein Druckknopf kann Bestandteil des Armbandes für hilfsbedürftige Personen sein, wobei die Stromversorgung durch eine einfache Lithiumbatterie sichergestellt wird.

Die Kamera ist Bestandteil vieler Sicherheitssysteme und erfordert eine Dauerstromversorgung, nur selten wird eine unabhängige Batterie zur Stromversorgung verwendet. Die Einsatzgebiete sind vielseitig, z. B. für den Fall der Überwachung einer älteren Person oder eines Kindes bei Abwesenheit, etwa vom Nebenzimmer aus.

Die Beleuchtungssteuerung kann über Drahtlosschalter gesteuert werden, eventuell mit intelligenten Verdunklern, die auf Berührung reagieren. Für einen größeren Komfort ist ein einfacher Controller in jedem Wohnraum installiert. Eine kostengünstigere Lösung ist die Kombination des existierenden Schalters mit drahtlos angesteuerten Aktoren.

Der Thermostat dient der Temperatursteuerung im Raum oder in der ganzen Wohnung. Ein Thermostat kann gleichzeitig auch einen Wärmesensor enthalten.

Die Benutzung bereits vorhandener Thermostate könnte bei der Installation des Systems problematisch werden. Alternativ kann ein berührungsempfindliches Display verwendet werden, bzw. für die Fernsteuerung eine Applikation auf einem Tablet.

Die Multifunktionale Steuerung ist ein einfacher Fall der Fernsteuerung wie z. B. die Steuerung konkreter Objekte wie Vorhänge oder auch der Beleuchtung. Der Vorteil liegt der Einfachheit der Steuerung, z. B. für ältere Personen, die mit einem Touchscreen Probleme bekommen könnten.

Die Touchscreen Steuerung (Steuerung mit berührungsempfindlichem Bildschirm) ist eine universelle Fernsteuerung, die mit der Applikation jedes an das System angeschlossene Gerät, ansteuern kann. Es ist möglich, die Szenarien und den Zeitablauf der Aktionen einzustellen. Heutzutage wird dieser Typ der Fernsteuerung in größerem Maß durch mobile Endgeräte ersetzt.

Der zentrale Datenspeicher ist für das Speichern multimedialen Inhalte (Video, Audio, Fotografie) und gleichzeitig z. B. als Datenserver für Videokameras bestimmt. Außerdem kann er für die Sicherung der Daten von anderen Geräten im Haushalt (PC, Tablet, Smartphone) verwendet werden.

TV oder **Smart TV** kann neben dem Empfang multimedialen Inhalte auch als das Monitor für angeschlossene Kameras dienen.

Mobile Endgeräte sind aus der Sicht von „smart home“-Systemen die Fernsteuerungen und können gleichzeitig auch für den Zugriff auf multimediale Inhalte verwendet werden.

4 Einfluss der äußeren Bedingungen auf den Ansteuerungsprozess

Unter dem Einfluss der äußeren Bedingungen auf den Prozess der Steuerung versteht man vor allem das sogenannte Energy Management (Management der Steuerung des Energieverbrauches). Die Steuerung des Verbrauches ist hauptsächlich im Falle von Wohnhäusern die Hauptmotivation für die Realisierung eines Systems der Hausautomation. Erst an zweiter Stelle ist die Sicherheit und danach der Komfort für Anwender von Bedeutung.

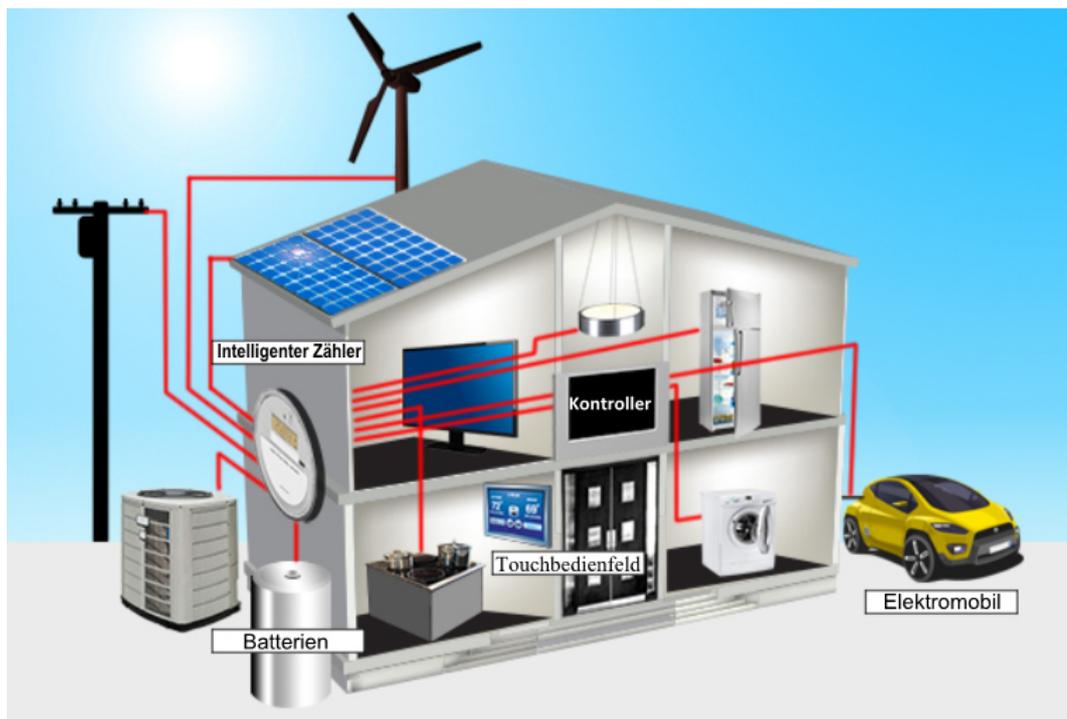


Abb. 4.1 – Energy management

i

Es geht vor allem um eine effektive Nutzung der erneuerbaren Energiequellen, z. B. bei der Stromversorgung, wenn bei guten Wetterbedingungen die Stromversorgung aus dem Stromversorgungsnetz ergänzt oder ganz ersetzt wird. In diesem Fall reguliert das System effektiv den Verbrauch aus allen Energiequellen mit dem Ziel, die Entnahme aus dem Versorgungsnetz zu minimieren.

Die Technologie der Solarpanel-Herstellung führte zu preisgünstigen Lösungen, welche den üblichen Sonnenkollektoren Konkurrenz machen, die primär zum Wassererwärmen eingesetzt werden. Denn die elektrische Energie, gewonnen aus solarer Energie, wird für die Warmwasserbereitung eingesetzt und versorgt gleichzeitig auch andere Stromverbraucher.



Neuerdings ist es auch möglich, die während des Tages gewonnene Energie zu speichern und sie in der Nacht zum Heizen, zum Beleuchten oder am nächsten Tag für die Klimatisierung einzusetzen.

Bei der Nutzung der erneuerbaren Energien in Verbindung mit intelligenten Stromzählern enden die Möglichkeiten des „energy management“ nicht.

Heimautomations-Systeme können den Energieverbrauch steuern, z. B. beim Heizen auf der Grundlage von Messungen der Innen- und Außentemperatur. Auch kann man in Kombination mit elektrisch betriebenen Jalousien die Bedingungen im Innenraum steuern und gleichzeitig die Energie für die Raumbeleuchtung optimieren. Eine Kombination dieser Kriterien ist bei Benutzung der richtigen Anwenderschnittstelle und des richtigen Steuerungsalgorithmus ohne Probleme möglich.

„Energy Management“ war ursprünglich eine Domäne der Industrie, wird jedoch mit dem Aufkommen der Heimautomation, auch für den Endverbraucher immer attraktiver.

5 Das Kostenmanagement

Das Kostenmanagement wird als ökonomisches Kriterium hauptsächlich im Bereich des „energy management“, beschrieben, kann sich aber auch in Lösung für die Eigentumssicherung oder den Komfort widerspiegeln.



In allen Bereichen geht es um effektives Sparen, z. B. des Energieverbrauches oder des Arbeitsaufwandes.

Von großer Bedeutung sind die Anschaffungskosten für den Aufbau des gesamten Systems und dessen Unterhalt. Bei der Installation einer Heimautomations-Lösung muss der Benutzer sein primäres Ziel für die Nutzung des System festlegen. Der aktuelle Markt ist in diesem Bereich gesättigt, was einen großen Einfluss auf die Kosten der Lösungen hat, und spricht bereits eine Vielzahl der Anwender an, entweder durch die angebotenen Funktionalitäten oder die Einfachheit der Installation.

6 Die möglichen Szenarien

In den vorherigen Kapiteln wurden die Sensortypen und einige Beispiele für die Anwendung in der Heimautomation beschrieben.

i

Der Markt für das Intelligente Heim umfasst vier Hauptbereiche:

- Die Sicherheit: den Alarm, die Anwesenheitssimulation, die Fern-Information und die Intervention
- das Gesundheitswesen: die Unterstützung der Senioren und der Heimpflege
- die Energetik: die automatisierte Steuerung und die Regulierung aller Versorgungsnetze (Wasser, Elektrizität, Gas)
- den Komfort: Beleuchtung, Jalousien, die Stromverbraucher, das Vernetzen aller Geräte

Alle genannten Projekte können miteinander kombiniert werden. Man könnte sagen, dass den Anwendungen im Intelligenten Heim nur durch die Fantasie Grenzen gesetzt sind. Ausgewählte Möglichkeiten sind unten aufgelistet.

RFID und der Ortungsservice

$E=m \cdot c^2$

Radiofrequenzidentifizierung (RFID) ist die drahtlose Nutzung der elektromagnetischer Felder für die Datenübertragung zum Zweck der automatisierten Identifikation und Überwachung von Objekten über Chips (oder Etiketten). Die Chips beinhalten elektronisch gespeicherte Informationen.

i

Der Anwender kann mehrere Profile auf der Basis von RFID besitzen: ein Heimprofil, ein Büroprofil, ein Profil im Auto usw. Mit Hilfe der Applikation im Smartphone detektiert man RFID und ordnet dem Anwender das richtige Profil zu. RFID Chips können überall als Aufkleber angebracht werden. Die Funktion des Auslesens der RFID Chips befindet sich auch in modernen Smartphones.

Weitere bekannte Wege zur Ortung sind GPS Koordinaten und das Orten auf der Basis des Mobilfunknetzes bzw. mittels Bluetooth.

In dem Moment, wo das System ein Ankommen feststellt, kann es vordefinierte Aktionen durchführen.

Der Regulator

$E=m \cdot c^2$

Der automatische Regulator (oder Steuerelement) ist das Zentrum des Automatisierungskonzepts. Wenn der Regulator ein intelligenter Bestandteil des „Intelligenten Heimes“ wird, kann das ganze Haus vollautomatisch funktionieren. Die Regulatoren regeln die Beleuchtung, die Steuerung der Klimaanlage, die Spielelemente, die Bewässerung und alle anderen Sensoren/Systeme.

Wenn das System richtig programmiert ist, trifft es eigene Entscheidungen, was im Wohnbereich unter bestimmten Bedingungen passieren soll. Der Anwender kann mit angepassten Tastaturen und Touchscreens an den einzelnen Geräten das System manuell kontrollieren. Weitere Möglichkeiten der Steuerung bieten Tablets, Smartphones und das Internet. Der Regulator kann eine heuristische oder eine fuzzy Logik für die Bewertung der Eingangsdaten verwenden. Es kann sogar die Gewohnheiten der einzelnen Anwender lernen, um dann richtige Aktionen anhand der verfügbaren Daten auszuführen.



$E=mc^2$

Das Drahtlosnetzwerk für das Intelligente Heim (Wireless home automation networks – WHAN) verwendet drahtlos arbeitende Sensoren und Aktuatoren, welche die Überwachung und die Kontrolle der Applikationen für den Heimkomfort der Anwender und das effektives Ansteuern der Geräte im Haus ermöglicht. WHAN beinhaltet einige Typen von Einbaugeräten, welche batteriebetrieben sein können und mit Niedrig-Leistung radio-frequenz Sendern ausgestattet sind. Die Verwendung der RF Kommunikation ermöglicht den flexiblen Ein- oder Ausbau der Netzkomponenten und senkt die Kosten der Installation, weil keine Kanäle und Kabel benötigt werden.



Moderne Regulatoren erlauben auch eine Verbindung zu einer Cloud, um z. B. eine Sprachsteuerung zu nutzen. Ähnliche Funktionen bieten Systeme wie Siri (Apple) oder Cortana (Microsoft), die mittels **API Schnittstelle (application program interface)** schon heute zur Verfügung stehen.

Die Sicherheit



Die Sicherheitssysteme beinhalten Steuerungspaneel, Tastaturen, Sensoren, Sirenen, Schlösser, Leuchten, Zugangssteuerung usw. Die Fernsteuerung der Schlösser erfolgt mittels einer Applikation auf dem Smartphone, entweder mit Bluetooth, RFID oder über das Internet. Das Sicherheitssystem kann um ausgewählte multimediale Funktionen wie Gesichtserkennung und Stimmerkennung erweitert werden. Ist der Anwender authentifiziert, bekommt er nach der Autorisierung die Zugangsrechte (z. B. können die Familienmitglieder überall Zugang bekommen, der Gärtner jedoch nur zum äußeren Eingangstor, in das Werkzeuglager usw.).

Der Rauchmelder kann ebenfalls als Bestandteil des Sicherheitssystems installiert werden, für die Absicherung des Hauses im Falle eines Brandes. Die Außensensoren melden dem Anwender, wenn ein Mensch die Grenzen des Grundstücks überschreitet. Die Bewegungsdetektoren können an Wänden, Decken, in Lichtschaltern oder im Freien installiert werden und informieren über jede Bewegung. Die Sensoren für die Glasbruchdetektion weisen das Sicherheitssystem des Anwenders auf einen Glasbruch hin. Der Wassersensor weiß, ob die Waschmaschine oder der Heizkessel defekt ist und schaltet die Wasserzufuhr automatisch ab und verhindert damit die potenzielle Katastrophe. Der Sensor in der Einfahrt informiert uns über die ankommenden Besucher.

Überwachungskameras können das Haus überwachen und bzw. als Nachtsichtkameras eingesetzt werden, Sie stehen in verschiedenen Bauformen groß, klein, kugelförmig, kuppelförmig bzw. versteckt eingesetzt zur Verfügung. Der Anwender kann sein Heim von einem beliebigen Rechner über das Internet, mit dem Smartphone oder aus seinem Digitalarchiv überwachen. Das Archiv kann für ein voreingestelltes Zeitintervall Daten bereithalten. Digitale Videorecorder erfassen, was rund um das Haus passiert. Mehrere Monitore ermöglichen dem Anwender verschiedene Bereiche, wie z. B. ein Schwimmbassin oder das Kinderzimmer zu überwachen.

Die Klimatechnik



Die Klimatechnik (oder Steuerelemente für die Umwelt) regelt Wärme, Feuchtigkeit, Wasser und Licht. Die Fensterjalousien, die Heizung, die Belüftung und die Klimaanlage (**HVAC** - *heating, ventilation, and air conditioning*), die Zentralheizung, sogar intelligente Kühlschränke können angesteuert werden. Damit ist es möglich der Verschwendung von Energie entgegenzuwirken. Außerdem können die intelligenten Messeinheiten den Maximalverbrauch feststellen und auf die entsprechenden Geräte aufmerksam machen.

Bewässerungssysteme können als Untermenge der Klimatechnik verstanden werden. sie können auf den Betrieb nach voreingestellten Plan (z. B. eingestellte Zeit vor der Morgendämmerung) programmiert werden. Es ist möglich, die Systeme auch mit einem Feuchtigkeitssensor unter der Erde zu steuern, so dass bei ausreichend feuchter Erde kein zusätzliches Wasser eingesetzt werden muss. Im Falle des Internetzugangs könnte eine spezielle Applikation die Wetterdaten auswerten und dann einen Bewässerungsplan erstellen.

Die Nutzung der Solarpaneele kann erkennbar zur Einsparung von Energie beitragen. Die Solarkollektoren sammeln die Wärme durch die Absorption oder wandeln diese direkt in elektrische Energie um. Meistens wird diese Technologie in Wohngebäuden zur Warmwasserbereitung benutzt. Sie ist vor allem für Mehrpersonenhaushalte geeignet oder in Situationen, in denen es eine große Nachfrage nach warmem Wasser gibt, z. B. das Wäsche waschen. Die kommerzielle Nutzung erfolgt in Waschsälen, Autowaschanlagen oder auch großen Kantinen. Diese Technologie kann auch zum Heizen verwendet werden. bzw. kann überschüssige Energie gespeichert und zu einem späteren Zeitpunkt nach Bedarf effektiv genutzt werden. Die Nutzung kann auch in eine Zeit verlagert werden, wo die Kosten für die Abnahme höher sind (unterschiedliche Preise am Tag und in der Nacht). Alle Elektrogeräte können so konfiguriert werden, dass sie die Energie entweder aus dem Akku oder aus dem Stromversorgungsnetz beziehen können. Die gesamte Konfiguration und die Kontrolle wird vom Anwender über die entsprechende Applikation auf dem Rechner oder Smartphone durchgeführt.

Die im Akku gespeicherte Energie kann in „smart grid“ Netzen verwendet werden, wo man den Überschuss der generierten Energie und die Energie aus den Akkus für die Einspeisung der Elektrizität in das öffentliche Stromversorgungsnetz benutzt. Verteilergesellschaften sind dafür bestens geeignet, weil sie Angebot und Nachfrage regulieren können.

Beispiel einer einfachen Anwendung



Eine Lampe in Verbindung mit einer Steuerung – schaltet das Licht ein und aus, verringert oder erhöht die Lichtintensität je nach Bedarf. Kontrolle und Steuerung sind möglich durch Leitungen im Innen- und Außenbereich oder mit Hilfe eines drahtlosen Steuergerätes. So kann man die Beleuchtung in den Abendstunden einschalten und einige Stunden später wieder ausschalten. Mit RFID kann der Anwender identifiziert werden sobald er sich in gewisser Distanz zum Haus befindet, wird die Beleuchtung eingeschaltet, damit entfällt eine manuelle Bedienung der Schalter. Zeitgesteuert können Haushaltsgeräte automatisch in Betrieb genommen werden, wie z.B. die Kaffeemaschine oder das Glätteisen für das Haar. Das Einschalten des Fernsehapparates kann mehrere vorprogrammierte Abläufe aktivieren: die Lichtstärke von Lampen wird reduziert, die Vorhänge oder Jalousien ziehen sich zu und alle Teile der Heimkinoanlage werden eingeschaltet. Ein Windsensor kann aufgrund der Wettervorhersage automatisch die Außenjalousien oder die Markise schließen wie im Falle eines starken Windes oder bei Regen. Dies ist für Dachfenster und Dachräume ideal, die schwer zugänglich sind. Staubsauger-Roboter können sich selbst einschalten, wenn sich niemand im Haus befindet.
