

SMART HOME

WOHNGEBÄUDE INTELLIGENT VERNETZT



**MACH MIT.
BAU NACHHALTIG.**
Energieeffizientes Bauen in Sachsen

saena
Sächsische
Energieagentur GmbH



→ Inhaltsverzeichnis

4	Einleitung
5	Kundengruppen
6	Anwendungsfunktionen
13	Richtig planen
15	Ermittlung der Kundenanforderungen
17	Gebäudeautomation und Vernetzung
17	Automationspyramide
18	Strukturierung der Gebäudeautomationssysteme
20	Vernetzung der Sensoren und Aktoren
20	Kabelgebundene Bussysteme
26	(Spezialisierte) Feldbussysteme
26	Funkbasierte Systeme
28	Übersicht der Funktechnologien für die Heimautomation
32	Geräte und Komponenten
32	Sensoren
34	Aktoren
36	Steuerungszentrale
36	Gateways
36	Bediengeräte
38	Normen und Richtlinien
40	Zukünftige Anwendungen
43	Fazit
44	Literaturverzeichnis
46	Impressum

Haftungsausschluss

Mit dieser Informationsbroschüre möchte die Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH über die aktuelle Marktsituation und die wesentlichen Anwendungsmöglichkeiten und Technologien zum Thema Smart Home im Allgemeinen informieren. Der Inhalt ist sorgfältig geprüft und nach bestem Wissen auf Grundlage einer Internet- und Fachliteraturrecherche erstellt worden. Jedoch übernimmt die SAENA keinerlei Haftung für eventuell falsche oder missverständliche Texte bzw. Darstellungen und auf Vollständigkeit.

Genauere Informationen finden Sie in der verwendeten Literatur (→ S. 44-45) oder auf den Internetseiten der aufgeführten Anbieter.

Der englische Begriff „smart“, übersetzt „intelligent“, ist spätestens seit der Etablierung des Smartphones in aller Munde. Der übergreifende Trend des Wortes „Smart“ wird daher zunehmend technologischen Neuentwicklungen zugeordnet. Die ansteigende Digitalisierung verschiedenster Bereiche und die damit verbundenen Veränderungen werden auch als „digitale Revolution“ bezeichnet. Der Fortschritt der digitalen Vernetzung wird durch die vielfältigen Möglichkeiten des modernen und komplexeren Internets angetrieben. In diesem Zusammenhang wird auch oft vom „Internet der Dinge“ gesprochen, bei dem immer kleinere und unauffälligere Computer den Menschen unterstützen und mit ihm interagieren sollen.

Besonders im Gebäudebereich zeichnet sich eine Veränderung durch die digitale Revolution ab. Das „Internet der Dinge“ wird bei der Errichtung, aber auch bei der Sanierung von Gebäuden zunehmend eine wichtige Rolle spielen. Dabei gewinnt der Begriff

Allgemeine Definition: Die Umschreibung „Smart Home“ steht für eine intelligente Verknüpfung von elektrischen Verbrauchern in privaten Haushalten. Die Intelligenz wird durch eine gezielte Vernetzung der Haustechnik (Heizungssteuerung, Beleuchtung, Belüftung, Verschattung, etc.) und von Haushaltsgeräten (Kühlschrank, Wasch- und Spülmaschine, etc.) erreicht, wodurch eine automatische Kommunikation der einzelnen Teilnehmer untereinander ermöglicht wird. Diese technischen Geräte oder Anlagen regeln sich bei Bedarf selbst oder lassen sich zentral steuern. Wesentliche Aufgaben von Smart Home Anwendungen sind zum Beispiel den Komfort zu steigern, mehr Sicherheit für die Bewohner zu gewährleisten oder Energie zu sparen.



Abb. 1 Vernetztes Gebäude, Quelle: Loxone

„Smart Home“ immer mehr an Bedeutung. Im Sprachgebrauch und auch in der Literatur werden unterschiedliche Begriffe als Synonym verwendet. Häufig sind die Begriffe „Connected Home“, „Intelligentes Gebäude“, „Intelligentes Wohnen“, „Smart House“ etc. zu finden. Technisch und inhaltlich besteht im Wesentlichen kein Unterschied, doch hat sich umgangssprachlich der Begriff „Smart Home“ etabliert.

Von den Bedürfnissen der Bewohner, der Außentemperatur, dem Angebot von günstiger Energie oder auch des selbsterzeugten Stroms (Photovoltaik, BHKW) lassen sich verschiedene Funktionen und Geräte optimal steuern. Auf dem Markt für Smart Home Systeme ist eine große Anzahl von Technologien bereits verfügbar. Von der Verkabelung mittels Buskabel oder über das Hausstromnetz, bis hin zu moderner Funktechnologie ist alles möglich.

Mit einem Smart Home eröffnen sich unterschiedliche Anwendungsmöglichkeiten. Aus den Bereichen Komfort, Sicherheit und Energieeffizienz können verschiedenste Lösungen realisiert werden, die das Leben der Bewohner erleichtern, es zudem sicherer machen und den Energieverbrauch reduzieren. Die Ersparnisse bei Strom- und Heizenergie sind der Grund, dass sich bereits viele Normen und Richtlinien mit dem Thema Energieeffizienz von Gebäuden mittels Gebäudeautomation befassen (→ S. 39).

Auf dem Markt gibt es mittlerweile unterschiedliche Smart Home Angebote, die auf die verschiedensten Anforderungen und Bedürfnisse der Kunden eingehen. Die Wünsche des Kunden sind vielfältig, jedoch meistens abhängig von der finanziellen Situation. Die Ansprüche an ein Smart Home Angebot lassen sich auch in folgende Marktsegmente einteilen.

Kleinanwendung

Zu dem Segment Kleinanwendung zählen Anwendungen, die einzelne Smart Home Funktionalitäten abdecken können. Zum Beispiel kann die Bedienung einzelner Beleuchtungen oder der Musikanlage durch installierte Applikationen (Apps) auf dem Smartphone via Bluetooth oder W-LAN erfolgen. Die Kunden für Kleinanwendungen schauen gezielt nach komfortablen und kostengünstigen Einzellösungen, die sie gezielt in ihrem Zuhause anwenden möchten. Um ein vollwertiges Smart Home mit diesen Produkten zu realisieren, wäre eine Vielzahl vernetzter Endgeräte und eine Steuerungseinheit, die eine Kompatibilität der Einzelgeräte gewährleistet, erforderlich. Diese Kleinanwendungen sind preiswert und werden zukünftig weitere Anwendungen im Haushalt finden. [2]

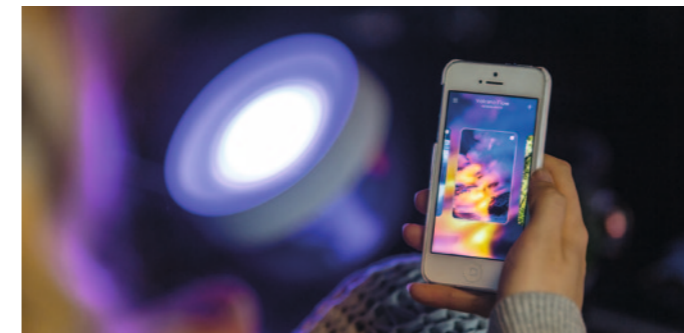


Abb. 2 Beleuchtungssteuerung mit Smartphone, Quelle: Philips GmbH

Volumenmarkt

Der Volumenmarkt bezieht sich auf teil- bzw. vollstandardisierte Angebote, die eine vollwertige Smart Home Funktionalität gewährleisten können. Dabei stehen kostengünstige Anschaffungs- und Installationskosten im Vordergrund, die vom Kunden teilweise selbst installiert werden können – Stichwort „plug and play“ (= eigenständige Installation). In der Regel handelt es sich dabei um drahtlose (→ S. 26) oder auf Powerline (→ S. 20) basierte Nachrüstlösungen für jeden Haushalt, die auch einfach demontiert werden können. Eine Vorausplanung beschränkt sich auf ein Minimum und führt daher zu mehr Flexibilität für den Kunden. In den aktuellen Marktprognosen wird vorausgesetzt, dass der Volumen- bzw. Massenmarkt in den nächsten Jahren weiter zunehmen wird. [2]

Hochpreissegment

Das Hochpreissegment spricht Kunden an, die eine qualitativ hochwertige Lösung bevorzugen. In diesem Marktsegment werden oft standardisierte Systeme für Neubauten oder auch Sanierungen angeboten, die durch spezialisierte Planer und Fachbetriebe geplant und umgesetzt werden. In der Regel werden ganzheitlich konzipierte

Lösungen angeboten, die ein harmonisches Zusammenspiel aller Gewerke (Licht, Heizung, Verschattung etc.) und damit eine ganzheitlich sichere und komfortable Bedienung gewährleisten. Hier besteht mittlerweile ein Markt mit etablierten Anbietern. [1], [2]



Abb. 3 Modernes Wohnhaus mit Smart Home, Quelle: www.gira.de

→ Anwendungsfunktionen

Die wesentlichen Anwendungsfunktionen können in die Bereiche Komfort, Sicherheit, Gesundheit & Pflege und Energieeffizienz/-monitoring unterteilt werden. Je nach dem Anspruch und den Bedürfnissen der Nutzer, können diese Bereiche in verschiedenen Komplexitäten oder Preiskategorien umgesetzt werden.

Komfort

Durch die Integration eines Smart Home Systems in ein Wohnhaus wird der Komfort deutlich gesteigert. Die Möglichkeiten sind je nach Budget nahezu unbegrenzt. Ein vernetztes Haus ermöglicht beispielsweise die Funktionen der automatischen Beleuchtungssteuerung mittels Präsenzmeldern. Weiteren Komfort bieten Lichtszenarien, die sich über einen Taster, Smartphone, Tablet-PC oder einem anderen Bediengerät einstellen lassen. Zudem kann die Verschattung der Wohnräume abhängig von Sonnenstand und Wetter oder zur Vermeidung einer Überhitzung im Gebäude komfortabel gesteuert werden. Haustechnische Komponenten, wie Heizungen und Beleuchtungs- und Lüftungsanlagen, können miteinander kommunizieren und eventuelle Störungen genauer analysieren bzw. dem Benutzer melden. Zum Beispiel wird bei sich ändernder Raumluftqualität die Be- und Entlüftung der Wohnräume automatisch angepasst oder signalisiert, dass eine manuelle Fensterlüftung notwendig wird. Sobald ein Fenster geöffnet wird, schaltet sich automatisch der Heizkörper in diesem Raum ab. Zusätzlich können individuelle Raumtemperaturen durch eine automatische Einzelraumregelung der Wärmeübergabesysteme erfolgen.

Mittels Zeitschaltuhren und voreingestellten Tagesprofilen können die vernetzten Haushaltskomponenten je nach Tagesablauf automatisch betrieben werden. Je nach Wunsch lassen sich zudem unterschiedliche Multimedia-Geräte in das Smart Home einbinden, z.B. der Fernseher, die Musikanlage, Spielekonsolen, Radio etc.. Dadurch können auf einer Festplatte oder auf einem Datenträger abgespeicherte Film-, Bilder- oder Musikdateien im ganzen Haus abgespielt werden.

Die Zusammenführung verschiedener Funktionen durch eine Gebäudeautomation erleichtert das Bedienen unterschiedlicher Geräte und zeigt zudem, welche derzeit eingeschaltet sind. Durch ein mobiles oder zentral installiertes Bediengerät lassen sich mit Hilfe einer einfachen Displayoberfläche alle angeschlossenen Komponenten von der Couch aus oder von unterwegs steuern. Aber auch ein zusätzlicher Taster für das Hochbett im Kinderzimmer oder ein Zentraltaster im Hauseingang können manches einfacher machen. [3]

Sicherheit

Durch die Integration eines Smart Home Systems wird nicht nur der Komfort gesteigert, sondern auch die Sicherheit für die Bewohner erhöht. Bei der Planung können sicherheitsrelevante Aspekte besonders beachtet werden. Ausgewählte Sensoren erkennen rechtzeitig Feuer bzw. Rauch im Gebäude, aber auch die Ortung von Wasser- und Gasleckagen ist mit diesen möglich. Im Ernstfall wird sofort ein Alarm ausgelöst bzw. kann der Bewohner über das Telefon genauer informiert werden (→ Abb. 4).

Für den Einbruchschutz gibt es bereits viele Anwendungen. Zum Beispiel werden über einen Bewegungsmelder eine Kamera oder die Beleuchtung eingeschaltet oder über Fenster- und Türkontakte ein unerlaubtes Öffnen registriert. Die Alarmanlage kann auch automatisch beim Verschließen der Haustür aktiviert werden. Für die Überwachung des Gebäudes aus der Ferne wird der Alarm an das eigene Mobiltelefon gesendet. Zur Abschreckung von Einbrechern



Abb. 4 Alarmmeldung auf dem Smartphone, Quelle: Loxone

bei einer längeren Abwesenheit der Bewohner kann durch eine automatische zeitlich versetzte Licht- oder Rollladenaktivierung eine Anwesenheit vorgetäuscht werden (→ Abb. 5).



Abb. 5 Smart Home zur Abschreckung von Einbrechern durch helle Außenbeleuchtung oder laute Musik, Quelle: Loxone

In Notfällen (z.B. Gebäudebrand) wird ein Abschalten des kompletten Haustromnetzes über einen zentralen Schalter oder das Bedienelement möglich. Auch einzelne Steckdosen, die für Kinder eine Gefahr darstellen, können nach Wunsch spannungsfrei geschaltet werden.

Durch den Einsatz von Außenkameras kann eine visuelle Kontrolle des Wohnhauses oder des Grundstücks erfolgen. Bei einer Bewegungserkennung werden automatisch Bild und Ton aufgezeichnet bzw. visuell auf einem Bediengerät dargestellt (→ Abb. 6)

Die Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der Sicherheit sind nahezu unbegrenzt. Doch hier gilt, dass bereits ein geringeres Maß an Automation bzw. eine qualitative Grundinstallation ausreicht, um das Eigenheim schon sicherer als ein konventionelles Gebäude zu machen. [4]



Abb. 6 Sichtbereich der Außenkamera auf dem Smartphone, Quelle: www.gira.de

Gesundheit & Pflege (Ambient Assisted Living)

Smart Home Produkte werden auch zunehmend in den Bereichen Pflege und Gesundheit eingesetzt. Der fachliche Begriff dafür lautet „Ambient Assisted Living“ (AAL). Gerade für ältere Menschen gibt es verschiedene Anwendungen, die den Alltag erleichtern und somit die Lebensqualität verbessern sollen. Dabei steht im Vordergrund, dass gerade die ältere Generation möglichst lange in den eigenen vier Wänden und ihrem sozialen Umfeld leben kann.

Zu den Anwendungsbereichen eines Ambient Assisted Living gehören unter anderem sicherheitsrelevante und unterstützende Funktionen, Überwachungsfunktionen und die Beschäftigung bzw. Unterhaltung der im Haus lebenden Person. Mittels Sensoren und Aktoren können auch hier Funktionen wie z.B. die Steuerung der Beleuchtung oder der Rollläden umgesetzt werden. Bewegungssensoren werden dazu verwendet die Tagesabläufe der Personen oder Patienten zu registrieren, aber auch um einen Sturz oder plötzliche Hilflosigkeit zu erkennen. Daraufhin erfolgt automatisch ein Notruf zum Arzt oder Krankenhaus.

Das System wird möglichst unauffällig in die Wohnung integriert und kann entweder durch ein kabelgebundenes Bussystem oder auf funkbasierter Technologie realisiert werden.

Gesteuert werden die Funktionen vom Nutzer über ein Bediengerät mit einer sehr einfachen Bedienoberfläche. [7], [8]

→ Anwendungsfunktionen

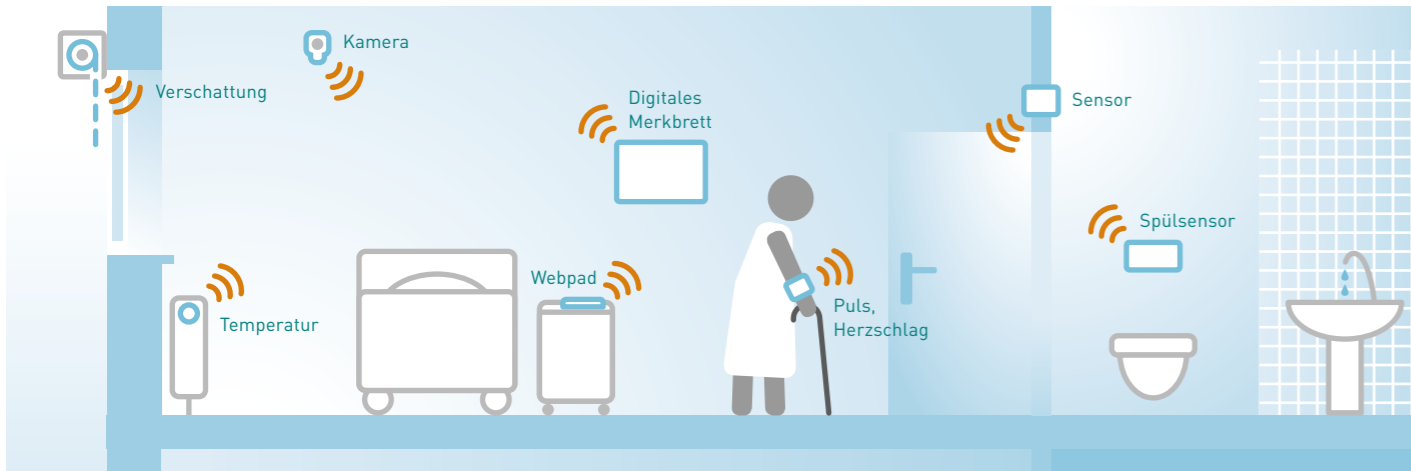


Abb. 7 Anwendungen im Bereich Gesundheit und Pflege

Energieeffizienz

Die Einsparung von Energie und die Reduzierung von CO₂-Emissionen sind die Kernthemen der heutigen Zeit. Im bundesweiten Energieverbrauch sind die Privathaushalte mit einer der größten Energieverbraucher in Deutschland. Die Potentiale im Gebäudebereich sind noch weitestgehend ungenutzt, obwohl die Technologie in den Bereichen Energiegewinnung und Anlagentechnik in den letzten Jahren zahlreiche Effizienzverbesserungen erfolgreich umgesetzt und am Markt etabliert haben.

Die Grundvoraussetzung für eine ganzheitliche Effizienzsteigerung ist zunächst die Reduzierung des Wärmeverbrauchs und der Einbau bzw. Optimierung effizienter Anlagentechniken in Wohn- und Nichtwohngebäuden. Neue Gebäude werden heute schon nach dem Niedrigenergie- oder Niedrigstenergiestandard gebaut und erfüllen hohe Energieeinsparvorgaben des Gesetzgebers. Der Großteil der bestehenden Gebäude in Deutschland ist jedoch nicht

mit effizienten Technologien ausgestattet und bietet ein großes Potential zur Energieeffizienzverbesserung.

Unabhängig vom Bauzustand liegt ein weiteres Einsparpotential im Bereich der elektronischen Verbraucher. Zwar werden elektrische Geräte immer effizienter bzw. haben geringere Standby-Verluste. Allerdings nimmt die Anzahl an elektrischen Geräten bzw. eingesteckten Netzteilen zu. Die Konsequenz ist ein Anstieg des Strombedarfs bei gleichzeitig ständig steigenden Stromkosten. Ein Smart Home kann einzelne elektrische Geräte oder bei Bedarf ganze Stromkreise kontrolliert abschalten und damit die Jahreskosten für Strom erheblich senken. In einer Studie der Hochschule Rosenheim wurden 18 bis 22 % als mittleres elektrisches Einsparpotential im privaten Umfeld ermittelt.

Neben den entsprechenden Maßnahmen zur Energieeinsparung, kann die Raum- und Gebäudeautomation eine Alternative bzw. einen ergänzenden Vorteil bieten. Grundlage für die Energieeffizienzbewertung der Gebäudeautomation bieten vorhandene Normen wie die DIN EN 15232 oder die DIN V 18599-11 (→ S. 39). In der DIN EN 15232 werden Gebäude je nach Gebäudeautomation in vier verschiedene Effizienzklassen aufgeteilt und ein Effizienzfaktor ermittelt. Dadurch lässt sich das Einsparpotential der Heizung, Kühlung, Lüftung und der Beleuchtung mittels Gebäudeautomation abschätzen.

In einer veröffentlichten Studie der Hochschule Biberach von 2011, wurden die erreichbaren Effizienzsteigerungen durch den Einbau einer Gebäudeautomation in verschiedenen Räumen der Hochschule untersucht. Die Auswertung unterschiedlicher Ausstattung der Räume ergab u.a., dass die elektrischen Verbräuche durch den Einsatz einer Konstantlichtregelung (tageslichtabhängig) mit Präsenzmeldern um 35 % effizienter waren, als bei einer herkömmlichen Lichtinstallation. Auch die Heizenergieverbräuche konnten im Vergleich zu einem herkömmlichen Heizungsgebrauch durch den Einsatz einer Einzelraumregelung deutlich reduziert werden. Die Heizkörper wurden bei offenem Fenster automatisch abgeschaltet und die Raumtemperatur bei Nacht und Nichtbelegung abgesenkt.

Untersuchungen von 2008 ergaben, dass die größten Einsparpotenziale durch die Kombination mehrerer Automationsanwendungen erreicht werden können. Zum Beispiel die Kombination von Sonnenschutz und Beleuchtung. Ergänzend dazu wurde festgestellt, dass das jeweilige Energiebewusstsein der Nutzer einen hohen Faktor auf die Energieeinsparung hat.

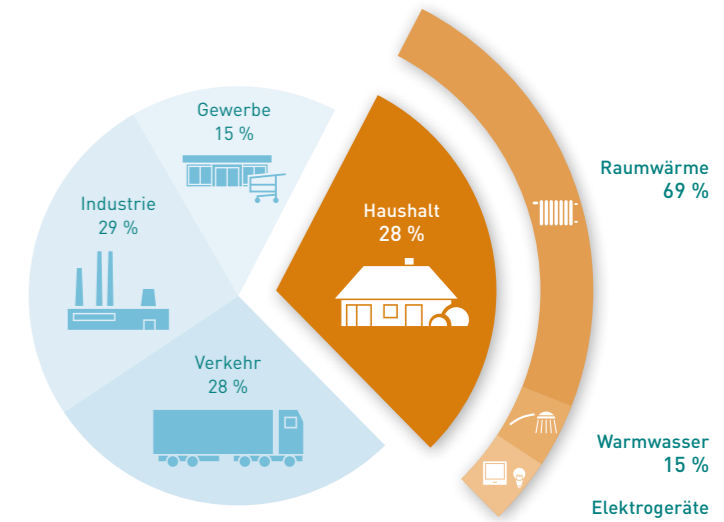


Abb. 8 Endenergieverbrauch nach Sektoren in Deutschland, Quelle: dena-Gebäudeenergiereport 2015

Im Zuge der Studien wurde bei der Gegenüberstellung der Investitionskosten zu den eingesparten Kosten festgestellt, dass die durchschnittliche Amortisationszeit beim Einsatz von Gebäudeautomationssystemen zwischen ca. 2-10 Jahren beträgt. Die Amortisationszeiten bei Investitionen in die Gebäudehülle beträgt im Vergleich zwischen 10-60 Jahren. [10], [11], [12], [46]

→ Anwendungsfunktionen

Energiemanagement

Ein weiterer interessanter Aspekt bei der Verwendung eines Smart Home ist die Verwendung eines intelligenten Energiemanagementsystems. Innerhalb des Gebäudes können dadurch Maßnahmen getroffen werden, die zu einer Reduktion des Energieverbrauchs durch die Optimierung des Heizenergieeinsatzes und der Stromnutzung führen. Das Energiemanagementsystem ist mit verschiedenen Komponenten vernetzt, welche thermische und elektrische Energie konsumieren, sodass auch immer der aktuelle Betriebszustand erkannt und visualisiert werden kann (→ Abb. 11).

Besonders im Bereich der Heizungsautomation sind in jedem Haushalt Energieeinsparungen möglich. Über ein Bediengerät können individuelle Nutzerprofile mit Nutzungszeiten und Raumtemperaturen für jeden Raum eingestellt werden. Dadurch ist es möglich die Räume in Abhängigkeit der eigenen Nutzungsgewohnheiten zu beheizen (→ Abb. 10).

Zusätzlich können die aktuellen und vergangenen Verbräuche für Wärme, Strom und Wasser analysiert und anschaulich dargestellt werden. Bei einem ungewöhnlichen Mehrverbrauch wird dieser bzw. Tipps zur Verbrauchssenkung aufgezeigt. Ähnlich wie bei neuen Autos wird der Verbrauch auf einem Display visualisiert und der Nutzer wird dadurch informiert und gleichzeitig sensibilisiert. Energieintensive Haushaltsgeräte, wie Wäschetrockner oder Waschmaschinen, können ausgewählt und in Zeiten günstiger Tagesstarife oder des eigen erzeugten Stroms automatisch betrieben werden. Voraussetzung hierfür ist eine digitale Messung des Stroms über einen Smart Meter (→ S. 40).

Dezentrale Erzeuger wie eine Photovoltaikanlage, ein Miniblockheizkraftwerk oder eine Solarthermieanlage können Bestandteil eines Energiemanagementsystems sein. Dabei plant und steuert das Energiemanagementsystem intelligent die Energieflüsse und

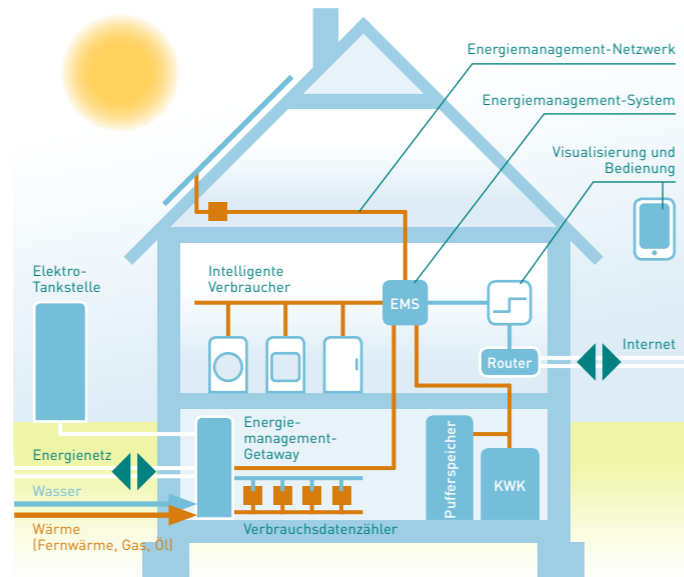


Abb. 9 Aufbau eines Energiemanagementsystems [13]

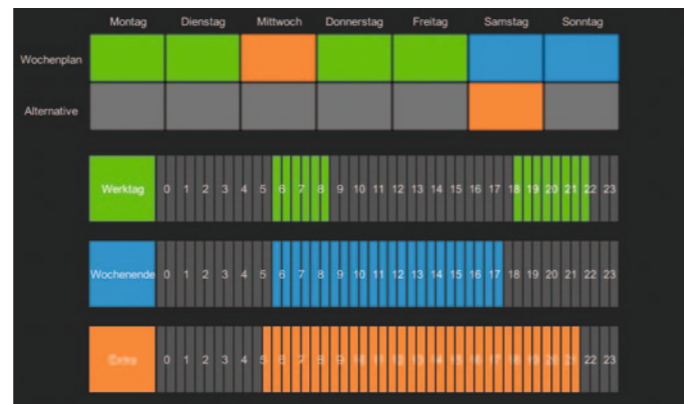


Abb. 10 Individuelle Heizungseinstellung, Quelle: provedo GmbH

bezieht zur optimalen Lastenverteilung Speichersysteme, wie Blei- oder Lithium-Batteriesysteme oder Wasser-Wärmespeicher (Pufferspeicher), mit ein. Mit der Integration von Wetterdaten werden Prognosen für die Erzeugung und des Verbrauchs kommender Tage erstellt und mit Handlungsempfehlungen unterlegt. Dadurch wird die Eigenverbrauchsquote als auch die Autarkiequote zusätzlich erhöht.

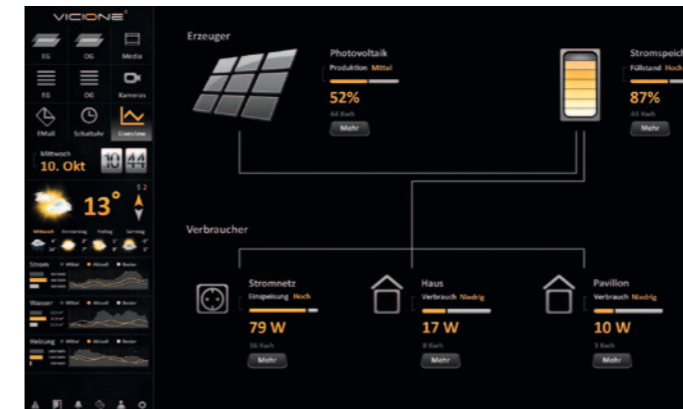


Abb. 11 Benutzeroberfläche eines Energiemanagementsystem
Quelle: ACX GmbH (Hausautomatisierung ViciOne)

Durch diese zusätzlichen Eigenversorgungssysteme, kann der Zukauf für Strom oder Heizenergie mit Hilfe des Energiemanagements wesentlich reduziert werden. Wichtig dabei ist, dass die Versorgung über die eigene Erzeugungsanlage optimal mit dem Verbrauch des Wohnhauses übereinstimmt. Ansonsten kann dies zu einer ineffizienten oder unwirtschaftlichen Betriebsweise führen. Die folgende Grafik visualisiert die Energieflüsse einer PV-Anlage durch ein funkbasiertes Energiemanagementsystem. Die gelbe Linie stellt den solaren Ertrag an einem Wintertag dar. Es ist

zu sehen, dass die Verbraucher nur dann zugeschaltet werden, wenn genügend selbst erzeugter Strom zur Verfügung steht.

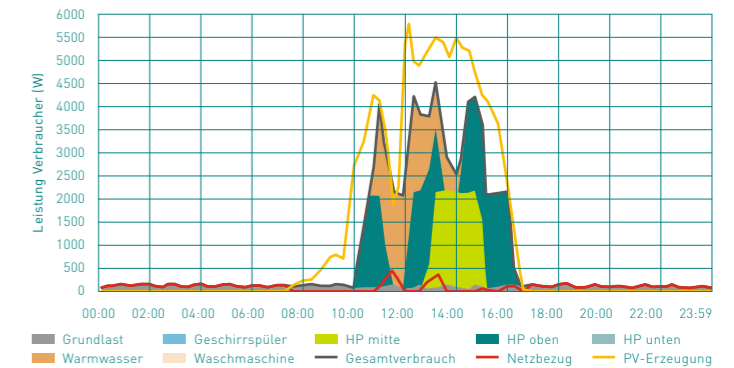


Abb. 12 Visualisierung der Energieflüsse einer PV-Anlage durch ein funkbasiertes Energiemanagementsystem (Verbraucherbilanz 01.11.2014)

TIPP! Besonders für zukünftige Betreiber einer PV-Anlage ist die Nutzung eines Energiemanagementsystems zu empfehlen. Aufgrund der immer weiter sinkenden EEG-Vergütung, ist die Eigenstromnutzung sinnvoller als ins öffentliche Stromnetz einzuspeisen. Hierfür gibt es am Markt auch kostengünstige Funksysteme (Energiemanager + Funksteckdosen für die Verbraucher), die auch für bestehende Anlagen nachgerüstet werden können.

Durch die wachsende Bedeutung der Elektromobilität ist die Integration eines Elektrofahrzeugs in das Energiemanagementsystem sinnvoll. Ein Elektrofahrzeug mit kostenlosen selbst erzeugten Strom zu beladen, bietet sich an.

Aktuelle Forschungsprojekte befassen sich mit der bidirektionalen Anbindung eines Elektrofahrzeugs, bei der das Elektrofahrzeug als ein mobiler Speicher verwendet werden kann. Über das Energiemanagementsystem wird der Lade- und Rückspeisevorgang gesteuert. Die Lasten des Haushaltes können somit verschoben werden, ähnlich wie bei einem gewöhnlichen Batteriespeicher. Zudem besteht die Möglichkeit das öffentliche Stromnetz über diese Technologie zu entlasten. [14], [15], [4]



Abb. 13 Elektroauto als Stromspeicher, Quelle: SAENA GmbH

Auch der Verkehr wird zunehmend „Smarter“ und kann intelligent gesteuert oder in einem „Smart Grid“ (→ S.40) integriert werden. Intelligente Verkehrssysteme (IVS) tragen dazu bei, dass Fahrzeuge untereinander, mit anderen Verkehrsteilnehmern und der Infrastruktur kommunizieren (Car2X), um dadurch den Verkehrsfluss zu optimieren. Auch hoch- bzw. vollautomatisierte Fahrzeuge bilden einen elementaren Bestandteil zukünftiger IVS-Lösungen. Voraussetzung zur Umsetzung aller IVS-Ansätze sind kompatible Ange-

bote für Verkehrsteilnehmer im urbanen und ländlichen Raum. Letztlich kann so die vorhandene Infrastruktur einer Region effizient genutzt und der Verkehr sicher und umweltfreundlich gestaltet werden.

Weitere Informationen zum Thema Elektromobilität und intelligente Verkehrssysteme finden Sie unter: www.saena.de/themen/effiziente_mobilitaet.html.



Im Folgenden sind die wesentlichen Eckpunkte für eine sinnvolle und anwendungsbezogene Planung aufgeführt.

Bedienung

Ein Smart Home System unterstützt den Nutzer beim Tagesablauf, warnt bei technischen Störungen oder informiert bei zu hohen Energieverbräuchen. Mit Hilfe einer einfachen Übersicht auf dem stationären oder mobilen Bediengerät werden Energieverbräuche, Raumtemperaturen oder Wetterprognosen jederzeit sichtbar. Diese Informationen sensibilisieren den Nutzer, um über einen effizienteren Einsatz von Energie im Tagesablauf nachzudenken bzw. Störungen selber zu beheben oder beheben zu lassen. Voraussetzung für eine eigene Steuerung bzw. Optimierung der Komponenten ist eine einfach zu bedienende Benutzeroberfläche und ein gewisses technisches Verständnis. Zudem können die Betriebs- und Verbrauchsdaten, z.B. für Strom, Wasser und Gas, kontinuierlich erfasst und über eine Bedieneinheit eingesehen bzw. ausgewertet werden. Mit Hilfe einer Energie-Ampel können die jährlichen Energieverbräuche einfach miteinander verglichen werden.

Trotz diesen inzwischen üblichen webbasierten Bedienungen muss gewährleistet werden, dass die grundlegenden Funktionen über normale Taster ausgeführt werden können. Immerhin sollte es zum Einschalten des Lichts oder zum Fahren der Verschattung nicht immer nötig sein, eine App zu starten oder zu einem zentralen Bedientableau zu gehen. Dies ist insbesondere auch wichtig, Gästen eine intuitive Bedienung der Gebäudetechnik zu ermöglichen. An Tastern sollte also nicht unnötig gespart werden. Damit lässt sich das Gebäude auch dann steuern, wenn das Handy nicht griffbereit ist.

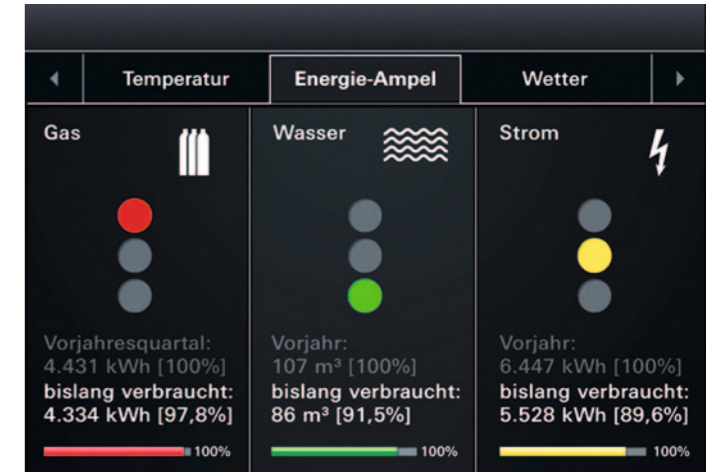


Abb. 14 Ansicht einer Energie-Ampel, Quelle: www.gira.de

Schutz der Privatsphäre

Durch die fortschreitende Heimvernetzung in Gebäuden ist es besonders wichtig, dass die Privatsphäre weiterhin geschützt bleibt. Das Eindringen in ein Heimnetzwerk (elektronischer Einbruch) von außen, muss ausreichend unterbunden werden. Deshalb sollten Smart Home Systeme eine außerordentliche Qualität und Sicherheit hinsichtlich des Datenschutzes aufweisen.

Kriterien für ein sicheres Smart Home wurden von der Fa. CorDev GmbH entwickelt und stellen sich zusammengefasst wie folgt dar:

Keine Daten über die Privatsphäre sammeln

- Es gibt keinen zentralen Server. Die App kommuniziert direkt mit dem IP-Gateway im Haus des Nutzers.
- Alternativ: Es gibt einen zentralen Server. Er speichert den aktuellen Zustand der Geräte im Haus, soweit dies für die App

→ Richtig planen

erforderlich ist. Er speichert aber keine historischen Daten. Die Daten werden verschlüsselt gehalten und können nur vom Nutzer selbst (mit seiner App) entschlüsselt werden.

Remote Steuerung minimieren

- Das Verhalten des Smart Home IP-Gateways im Haus unterscheidet, ob auf ihn aus dem Internet oder direkt aus dem W-LAN zugegriffen wird.
- W-LAN Zugriff: Alle Funktionen verfügbar.
- Internet Zugriff: Es ist konfigurierbar, welche Geräte remote per Internet abgefragt und welche gesteuert werden können. Im Default-Fall ist nur die Heizung abfragbar und steuerbar.

Offline Betrieb ermöglichen

- Das Smart Home ist zu Hause auch dann nutzbar, wenn es nicht mit dem Internet verbunden ist. Eine Internet-Verbindung ist keine Voraussetzung für die Nutzbarkeit des Systems. Eine ausschließlich lokale Verbindung im LAN darf Voraussetzung sein.

Verschlüsselte Datenübertragung

- Jede Datenübertragung im Internet und im LAN muss verschlüsselt erfolgen. Zulässig sind symmetrische, asymmetrische und kombinierte Verfahren.
- Das Sicherheitsniveau muss wenigstens auf dem Level von DES 64 Bit liegen.
- Bei jeder neuen Session wird ein neuer Schlüssel erzeugt.

Sichere Zugangskontrolle

- Personalisierter Zugang mit individuellem Login-Namen und Passwort (individueller Account).
- Die Option „mit diesem Gerät angemeldet bleiben“ ist zulässig, wenn der Nutzer keine Admin-Rechte (s.u.) hat. Für Standard-Nutzer ist die Option 4 Tage gültig. Liegt die letzte Nutzung länger als 4 Tage zurück, ist erneut die Eingabe des Passworts erforderlich.

- Wird mehr als 10 mal hintereinander ein falsches Passwort eingegeben, wird der Account gesperrt. Die Sperre kann nach frühestens 1 Tag automatisch aufgehoben werden.
- Mit dem Account sind Rechte verbunden, welche Funktionen der Nutzer ausüben darf. Es gibt mindestens zwei Benutzergruppen: Standard und Admin.
- Nur der Admin kann das smart Home konfigurieren und Nutzer verwalten. Das dient auch der Sicherheit vor Fehlbedienung durch Standard-Nutzer, die sonst versehentlich das System umkonfigurieren könnten. [47]

Umgang mit Elektrosmog

Ein weit verbreitetes Vorurteil ist es, dass funkbasierte Smart Home Systeme den Grad des Elektrosmogs, d.h. der elektromagnetischen Belastung, erhöhen. Diese pauschale Aussage ist falsch. Funktaster senden nur genau dann wenige Funkimpulse, wenn sie betätigt werden. Das wiederum ist nur wenige Male pro Tag der Fall. Ein funkbasierter Taster, der als Handsender auf dem Nachttisch liegt, sendet über Nacht rein gar nichts. Ein klassischer Schalter an der Wand beim Bett erzeugt aufgrund der anliegenden Spannung – selbst wenn er ausgeschaltet ist und kein Strom fließt – ein durchgehend elektrisches Feld. Zudem sind funkbasierte Taster oder selbst wiederkehrend sendende Temperatur- oder Helligkeitssensoren im Vergleich zu Dauerstrahlern wie WLAN-Router, Handys und Netzteilen zu vernachlässigen. Wenn Funktaster verwendet werden, um Strom- oder Leuchtenanschlüsse bereits außerhalb des Schlaf- oder Kinderzimmers zu schalten, kann damit die elektromagnetische Belastung sogar wesentlich reduziert werden.

→ Ermittlung der Kundenanforderungen

In einem Smart Home kann vieles automatisiert werden. Was ist nun aber richtig und was ist „zuviel des Guten“? Tatsächlich wird häufig zu viel oder falsch automatisiert. In Konsequenz „funktioniert“ das Gebäude nicht richtig und der Mensch fühlt sich nicht wohl. Noch schlimmer ist es, wenn der Mensch das Gefühl hat, nicht mehr selber bestimmen zu können, wann der Rollladen fährt, das Licht angeht oder der Raum geheizt wird.

Wieviel „Automation“ soll es denn sein? Ausrichtung am Nutzer!

Wenn die Automation den Nutzer ärgert, können die verbauten Komponenten nichts dafür. Die machen (ziemlich zuverlässig) genau das, was ihr ein Planer oder Programmierer als Aufgabe gegeben hat. Um zu gewährleisten, dass der Nutzer später mit der Automation zufrieden ist, muss man also frühzeitig aus Nutzersicht festlegen, was überhaupt automatisiert werden soll und wie die Automation zu bedienen ist. Dabei erfolgt das am Besten in einfachen, für jedermann verständlichen, Worten.

In mehreren Studien an der Hochschule Rosenheim wurden Kunden auf Ihre Wünsche zu Smart Home befragt. Dabei stellte es sich heraus, dass die einfachen und intuitiv verständlichen Funktionen stärker nachgefragt wurden, als trickreiche High-Tech-Features. Besonders gefragt waren Sicherheitsfunktionen zum Verschrecken von Einbrechern, Zentraltaster im Hauseingang zum Ausschalten aller Verbraucher oder eine Automation von Rollläden mit Einzel- und Gruppenfunktionen. In Bezug auf die Bedienung standen einfache Taster hoch im Kurs – die kann jeder intuitiv bedienen. Eine Steuerung über Smartphone-App sollte, sofern überhaupt gewünscht, immer nur eine zusätzliche Bedienmöglichkeit sein und darf den normalen Taster nicht ersetzen.

Die wesentlichen Funktionen können in einer Mini-Checkliste (siehe separate Textbox) zusammenfasst werden.

Ich möchte Energie sparen: Das übermäßige Heizen oder Beleuchten soll vermieden werden. Auch soll sich die Heizung bei Abwesenheit oder geöffneten Fenstern automatisch abschalten.

Mit einem „Alles-Aus“-Taster im Eingangsbereich möchte ich bei Abwesenheit zur Sicherheit verschiedene Geräte ausschalten können; auch möchte ich dadurch Stand-By-Verluste vermeiden.

Ich wünsche zusätzliche Sicherheit: Einbrüche sollen weitgehend vermieden bzw. Einbrecher verschreckt werden.

Ich wünsche Störungsmeldungen z.B. bei Bränden oder Rohrbrüchen

Rollläden/Jalousien sollen selbständig fahren, damit ich diese nicht 2 x täglich selber bedienen muss.

Bei mehreren Leuchten in einem Raum sollen diese über Lichtszenen bedient werden – so muss ich nicht jede Leuchte einzeln schalten bzw. dimmen.

Warum sind Schalter nur an der Wand? Ich hätte sie gerne auch dort, wo ich sie brauche, z.B. am Schreibtisch, Couchtisch, Bettkasten etc.

In Summe sind das deshalb auch gleichzeitig genau die Möglichkeiten, die ein Fachbetrieb beherrschen sollte, wenn man vom Trend „Smart Home“ profitieren und seinen Kunden entsprechende Mehrwertlösungen anbieten möchte. Mehr muss es nicht unbedingt sein. Der Vorteil ist dabei: Wenn man sich auf diese wesentlichen Funktionen konzentriert, hält man die Komplexität in Grenzen und kann einen Auftrag effizient abwickeln und erhält eine stabile, funktionierende Installation.

Wer sich dem Thema Smart Home stärker widmen möchte, wird mittelfristig mehr Möglichkeiten wünschen bzw. seinen Kunden mehr Möglichkeiten anbieten wollen. Hier gibt es leider keine feste Prioritätenliste, was von Kunden gewünscht wird. Manche Kunden möchten mehr Sicherheit und manche legen mehr Wert auf Energieeffizienz. Man kommt also nicht herum, seinen Kunden individuell zu fragen. Dazu wurde ein Fragebogen mit ca. 50 Fragen entworfen. Alle Fragen sind so formuliert, dass diese von jedem beantwortet werden können, d.h. es sind keinerlei Kenntnisse bzgl. Gebäudetechnik oder -automation erforderlich. Der vollständige Fragebogen umfasst 16 Seiten und ist kostenlos unter www.igt-institut.de/smarthome/fragebogen/ verfügbar.

Nun geht es irgendwann an eine Umsetzung. Dazu gibt es auf dem Markt inzwischen eine sehr große Anzahl an Anbietern von Smart-home-Systemen. Falsch wäre es, deren Datenblätter studieren zu wollen, um eine Systemauswahl zu treffen. Die bessere Vorgehensweise ist, die gewählten Anforderungen aus der Checkliste bzw. dem Fragebogen zusammenzufassen und das dem jeweiligen Anbieter oder Fachbetrieb zu senden und nach einem Angebot zu fragen. Die Antwort gibt dann Aufschluss darüber, ob das jeweilige System die Anforderungen umsetzen kann und was das kostet.

Auch wenn es zum Auftrag kommt, sollten erneut die Anforderungen der Checkliste bzw. des Fragebogens fester Bestandteil des Vertrags werden. Wenn ein Fachbetrieb spezifische Kompo-

nenten wie Sensoren, Aktoren oder Controller anbietet, ist der Nicht-Fachmann schnell verwirrt. Das ist aber egal, wenn der Hauptfokus im Vertrag nicht ist, womit etwas umgesetzt wird, sondern was umgesetzt wird.

Die korrekte technische Umsetzung liegt natürlich beim Elektriker oder Systemintegrator. Für einen Erfolg muss der Nutzer, Haushersteller, Architekt oder Generalunternehmer sich jedoch die Zeit nehmen, die für den Menschen relevanten Aspekte, wie Bedienung und Verhalten der Automation, vorzugeben.

TIPP! Auswahl geeigneter Fachbetriebe

Machen Sie sich zunächst vor dem Gespräch mit dem Fachbetrieb Gedanken darüber, was in Ihrem Gebäude automatisch ablaufen oder über z.B. das Smartphone zusätzlich bedient werden soll. Orientieren Sie sich z.B. an dem erwähnten Fragebogen. Gehen Sie damit auf mehrere Fachbetriebe zu und erfragen Sie Angebote. Achten Sie darauf, nicht nur klassische Elektrofachbetriebe sondern auch sogenannte Systemintegratoren zu kontaktieren. Diese finden Sie z.B. als Partnerbetriebe auf den Webseiten entsprechender Hersteller. Bei Erhalt des Angebots achten Sie darauf, ob es für Sie verständlich ist und der Anbieter auf Sie und Ihre Wünsche eingeht. Wenn ein Anbieter Sie mit komplizierten Begriffen und hohen Kosten verwirrt, dann kann das nicht unbedingt gut ausgehen. Gehen Sie auf weitere Anbieter zu, die sich genau auf die Automationsfunktionen konzentrieren, die Ihnen wichtig sind. Nur dann erhalten Sie ein gutes Preis/Leistungsverhältnis in Kombination mit einem stabilen Betrieb und guter Betreuung.

Qualifizierte Fachbetriebe finden Sie zum Beispiel auf der Internetseite der SmartHome Initiative Deutschland e.V. unter www.smarthome-deutschland.de/fachbetriebe.html.

Die wesentliche Grundlage für ein voll funktionsfähiges Smart Home ist eine Gebäudeautomation mit einer Vernetzung der technischen Komponenten. In diesem Abschnitt werden die wesentlichen Grundlagen der Gebäudeautomation erläutert und eine Auswahl verschiedener Gebäudeautomationssysteme vorgestellt.

Automationspyramide

Der systematische Aufbau der Gebäudeautomation ist grundlegend in drei Bereiche aufgeteilt. Die drei Bereiche sind je nach Komplexität und Größe des zu automatisierenden Gebäudes ausgeprägt. Der Aufbau ähnelt einer Pyramide, der sogenannten „Automationspyramide“. Zwischen den einzelnen Ebenen sind Schnittstellen (Gateways) angeordnet, die eine Kommunikation zu den darüber liegenden Ebenen gewährleisten. Diese Schnittstellen sind von besonderer Bedeutung, da fast kein Gebäudeautomationssystem alle Ebenen abdecken kann.

Den Grundstein bildet die **Feldebene**. In dieser Ebene findet die Datenerfassung und die Ausführung der Funktionen statt. Die große Anzahl von Feldgeräten, wie Sensoren und Aktoren, sind in dieser Ebene angebracht und über Kabel oder Funk miteinander verbunden bzw. direkt an eine Automationsstation der Automationsebene angeschlossen. Bei Verwendung von Bus- oder Funksystemen ist eine Kommunikation untereinander möglich. Damit lassen sich auch ohne Automationsebene einige Funktionen realisieren (z.B. Beleuchtungs-, Rollladen- und Temperatursteuerung). [16], [17]

Darauf aufbauend befindet sich die **Automationsebene**, in der die Informationen der Feldebene zusammen getragen werden. In der Automationsebene sind sogenannte Automationsstationen. Kleine leistungsfähige Einrichtungen, die mit standardisierter Software

konfiguriert werden können. Diese verarbeiten die Daten und kommunizieren diese an die Feldebene (Sensoren, Aktoren) und Managementebene (Bediengeräte). [16], [17]

Die **Managementebene** (Leitebene) bildet die Spitze der Pyramide. Informationen und Daten werden in der Managementebene durch die Anwendung einer Software gesammelt und ausgewertet. Mit Hilfe der Software werden die Daten und Informationen auf einem Computer visualisiert. Hierdurch wird ermöglicht, dass die Prozesse der Gebäudeautomation bedient und beobachtet werden können. [16], [17]

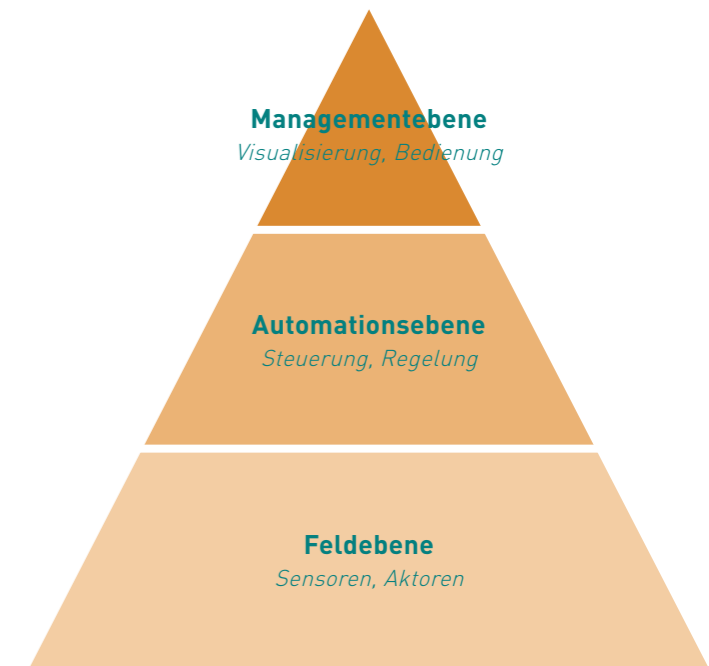


Abb. 15 Automationspyramide

Strukturierung der Gebäudeautomationssysteme

Gebäudeautomationssysteme unterscheiden sich grundsätzlich in dezentrale und zentrale Systeme.

Dezentrale Systeme

In Bezug auf die Raumautomation sind Bussysteme verbreitet und akzeptiert. Die Kommunikation zwischen Sensoren und Aktoren erfolgt über ein Bus-Kabel, welches zusätzlich zu anderen Kabeln im Gebäude zu verlegen ist. Dabei ist der Verkabelungsaufwand nicht unerheblich und insbesondere bei Nachrüstungen in Bestandsgebäuden oft nicht durchführbar. Abhilfe können funkbasierte Technologien sein. Dabei kann man funk- und busbasierte Systeme auch über Gateways koppeln. So lässt sich ein Bussystem auch dann flexibel erweitern, wenn Elemente wie z.B. Sensoren an Stellen benötigt werden, zu denen eine Kabelführung nicht oder nur schwer möglich ist.

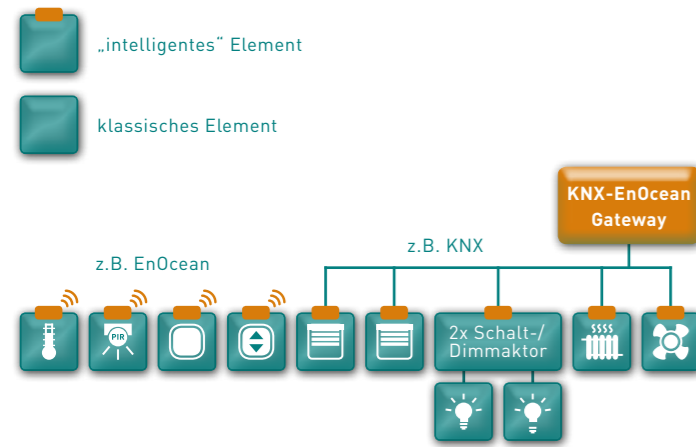


Abb. 16 Dezentrale Gebäudeautomation – über Bussystem oder über Funk

Zentrale Systeme

Kernelement der zentralen Automation ist ein zentraler Controller - auch oft als Server, I/O-System oder DDC (Direct Digital Control) bezeichnet. Im Kern handelt es sich immer um eine zentrale Einheit, an den jeder Sensor und Aktor direkt angeschlossen wird. Inzwischen unterstützen aber fast alle Controller auch kabel- und funkbasierte Bussysteme, also u.a. KNX und EnOcean (→ Abb. 17). Durch die hohe Funktionalität der Controller können oft einfachere und damit günstigere Sensoren und Aktoren verwendet werden, was einen Preisvorteil mit sich bringen kann. Zum anderen ermöglicht ein Controller meist umfangreichere Funktionen sowie Visualisierung. Im Bereich von Smart Home lassen sich viele Controller über einfach graphische Menüs „programmieren“. Oft genügt es, einen registrierten Sensor mit einem registrierten Aktor graphisch zu verbinden, um eine gewünschte Funktion umzusetzen (z.B. den Fensterkontakt mit einem Zwischenstecker, um Einbrecher durch Einschalten von Licht zu verschrecken).

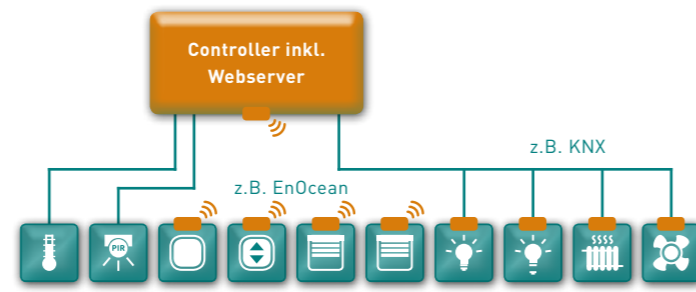


Abb. 17 Zentrale Gebäudeautomation (mit Nutzungsmöglichkeit von Bussystemen und Funk)

Netzwerk-Topologien

Eine Topologie bezeichnet die physikalische Anordnung von Netzwerk-Stationen, die über Netzkabel miteinander verbunden sind, um den Datenaustausch zu gewährleisten. Es wird grundsätzlich zwischen einer Linien-, Stern-, Baum- und Ringstruktur unterschieden.

Topologie-Variante	Strangschema	Vorteile	Nachteile
Bei der Linien-Topologie werden alle Teilnehmer an einem zentralen „Nervenstrang“ angeschlossen. Die Ankopplung der Teilnehmer erfolgt mittels T-Verbindung. Jeder Teilnehmer ist somit in der Lage mit jedem anderen zu kommunizieren. Es gibt keine zentrale Netzwerkkomponente – dafür befindet sich die Intelligenz in jedem Teilnehmer.		<ul style="list-style-type: none"> → Einfach installierbar → Kurze Leitungen 	<ul style="list-style-type: none"> → Netzausdehnung begrenzt → Bei Kabelbruch fällt Netz aus → Aufwändige Zugriffsmethoden
Bei der Stern-Topologie werden alle Teilnehmer über eine Datenleitung an einen Zentralrechner angeschlossen. Die Kommunikation wird über den Zentralrechner gesteuert. Fällt der Zentralrechner aus, findet keine Kommunikation mehr mit den Teilnehmern statt. Das Netzwerk ist beliebig erweiterbar.		<ul style="list-style-type: none"> → Verteilte Steuerung → Große Netzausdehnung → Einfache und schnelle Fehleranalyse 	<ul style="list-style-type: none"> → Hoher Verkabelungsaufwand → Netzausfall bei Ausfall oder Überlastung des Kopplungselementes
Die Baum-Topologie ist eine erweiterte Stern-Topologie, die meist in größeren Netzen eingesetzt wird. Hauptsächlich wenn mehrere Topologien miteinander kombiniert werden. Der Grundstein bzw. die Wurzel der Topologie ist meist ein Koppel-Element oder eine andere Topologie. Von dort bilden sich Verzweigungen und Verästelungen.		<ul style="list-style-type: none"> → Verteilte Steuerung → Große Netzausdehnung 	<ul style="list-style-type: none"> → Aufwändige Fehlersuche → Bei Störungen Netzausfall → Hoher Verkabelungsaufwand
Bei der Ring-Topologie werden die Teilnehmer an einer geschlossenen Kabelstrecke angebunden. Jeder Teilnehmer wird von dieser Kabelstrecke durchlaufen. Die Steuerung und der Zugriff wird über ein Protokoll geregelt. Das Netzwerk fällt aus, sobald das Kabel unterbrochen wird.		<ul style="list-style-type: none"> → Verteilte Steuerung → Große Netzausdehnung 	<ul style="list-style-type: none"> → Aufwändige Fehlersuche → Bei Störungen Netzausfall → Hoher Verkabelungsaufwand

Abb. 18 Vorteile und Nachteile der Netzwerk-Topologien [18], [17], [4]

Vernetzung der Sensoren und Aktoren

Die Lösung für ein intelligentes Gebäude ist die Installation von Sensoren und Aktoren und deren Vernetzung. Die grundlegenden Voraussetzungen für die Installationsgeräte sind, dass diese kommunikationsfähig und mit einer programmierbaren Steuerelektronik ausgestattet sind.

Für die Gebäudeautomation von Wohngebäuden werden u.a. folgende Übertragungsmedien angeboten:

- Verdrillte Kupferleitung (Buskabel)
J-Y(ST)Y 2 x 2 x 0,8 mm²
- 230 V Netzspannung (Powerline)
NYM-J 3 x 1,5 mm² bzw. 5 x 1,5 mm²
- Flachleitungssystem (0,27 mm)
LEONI exFC®Flachkabel
- Ethernet (IP)
CAT-5 bis CAT-7
- Funkimpulse

[19]

Kabelgebundene Bussysteme

Ein Bussystem verwendet ein mehradriges zusätzliches Kabel im Gebäude als „Nervenstrang“, über das Daten, Informationen und Steuerbefehle zu und von den Teilnehmern übertragen werden kann. Der Aufbau des Bussystems erfolgt wie zuvor beschrieben in Linien-, Stern-, Ring- oder Baumstruktur.

Insgesamt werden auf dem Markt eine Vielzahl von Bussystemen angeboten, die in der Praxis eingesetzt werden können. Unter den

kabelgebundenen Bussystemen sind die bekanntesten und wichtigsten für die Gebäudeautomation in Wohngebäuden KNX, LON und LCN. Eine Alternative ist die auf Stromkabel basierte Powerline Technologie. Im folgenden farbigen Abschnitt werden diese Technologien detaillierter beschrieben.

Verdrillte Kupferleitung (BUS-Kabel)

Das verdrillte Kupferkabel J-Y(ST)Y 2 x 2 x 0,8 mm² ist das Standard Buskabel zur Datenübertragung für niedrige Datenraten. Bei der Verlegung eines Buskabels muss bei bestehenden Gebäuden

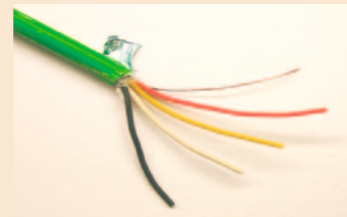


Abb. 19 Buskabel
Quelle: elektroinstallations-shop24.de

in die Bausubstanz eingegriffen werden. Die Verlegung während einer Sanierung ist dementsprechend kostenintensiv und aufwendig. Bei einem Neubau hingegen können diese Datenleitungen gleichzeitig mit der Elektrogrundinstallation verlegt werden.

Powerline (230 V Stromleitung)

Powerline ist eine Alternative zu anderen Bustechnologien. Die Datenübertragung von verschiedenen Teilnehmern erfolgt über das bereits vorhandene 230 V Stromnetz. Die Verlegung einer zusätzlichen Datenleitung ist daher nicht

erforderlich. Somit eignet sich dieses System auch für Sanierungen und Erweiterungen. Für den Aufbau eines Netzwerkes werden z.B. Steckdosen-Adapter oder Vorschaltklemmen (→ S. 24) eingesetzt, für diejenigen Geräte die miteinander verbunden werden sollen.

Flachleitungssystem

Die Verwendung einer Flachleitung ist eine Alternative zu einem konventionellen Buskabel. Das patentierte Kabel hat eine Stärke von ungefähr 0,3 mm und kann somit problemlos auf die Wand montiert werden, ohne dabei in die Bausubstanz einzugreifen. Damit ist es möglich alle Teilnehmer eines Bussystems einfach und schnell zu verbinden. Dieses System ist hervorragend für Sanierungsprojekte geeignet. Die Flachleitung stammt ursprünglich aus der Automobilindustrie und ist sehr robust und günstig, weswegen eine Smart Home Lösung kostengünstig und massenmarkttauglich installiert werden kann. [20]



Abb. 20 LEONI exFC®Flachkabel
Quelle: provedo GmbH

Ethernet

Ethernet ist eine Technologie, die vorwiegend in lokalen Netzwerken (LAN) zur Datenübertragung eingesetzt wird. Hauptsächlich werden PCs, Drucker etc. mit dieser Kabeltechnologie an das Internet angeschlossen oder dienen einfach zum Datenaustausch untereinander. [16]



Abb. 21
Ethernet-Kabel

KNX/EIB

Das KNX (Konnex) Bussystem ist eine „offene“ Installation im Gebäude zur intelligenten Vernetzung und Steuerung der Gebäudetechnik. Eine offene Installation bedeutet, dass zwischen verschiedenen Herstellern von KNX-Produkten ausgewählt werden kann.

Der Zusammenschluss der drei Organisationen EIB (Europäischer Installationsbus), Batibus und EHS führte zur KNX Association, die das KNX Bussystem entwickelten. Heutige KNX-Geräte sind kompatibel mit dem ehemaligen EIB-System, daher werden Geräte meistens mit dem KNX/EIB Logo gekennzeichnet.

→ Gebäudeautomation und Vernetzung

Der KNX-Bus bietet unterschiedliche Übertragungsmedien an. Möglich sind folgende Varianten:

- verdrehte Kupferleitung (KNX TP),
- 230 V Netz/ Powerline (KNX PL),
- Funk (KNX RF) oder das
- Ethernet (KNX IP).

Bei Neubauten bietet sich eine verdrehte Kupferleitung (Buskabel) an. Für die Sanierung von Gebäuden kann das vorhandene 230 V Stromnetz (Powerline) oder die KNX Funk Variante genutzt werden.

Der Aufbau des Systems ist dezentral geregelt. Es ist also kein Zentralgerät notwendig, kann aber bei Bedarf mit einem zentralen Gerät erweitert werden. Jedes einzelne Gerät verfügt über einen Mikroprozessor, in dem ein Programm abläuft. Für die Programmierung und die Funktion der KNX-Anlage ist eine spezielle Software notwendig, die sogenannte Engineering Tool Software (ETS).

Neben der Spannungsversorgung und den Datenkabeln werden für die Automation Sensoren und Aktoren eingesetzt. Das Buskabel versorgt dabei die vorhandenen Aktoren mit Ausführungsinformationen. Sensoren benötigen in der Regel für die Stromversorgung nur das Buskabel. Aktoren müssen auch zunächst mit dem Buskabel verbunden werden. Dort wo Aktoren entsprechende Lasten schalten (Lampen, Rollladenmotore etc.) benötigen die Aktoren zusätzlich einen 230 V-Anschluss. Die Sensoren wandeln Ereignisse, wie z.B. Bewegung in Telegramme um, und schicken diese an die Aktoren, welche anschließend die Befehle in eine Aktion umwandeln. Dadurch werden die Elemente der Gebäudeautomation, wie z.B. die Beleuchtung, Jalousien, Heizung und Belüftung, intelligent miteinander vernetzt.

Die KNX-Topologie setzt sich zusammen aus Linien und Bereichen. An eine Linie können 64 Teilnehmer angeschlossen werden. Dabei können mehrere Linien zu Bereichen zusammengefasst werden

und auch unterschiedliche Bereiche können miteinander gekoppelt werden. In Summe sind 58.384 Teilnehmer in einem KNX-Netzwerk möglich. Durch den Einsatz von Gateways können auch andere Bussysteme (DALI, SMI, M-Bus, EnOcean etc. → S. 26) in das KNX Netzwerk integriert werden.

Über den Anschluss an das Internet/Ethernet lässt sich die Anlage bzw. das Gebäude weltweit per Web-Browser kontrollieren und steuern.

Das KNX-System ist in Europa (CEN 50090, CEN 13321-1) und international standardisiert (DIN ISO/IEC 14543-3). [21]

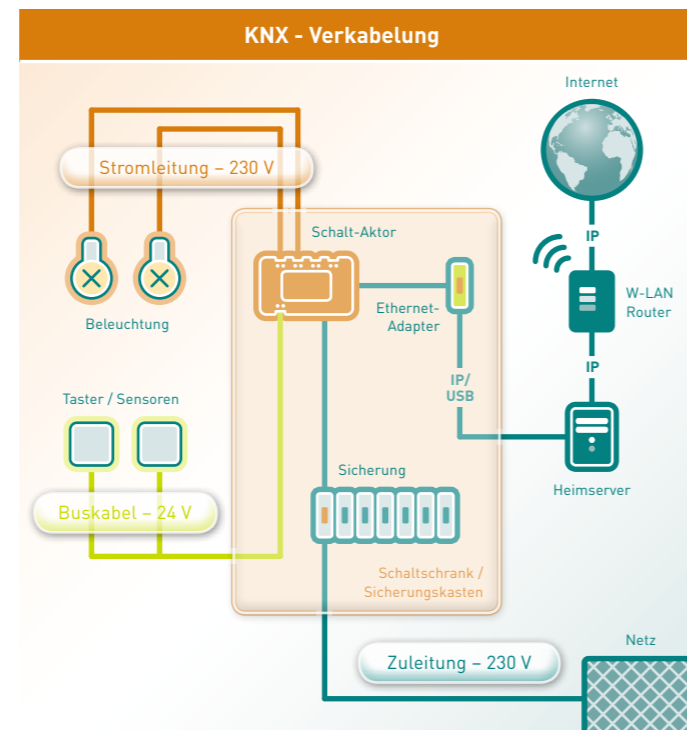


Abb. 22 Beispiel für den schematischen Aufbau eines KNX-Systems

LON

Das LON (Local Operating Network) ist eine offene Feldbus-Technologie in der Gebäudeautomation, entwickelt von der amerikanischen Firma Echelon Corporation. Das Prinzip der LON Technologie beruht auf der dezentralen Steuerung. Alle in einem LON Netzwerk integrierten Sensoren und Aktoren, sogenannte Knoten, sind jeweils mit einem frei programmierbaren Mikroprozessor ausgestattet, auf dem alle erforderlichen Funktionen für die anfallenden Steuerungs- und Automatisierungsaufgaben des jeweiligen Netzknotens programmiert und konfiguriert werden können. Dies ermöglicht flexible Erweiterungen und verschiedene Variationsmöglichkeiten. Zudem ist die LON-Technologie international nach der ISO 14908 standardisiert. Die Interoperabilität der LON-Geräte unterschiedlicher Systeme und Generationen, ist durch die offene Technologie als auch durch die Standardisierung gewährleistet. Die Topologie bzw. Verkabelung des LON-Netzes kann Linien-, Stern-, Ring- oder Baumförmig aufgebaut werden. Dabei können unterschiedliche Datenübertragungstechnologien eingesetzt werden wie z.B.:

- Verdrehte Kupferleitung (Buskabel),
- Funk,
- Infrarot,
- Glasfaser,
- Koaxialkabel und das
- 230 V Stromnetz.

Die Kommunikation in einem LON Netzwerk wird zwischen den Knoten (Sensoren und Aktoren) dezentral geregelt, d.h. es ist keine Zentrale notwendig. Möglich macht dies das gemeinsame Kommunikationsprotokoll „LonTalk“. Mit Hilfe dieses Kommunikationsprotokoll werden die Daten und Informationen zwischen den Sensoren und Aktoren durch das LON-Netz verteilt. In einem LON-Netz können bis zu 32.385 Netzknoten angeschlossen werden. Über Gateways können auch andere Technologien (DALI, SMI, M-Bus) in das LON-Netzwerk integriert werden. [16], [19], [22]

LCN

Das LCN (Local Control Network) ist ein Installationsbus-System der Firma Issendorff aus Deutschland. LCN ist ein proprietäres (in Eigentum befindlich) Gebäudeautomationssystem für Wohn- und Zweckbauten und wird von der Herstellerfirma produziert und vertrieben. Das LCN ist ein einfaches und leicht programmierbares Bussystem und wird hauptsächlich in Wohnungs- und Zweckbauten eingesetzt. Bei der Installation sind wenige Planungsregeln zu beachten. Für diese Technologie ist eine Verlegung separater Datenleitungen nicht notwendig, wenn eine freie Ader des vorhandenen Elektroinstallationskabel (5-adriges NYM Kabel) genutzt werden kann. Über diese Datenleitung können anschließend die Busteilnehmer miteinander kommunizieren. Das Kernstück der LCN Anlage sind die sogenannten LCN Module. An diesen Modulen werden Sensoren, Aktoren, Taster etc. angeschlossen. Jedes Modul besitzt einen eigenen Mikrocomputer, wodurch das LCN-Netzwerk dezentral organisiert und der Datenverkehr eigenständig geregelt wird. Daher ist keine Zentrale notwendig. Bei der Planung können maximal 250 Module an ein Segment angeschlossen werden. Bei der Überschreitung der maximalen Anzahl wird das System in zusätzliche Segmente unterteilt. Die Topologie kann Linien-, Stern- und Baumförmig aufgebaut werden.



Abb. 23 LCN-UPP-Modul
Quelle: Issendorff KG



Abb. 24 LCN-HU-Modul
Quelle: Issendorff KG

→ Gebäudeautomation und Vernetzung

Die LCN Anlage kann über eine Kopplungsmodul an das Internet/ Ethernet gekoppelt werden. Die Fernwartung und Fernvisualisierung über mobile Endgeräte, wie z.B. PCs, Smartphones oder Tablets, ist somit auch hier gegeben. [23], [16], [17]

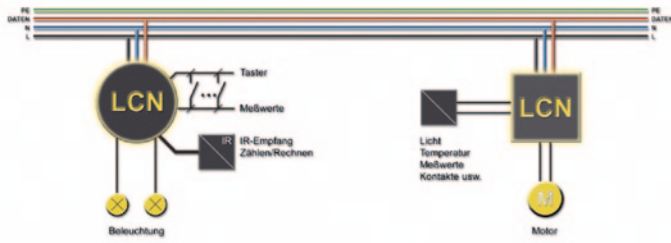


Abb. 25 Beispielhafte Modulinstallation einer Busleitung, Quelle: Issendorf KG

digitalSTROM

Für den Bereich der Heimautomation stellt die Firma digitalSTROM AG die relativ neue Powerline-Technologie zur Verfügung. Für die Datenübertragung und zur Kommunikation der Endgeräte untereinander wird hierbei die vorhandene Elektroinstallation des Gebäudes genutzt. Dabei werden sogenannte Klemmen, die mit einem Hochvolt Chip ausgerüstet sind, an jedes zu automatisierende Gerät im Haus vorgeschaltet. Als Kommunikationszentrale dient ein digitalSTROM-Meter, der in der Hauptverteilung eingebaut wird und mit den Klemmen kommuniziert bzw. die Informationen in die Versorgungsspannung einprägt. Ein anschließender digitalSTROM-Server vernetzt die einzelnen Meter miteinander und stellt eine Verbindung mit dem WLAN und dem Internet dar. Dadurch lässt sich das Smart Home System konfigurieren und über ein Endgerät (Smartphone, Tablet-PC) einstellen. Ein Filter kann für die IT-Sicherheit zusätzlich vor dem FI-Schutzschalter eingebaut werden. Die Technologie ist offengelegt, sodass andere Hersteller auf Basis von digitalSTROM eigene Produkte herstellen können. Das System kann als Nachrüstlösung eingesetzt werden. [24], [16]

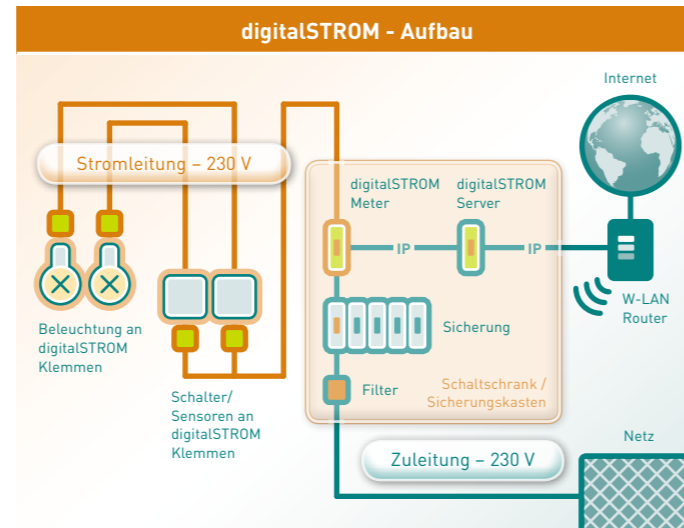


Abb. 26 Beispiel für den schematischen Aufbau eines digitalSTROM-Systems



Abb. 27 digitalSTROM Klemmen, Quelle: digitalSTROM AG

KNX / EIB	LON	LCN	digitalSTROM
<ul style="list-style-type: none"> → Dezentrales System → Offener Standard → Übertragungsmedium: <ul style="list-style-type: none"> - Buskabel - 230 V Netz - Funk - Ethernet → Kommunikationsprotokoll/Software: ETS → Topologie: Linien, Stern, Ring, Baum → Anschließbare Geräte: bis zu 58.384 → Standardisiert (international, Europa): <ul style="list-style-type: none"> - ISO/IEC 14543-3 - DIN EN 50090 - DIN EN 13321-1 	<ul style="list-style-type: none"> → Dezentrales System → Offener Standard → Übertragungsmedium: <ul style="list-style-type: none"> - Buskabel - Funk - Infrarot - Glasfaser - 230 V Netz - Koaxialkabel → Kommunikationsprotokoll: LonTalk → Topologie: Linien, Stern, Ring, Baum → Anschließbare Geräte: bis zu 32.385 → Standardisiert (international, Europa): <ul style="list-style-type: none"> - ISO/IEC 14908 - DIN EN 14908 	<ul style="list-style-type: none"> → Dezentrales System → Proprietäres System → Übertragungsmedium: <ul style="list-style-type: none"> - 5-adriges NYM Kabel → Programmiersoftware: LCN-PRO → Topologie: Linien, Stern, Baum → Anschließbare Geräte: bis zu 60.000 → Standardisiert: Nein 	<ul style="list-style-type: none"> → Dezentrales System → offenes System (Herstellerangabe) → Übertragungsmedium: 230 V Netz → Programmierung: Plug and Play → Anschließbare Geräte: Pro Stromkreis: 128 Klemmen → Standardisiert: Nein

Abb. 28 Bussysteme im Vergleich

(Spezialisierte) Feldbussysteme

Für manche Gewerke wie Beleuchtung, Verschattung und Zählerdatenerfassung wurden spezialisierte Bussysteme entwickelt. Dadurch, dass die Anwendung auf den jeweiligen Anwendungsbereich und dessen Feld-Elemente beschränkt ist, werden die auch als „Feldbussystem“ bezeichnet. Diese Feldbussysteme sind in ihrem Anwendungsgebiet leistungsfähiger und günstiger als die „universellen“ Protokolle wie KNX oder EnOcean. Allerdings besitzt jedes dieser Feldbussysteme ein eigenes Kommunikationsprotokoll und muss über z.B. Gateway eingebunden werden. Deshalb kommen diese Feldbussysteme dann vor, wenn eine jeweils hohe Anzahl an entsprechenden Feld-Elementen eingebunden werden muss – also der Vorteil der Spezialisierung den Aufwand der Einbindung überschreitet.

DALI (Digital Adressable Lighting Interface)

DALI ist ein Protokoll zur Steuerung der Beleuchtung. Das System besteht aus einer Steuereinheit mit Spannungsversorgung. Für die Vernetzung der teilnehmenden Busgeräte wird 2-adriges Kabel bzw. zwei freie Adern eines 5-adrigen Spannungskabels verwendet, an der bis zu 64 Geräte angeschlossen und in einem Netzwerk aus mehreren Bereichen auf 252 Geräten erhöht werden kann. Die Beleuchtung kann somit gedimmt und einfach geschaltet werden. Aufgrund der höheren Funktionalität wird dieses System gerne und häufig in Objektbauten eingesetzt. [16], [25]

SMI (Standard Motor Interface)

SMI ist ein Protokoll zur Steuerung von Rollläden und Jalousien in Gebäuden. Jeder Rollladen oder jede Jalousie werden an einen SMI-Busankoppler angeschlossen und können somit über einen zentralen Controller mit Gatewayfunktion gezielt gesteuert werden. Das System setzt sich aus Gateways, dem SMI-System sowie

Rolllädenantrieben zusammen. Verbunden werden diese mit einer Busleitung. Obwohl SMI viele technische Vorteile gegenüber der klassischen Ansteuerung von Rollläden oder Jalousien hat, fand es keine Akzeptanz und kommt wenn überhaupt nur in größeren Objektbauten zum Einsatz. [16]

M-Bus (Meter Bus)

Der M-Bus ist der Zusammenschluss von Verbrauchsdatenzähler wie Wasser-, Wärme-, Gas- und Stromzähler. Verbunden werden diese über ein Buskabel oder über Funk. Das System besitzt eine eigene Norm, die EN 13757. [17]

Funkbasierte Systeme

Die Planung und Installation von kabelgebundenen Bussystemen kann sehr komplex sein, die in der Regel mit einem Planer und einem Elektroinstallateur realisiert werden müssen.

Eine einfachere Alternative bietet ein funkbasiertes System. Dieses besteht aus mindestens einem Funksender und einem Funkempfänger, ggf. mit Signalverstärkern und einer Steuerzentrale. Die Sender werden entweder mit Batterien versorgt oder alternativ mit einer batterielosen „Energy Harvesting“ Technologie betrieben. Empfänger hingegen sind mit dem 230 V Stromnetz verbunden und müssen stets empfangsbereit sein.

Die Übertragung der Informationen bzw. Befehlen zwischen den Sendern und Empfängern erfolgt über elektromagnetische Funkwellen. Um ein Nutzsignal übertragen zu können, wird die Trägerwelle in ihrer Amplitude oder aber in ihrer Frequenz verändert. Die Reichweite der Funksignale kann von 25 m (Innenbereich) bis 100 m (Außenbereich) variieren. Die Installation ist vom geschulten Elektroinstallateur einfach umzusetzen und die Konfiguration der Geräte ist schnell erledigt („Plug and Play“). [16]

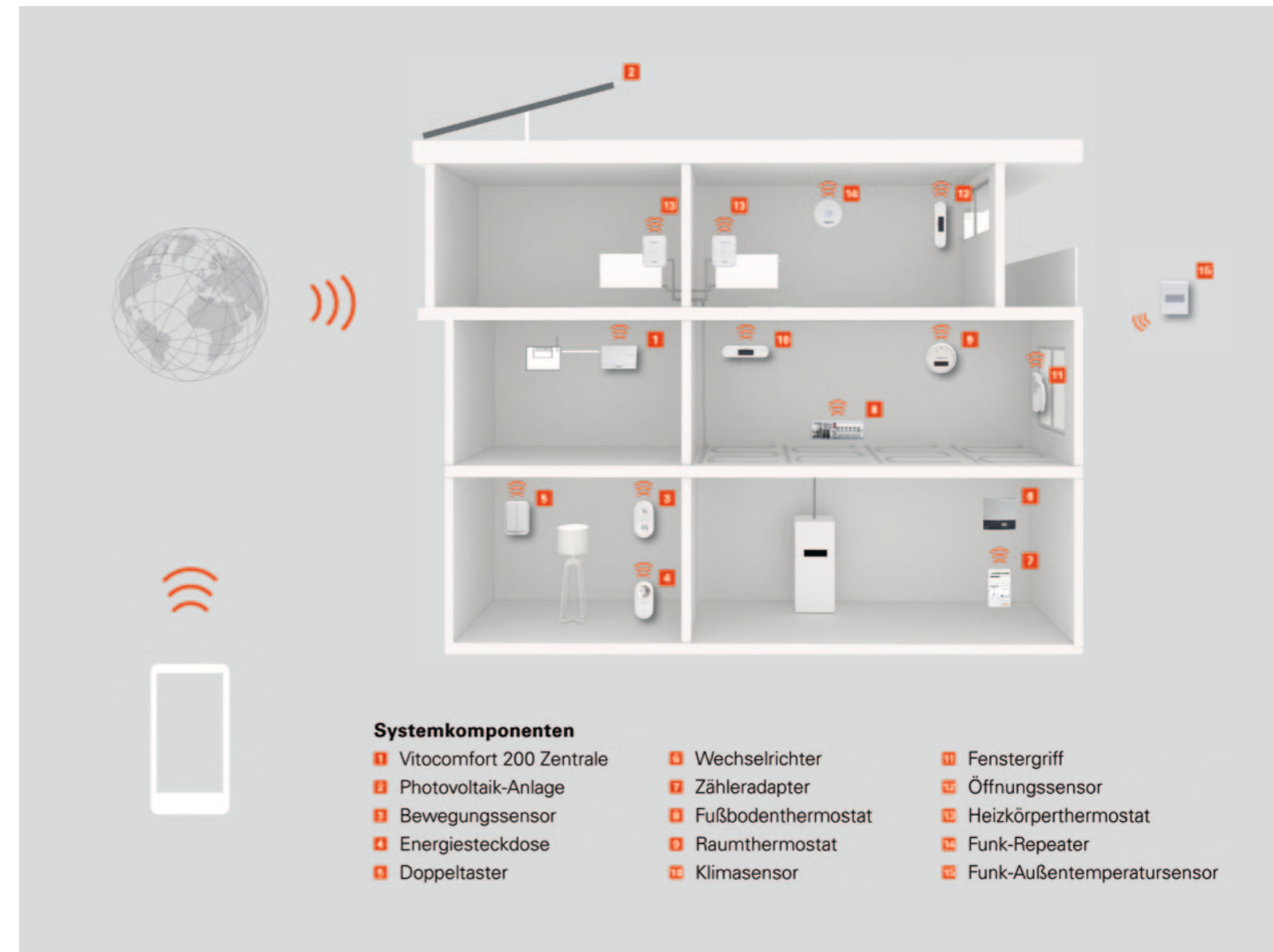


Abb. 29 Beispiel eines zentralen Funkbussystems, Quelle: Viessmann Werke

Übersicht der Funktechnologien für die Heimautomation

Viele Technologieunternehmen bieten funkbasierte Smart Home Systeme an, die entweder eine komplette Smart Home Funktionalität gewährleisten können oder nur bestimmte Bereiche abdecken. Die Kommunikationsgrundlage für ein funkbasiertes Smart Home

System ist die Verwendung eines Funkstandards bzw. einer Funktechnologie, wobei es neben einer handvoll standardisierter Funkformate auch noch einige herstellereigene Varianten gibt. [26]

Technologie	Batteriebetrieben	Frequenzen	Verschlüsselung	Bidirektional (in beide Richtungen sendend)
Z-Wave	ja	868 MHz, 2,4 GHz	verschlüsselt	ja
Bluetooth	ja	2,4 GHz	verschlüsselt	ja
Home Matic (BidCos)	ja	868 MHz	verschlüsselt	ja
eNet	ja	868,3 MHz	verschlüsselt	ja
WLAN	ja	2,4 GHz, 5 GHz	verschlüsselt	ja
KNX/RF	ja	868 MHz	verschlüsselt	ja
ZigBee	ja	868 MHz, 2,4 GHz	verschlüsselt	ja
EnOcean	nein	868 MHz	verschlüsselt	ja

Abb. 30 Übersicht ausgewählter Funktechnologien [27]

Z-Wave

Die Z-Wave Technologie wurde für die funkbetriebene Gebäudeautomation im Hausbereich entwickelt. Z-Wave-Produkte werden von Mitgliedern der Z-Wave Alliance, mit mittlerweile über 330 Mitgliedern weltweit, vertrieben. Die Technologie verwendet in Europa die 868,42 MHz- und die 2,4 GHz-Frequenz. Dieses sogenannte ISM Band wird auch von der W-LAN und Bluetooth-Technologie verwendet. Z-Wave verwendet zudem das „vermaschte Netzwerk“. Alle Sender und Empfänger sind bidirektional (in beide Richtungen) sendend entwickelt, wodurch eine gute Übertragung gewährleistet ist. Die Produkte werden mit Batterien betrieben. Die Technologie nutzt die Verschlüsselungsmethode AES-128. [16], [28]

IEEE 802.11 (WLAN, WiFi)

Die weltweit am meisten verwendete drahtlose Übertragung von Daten ist der IEEE 802.11 Standard auch Wireless LAN oder WiFi genannt. Diese Technologie verwendet ein Frequenzband von 2,4 GHz und 5 GHz und ist für die Übertragung von großen Datenmengen konzipiert. Demnach ist der Standard als eine Art schnurloses Ethernet anzusehen. Aufgrund der hohen Datenübertragungsrate ist der Energieverbrauch höher als bei anderen Funktechnologien und findet im Smart Home Bereich bisher wenig Anwendung. Trotzdem könnte die Nutzung von WiFi eine Einstiegsmöglichkeit sein, um eine gewisse Hausautomation für einen Teilbereich zu nutzen. [18], [27]

Home Matic (BidCos)

Home Matic ist ein proprietäres Funksystem, basierend auf der Idee des deutschen Anbieters eQ-3, für alle Funktionen im Bereich funkbasierter Gebäudeautomation. Die Vernetzung erfolgt bidirektional (in beide Richtungen sendend) und es wird der 868 MHz Frequenzbereich verwendet. Die Geräte werden teilweise batterie-

oder netzbetrieben geführt. Die Technologie verwendet die Verschlüsselungsmethode AES-128. [29]

eNet

Das eNet System ist ein bidirektionales (in beide Richtungen sendend) Funksystem basierend auf der KNX RF Technik. Der Frequenzbereich liegt bei 868,3 MHz. Über die Steuerzentrale, den eNet Server, erfolgt die Inbetriebnahme, Programmierung und Steuerung der einzelnen Komponenten sowie die Vernetzung der Gebäudetechnik. Die Förderung des eNet-Systems erfolgt über die eNet-Allianz mit derzeit 7 Mitgliedern. [30]

Bluetooth

Die Bluetooth Technologie wurde für die kabellose Übertragung von Daten und Sprache entwickelt. Bluetooth ist weltweit standardisiert und wird von einer großen Vielzahl von Herstellern verwendet. Im Smart Home Bereich findet Bluetooth jedoch noch kaum Anwendung, was sich durch neuere Versionen ändern soll. Für die Datenübertragung wird die lizenzfreie Übertragungsfrequenz von 2,4 GHz genutzt. Bluetooth wechselt die 79 verschiedenen Kanäle des ISM-Bandes mit 1.600 Frequenzsprüngen und gewährleistet somit eine zuverlässige Datenübertragung. Die Technologie nutzt die Verschlüsselungsmethode AES-128. [18]

KNX RF

Die KNX Funkvariante wurde als Alternative zu dem kabelgebundenen Bussystem entwickelt. Der Frequenzbereich liegt bei 868,3 MHz, sodass eine störungsfreie Datenübertragung gewährleistet ist. Die Sensoren werden unabhängig vom Stromnetz entweder über Batterien oder Solarzellen betrieben. Die Daten werden mit einer Codierung verschlüsselt. [21]

→ Gebäudeautomation und Vernetzung

ZigBee

ZigBee nutzt die standardisierte ISM Funkschicht von 2,4 GHz. Vertrieben werden die Produkte von Mitgliedern der ZigBee Allianz. Diese besteht momentan aus ungefähr 400 Mitgliedern. Der Energiebedarf dieser Technologie ist auf Grund der sparsamen Datenübertragung gering und erhöht dadurch die Akkulebensdauer für batteriebetriebene Geräte. Für die Verschlüsselung der Datenkommunikation verwendet ZigBee die AES-128 Methode. [7], [27]

EnOcean

Oft bieten Hersteller von funkbetriebenen Smart Home Lösungen batteriebetriebene Geräte an. Diese Form hat allerdings Nachteile, da der Wartungsaufwand und die Entsorgung der Batterien ökologisch als auch ökonomisch hoch ist. Eine alternative zu batteriebetriebenen Funk-Systemen bietet die energieautarke EnOcean-Technologie.

Durch die Gründung der EnOcean Alliance wurde ein eigener Standard auf Basis des Funkbussystems von 868 MHz eingeführt. Die Technologie wird daher von mehreren Unternehmen vertrieben und kann herstellerunabhängig betrieben werden.

Die Idee hinter der Technologie: Um uns herum ist genug Energie vorhanden – in Form von Solarenergie, Wärmeströme, mechanischen Betätigungen etc. Dieser uns umgebende „Energie-Ozean“ kann angezapft werden, um elektrischen Strom zu generieren und für die Übertragung von Funksignalen zu nutzen. Damit können die Sensoren und Taster energieautark betrieben werden. Die Geräte arbeiten mit einer äußerst stromsparenden Elektronik und Funktechnik und verbrauchen daher sehr wenig Energie. Die Informationen werden auf der 868 MHz Frequenz versendet. Die Erweiterung eines Bussystem wie LON, KNX oder LCN über einen Gateway sind

möglich. Die Förderung der EnOcean-Technologie erfolgt über die EnOcean-Allianz mit derzeit rund 400 Mitgliedern.

Für die Energieerzeugung gibt es folgende Anwendungen:

→ Bewegungsenergiewandler

Bei der Betätigung des Schalters wird der Druckimpuls durch elektromagnetische Induktion in elektrische Energie umgewandelt.

→ Solarzellen

Licht wird in elektrische Energie umgewandelt und gespeichert – funktioniert daher auch bei Dunkelheit.

→ Thermoenergiewandler

Ausnutzung des Seebeck- oder des Peltiereffektes – Wärme wird in elektrische Energie umgewandelt. Die Wärme kann von Maschinen, menschlichem Körper oder Heizkörper „geerntet“ werden.

[16], [31], [18]

Vor- und Nachteile von kabelgebundenen und funkbasierten Systemen

	Vorteile	Nachteile
Kabelgebundene Bussysteme	<p>→ Kabelgebundene Systeme sind durch den hohen Installationsaufwand eher für Neubauten geeignet, da notwendige Arbeiten mit der Elektrogrundinstallation erfolgen können. Nach Ansicht einiger Experten ist die Datenkommunikation über abgeschirmte Datenkabel sicherer als eine funkbasierte Übertragung.</p>	<p>→ In bestehenden Gebäuden ist eine nachträgliche Installation von Datenkabeln immer mit hohem Aufwand und so mit höheren Kosten verbunden.</p> <p>→ Komplexe Systeme erfordern eine detaillierte Planung, die mit zusätzlichen Planungskosten verbunden sind.</p>
Funkbasierte Systeme	<p>→ Besonders als Nachrüstung bieten sich Funkssysteme an, da der Verkabelungsaufwand entfällt. Funkbasierte Systeme sind einfach zu installieren und können bereits günstig erworben werden.</p>	<p>→ Die Datenübertragung ist störanfälliger und die Reichweite ist begrenzt. Gegebenenfalls werden Funkverstärker (Repeater) notwendig, um die Reichweite zu erhöhen.</p> <p>→ Einige funkbasierte Systeme sind batteriebetrieben und müssen daher in bestimmten Intervallen ersetzt werden. Eine Alternative dazu bieten batteriefreie Funktechnologien, die allerdings im Vergleich etwas teurer sind.</p>

Abb. 31 Systemvergleich [32]

Herstellerübergreifende Plattformen und Standards

Die große Anzahl von Technologien im Smart Home Bereich wirkt sehr komplex und unübersichtlich. Der Wunsch nach einem einheitlichen und interoperablen Standard wurde bereits erfolgreich durch die Einführung des Europäischen Installations-Bus (EIB heute KNX) und LON erfüllt. Allerdings konnten diese offenen Standards bisher noch nicht den Massenmarkt erreichen. Auch bei der großen Anzahl von Funksystemen ist ein offener Standard bzw. ein gewerkeübergreifendes System gefragt. Etablierte Technologieunternehmen bieten daher bereits Angebote diverser neuer Allianzen bzw. Plattformen an, die eine einheitliche und herstellerübergreifende Funktionalität gewährleisten sollen. Die Integration von Smart Home Produkten unterschiedlicher Hersteller und innovativer App Entwickler ist dabei von besonderer Bedeutung.

Sensoren

Ohne den Einsatz von Sensoren ist die Errichtung und der Betrieb eines intelligenten Gebäudes nicht sinnvoll. Sensoren erfassen Werte wie z.B. Temperatur, Luftfeuchte, Helligkeit oder Bewegung und verteilen diese Informationen an die jeweiligen Aktoren im Smart Home Netz. Die wichtigsten Sensoren der Gebäudeautomation werden folgend kurz beschrieben.



Abb. 32
Funkthermostat,
Quelle: eq-3 AG

Raumtemperatur und Heizungsregelung

Die Raumtemperatur kann über intelligente Raumthermostate oder ansteuerbare Heizkörperthermostate eigenständig geregelt werden. Gewünschte Temperaturen können mit Hilfe von Tages- bzw. Wochenprogrammen direkt am Thermostat oder über die zentrale Steuerung programmiert werden. Der Bewohner kann dadurch einzelne Räume individuell an seine eigenen Nutzungszeiten anpassen. Neben der zeitlichen Programmierung ist auch ein Einsatz von Präsenzmeldern möglich. Diese erkennen die Anwesenheit von Personen und erstellen danach ein intelligentes Anwesenheitsprofil. Ist eine manuelle Fensterlüftung vorgesehen, können Fenstersensoren bzw. Kontakte eingesetzt werden, die das Öffnen der Fenster registrieren und anschließend die Wärmeüberträger (z.B. Heizkörper) automatisch ausschalten bzw. runterregeln. Mit den genannten Maßnahmen wird eine Wärmeüberversorgung vermieden, Wärmeverluste minimiert und die Energieeffizienz als auch der Komfort gesteigert.



Abb. 33 App gesteuerte Heizung,
Quelle: Viessmann Werke



Abb. 34 Raumthermostat,
Quelle: tado° GmbH

Luftqualität

Die Luftqualität der einzelnen Räume kann über Luftfeuchtigkeits- und CO₂-Sensoren überwacht werden. Überschreitet die Luftfeuchtigkeit oder CO₂-Konzentration einen voreingestellten Wert, wird eine Warnung angezeigt und eine Belüftung des Raumes hat zu erfolgen. Wenn eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung im Gebäude integriert ist, wird das Zuluft-Volumen angepasst bzw. die Lüftungsleistung erhöht.



Abb. 35 CO₂-Sensor,
Quelle: www.gira.de

Helligkeit

Bei einer Konstantlichtregelung wird die Helligkeit von Sensoren erfasst und an Aktoren wie Dimmer oder Schalter weiter gegeben, sodass je nach Tageslicht die Beleuchtung oder die Beschattung gesteuert werden kann. Eingesetzt werden dafür Tageslicht- bzw. Helligkeitssensoren.



Abb. 36 Helligkeitssensor,
Quelle: Eltako

Bewegungsmelder

Präsenzmelder und Bewegungsmelder erfassen die Präsenz einer Person und geben die Informationen weiter an Aktoren der Gebäudeautomation. Je nach Tageslicht und Anwesenheit bzw. Verhalten der Personen im Raum, kann sich ein „intelligenter“ Präsenzmelder das individuelle Verhalten der Personen merken und demnach angebundene Aktoren, wie z.B. die Beleuchtung steuern. Diese Geräte können auch konventionell installiert werden und den gewollten Effekt erzielen.



Abb. 37 Präsenzmelder, Quelle: JUNG.de

Wetterstation

Mit einer Wetterstation wird eine optimale Erfassung und Messung von Wetterdaten gewährleistet. Über die integrierten Sensoren werden verschiedenste meteorologische Parameter gemessen, wie zum Beispiel: Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Helligkeit, Globalstrahlung, Niederschlag, relative/absolute Luftfeuchte und Luftdruck. Deren Daten können verwendet werden, um zum Beispiel Verschattungsanlagen präziser zu steuern.



Abb. 38 Wetterstation, Quelle: elsner-elektronik.de

Rauchmelder

Rauchmelder können in eine intelligente Gebäudeautomation integriert werden und vor Personen- und Sachschäden schützen. Die integrierten Sensoren melden beispielsweise bei Rauchbildung (d.h. noch vor möglichem Brandausbruch) Informationen an die zentrale Steuereinheit. Diese alarmiert anschließend die angegebene Kontaktperson oder die Feuerwehr. Rauchmelder befinden sich in jedem öffentlichen Gebäude und sind bereits auch für Wohngebäude in vielen Bundesländern verpflichtend. Konventionelle Rauchmelder sind nicht an eine Zentrale angeschlossen. Zur Warnung geben sie bei Raucherkenntung sehr laute akustische Signale ab.



Abb. 39 Funk-Rauchwarnmelder, Quelle: JUNG.de

Aktoren

Durch Aktoren werden Befehle in Aktionen umgesetzt, wie zum Beispiel das Ausschalten oder Dimmen der Beleuchtung, Steuerung der Beschattungsanlagen und Regulierung der Heizungs- oder Lüftungsanlage.

Schaltaktoren / Dimmer

Schalter und Dimmer dienen der Lichtsteuerung. Bestimmte Stimmungen können eingestellt werden und je nach Tageslicht wird die Beleuchtung im Raum angepasst. Über eine anwesenheitsgeführte Steuerung der Beleuchtung wird das Licht je nach Bedarf ein- oder ausgeschaltet.

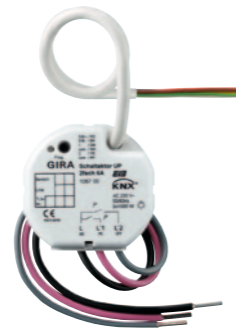


Abb. 40-1 Schaltaktor, Quelle: www.gira.de



Abb. 40-2 Touch-Dimmer, Quelle: www.gira.de

Rollladen-/Jalousieaktoren

Rollladen oder Jalousien mit integriertem Stellmotor sind die Aktoren der Tageslicht bzw. Helligkeitssensoren. Scheint die Sonne zu intensiv, wird der Rollladen herunter gefahren um eine Überhitzung des Gebäudes zu vermeiden. Wenn es Abend wird können die Rollläden ebenfalls automatisch geschlossen werden. Auf Wunsch kann über diese Aktoren eine Anwesenheit vorgetäuscht werden.



Abb. 41 Jalousieaktor, Quelle: www.gira.de

Lüftung

Eine ausreichende Außenluftzufuhr ist eine Grundvoraussetzung für eine hygienisch unbedenkliche Raumluftqualität und der Verhinderung von Bauschäden, aufgrund zu hoher Raumluftfeuchten. Ist die Konzentration von Kohlendioxid oder Feuchtigkeit zu hoch, ist es möglich über automatische gesteuerte Fensterlüftung diese zu verhindern. Moderne hocheffiziente Gebäude sind mit einer zentralen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ausgestattet. Diese kann zusätzlich mit Raumluftsensoren verbunden werden, um bei erhöhter Konzentration von Kohlendioxid oder Feuchtigkeit gezielter eingesetzt zu werden.

Schaltaktoren für Stromkreise oder Verbraucher

Steckdosen bzw. angeschlossene Verbraucher können je nach Bedarf ein oder ausgeschaltet werden. Über ein Smart Home System ist es möglich diese auch fern zu steuern. Dies kann genutzt werden, um die Kosten der Standby-Verluste zu reduzieren. Zum Glück weisen neue Geräte immer niedrige Standby-Werte auf – allerdings steigt die Anzahl an permanent am Netz befindlichen Netzteile oder Standby-Geräte. Durch das temporäre Anschalten von Steckdosen oder ganzen Stromkreisen können diese Energiekosten wesentlich gesenkt werden.



Abb. 42-1 Fensterlüftung über Control Pad und Funksteuerung, Quelle: VELUX Deutschland GmbH



Abb. 42-2 HomeMatic Funksteckdose, Quelle: eQ-3 AG

Steuerungszentrale

Smart Home Systeme oder Anwendungen können zentral oder dezentral gesteuert werden. Bei einem dezentralen System ist eine Steuerungszentrale nicht zwingend notwendig. Sie kann aber beispielsweise zur Anbindung des Smart Home Systems an IP-Netzwerk (WLAN/Internet) verwendet werden. Dadurch wird das Smart Home internetfähig und kann über internetfähige Endgeräte, wie z.B. ein Tablet-PC oder Smartphone, auch von überall aus bedient werden.

Bei einem zentralen System hingegen ist der Einsatz einer Steuerungszentrale notwendig, da die gesamte Intelligenz und die Steuerung der Sensoren und Aktoren über die Zentrale abläuft. Diese schaltet und regelt die Verbraucher, nimmt Messwerte oder Energiedaten auf, registriert Schaltbefehle und berechnet durch vorher angelegte Programme die Schaltfolgen selbstständig. [16], [3]



Abb. 43 Steuerungszentrale, Quelle: Loxone

Gateways

Ein Gateway (englisch für Durchgang) verbindet Systeme, die auf unterschiedlichen Netzwerkprotokollen basieren. Diese Vermittlungsgeräte können verschiedenste Multimedia-Informationen, wie Sprachen, Schaltinformationen, Bild, Audio- und Videodateien, zwischen den Teilnehmern in eine einheitliche „Sprache“ umwandeln. Zum Beispiel kann das KNX DALI-Gateway Plus eine digitale DALI-Beleuchtungsanlage mit jeder KNX-Installation verbinden. Damit wird die raumbezogene Beleuchtungssteuerung in das übergeordnete KNX-Gebäudemanagement eingebunden. [4]



Abb. 44 KNX DALI-Gateway Plus, Quelle: JUNG.de

Bediengeräte

Die Daten- und Informationsströme der einzelnen Geräte sind für den Menschen nicht sichtbar und auch nicht auf Anrieb steuerbar. Damit es möglich ist ein Smart Home System zu steuern werden verschiedene Bediengeräte eingesetzt.

Touchdisplay

Dieses etwas größere Bediengerät wird üblich in häufig benutzen Räumen wie Küche, Wohnzimmer oder Flur auf oder in die Wand installiert. Über dieses Gerät lässt sich die komplette Gebäudetechnik überwachen und steuern und erlaubt zudem einen ständigen Zugriff auf das Internet. Die einzelnen Komponenten der Gebäudetechnik werden über das Display übersichtlich dargestellt und sind über eine Touch-Screen-Oberfläche (Bildschirm mit Mehrfingergestenerkennung) einfach zu bedienen.



Abb. 45 Wandintegriertes Touchdisplay, Quelle: www.gira.de

Smartphone und Tablet-PC

Smartphones und Tablet-PCs dienen einer übersichtlichen und bequemen Steuerung von Smart Home Anwendungen. Da die Geräte internetfähig sind, ist es möglich die Gebäudetechnik auch von unterwegs zu steuern bzw. zu überwachen. Besonders durch den stark wachsenden Markt werden immer weitere Anwendungen

(Applikation kurz App) für diese Geräte entwickelt. Viele Hersteller von Technikprodukten bieten eigens entwickelte Apps an, die auf dem Smartphone installiert werden können. Zum Beispiel sind die Steuereinheiten der meisten Heizkessel mit dem Internet kommunikationsfähig. Störungen und Betriebsdaten können somit jederzeit von außerhalb abgerufen werden.



Abb. 46 Anwendung auf dem Smartphone, Quelle: www.gira.de



Abb. 47 Tablet-PC, Quelle: digitalSTROM AG

→ Normen und Richtlinien

Im Bereich der Gebäudeautomation existieren bereits einige Normen und Richtlinien, die den Planern bei der Auslegung und Umsetzung unterstützen. Die wesentlichen Vorlagen werden folgend kurz beschrieben.

VDI 3813 – Richtlinie für Raumautomationsfunktionen

Die Funktionalität eines Raumes wird wesentlich von der technischen Ausstattung bestimmt und beeinflusst das Verhalten hinsichtlich des Energiebedarf, Komfort, Wohlbefinden und Sicherheit. Die Richtlinie VDI 3813 legt diese Funktionen der Raumautomation als Grundlage für eine einheitliche Planung und Ausführung fest. [33]

VDI 3814 – Richtlinie für Anlagenautomation

Diese Richtlinie bezieht sich auf die Automation von Anlagen hinsichtlich einer Realisierung der Gebäudeautomation. [33]

VDI 3812 – Assistenzfunktionen zum Wohnen – Bedarfsermittlung für Elektroinstallation und Gebäudeautomation

Diese Richtlinie dient der Bedarfsplanung für Elektroinstallationen in Wohngebäuden und diese bietet Lösungsmöglichkeiten für unterschiedliche Zielsetzungen wie Sicherheit, Barrierefreiheit, Energieeinsparung oder Komfort an. [33]

IGT-Richtlinie 01 – Anforderungen an Smart Home Systeme

Richtlinie vom Institut für Gebäudetechnologie GmbH, die eine Basis für die Bewertung und den Vergleich von Smart Home Systemen darstellt. Dabei geht die Richtlinie auf die Unterscheidung der Funktionalität von Smart Home Systemen aus Nutzersicht bzw. aus technischer Sicht ein. [34]

IGT-Richtlinie 02 – Planung von Smart Home Systemen

Richtlinie des Institut für Gebäudetechnologie GmbH, das die Prozessbeschreibung zur systematischen Planung von Raumautomation sowohl in Wohngebäuden („Smart Home“) als auch in kleineren gewerblichen Liegenschaften („Smart Office“) beschreibt. Zusätzlich wird dargestellt, wie die zu programmierenden Funktionen geplant werden können und gleichzeitig auch als langfristige Dokumentation zur Verfügung stehen. Das benötigte Installationsmaterial und die zugehörigen Kosten können dadurch schneller bestimmt bzw. abgeschätzt werden. [34]

DIN EN 15232 – Energieeffizienz von Gebäuden – Einfluss der Gebäudeautomation

Die Norm wurde auf europäischer Ebene eingeführt, um den Einfluss der Gebäudeautomation auf die Energieeffizienz zu bewerten. Berücksichtigt wird dabei der Effekt, dass mit Hilfe von Gebäudeautomationssystemen und Maßnahmen des technischen Gebäudemanagements der Energieverbrauch gesenkt werden kann. Dabei werden Methoden beschrieben und die Gebäudeautomation in vier verschiedene Effizienzklassen eingeteilt. Die Skala reicht von A bis D, wobei A die höchste Effizienzklasse ist. [17], [35]



Abb. 49 Effizienzklassen der Gebäudeautomation [36]

Für die einfache Bestimmung von Effizienzklassen eines Gebäudes sowie der Funktionalität der Gebäudeautomation wird das Tool „Gebäude-IQ“ des Instituts für Gebäudetechnologie GmbH (IGT) angeboten (www.igt-institut.de/gebaeude-iq/) [37]. Für die Bestimmung der Energieeffizienz nutzt das Tool die DIN EN 15232. Auf Basis dieser Norm, lässt sich abschätzen wie groß die mögliche Energieeinsparung durch die Einführung einer Gebäudeautomation ist.

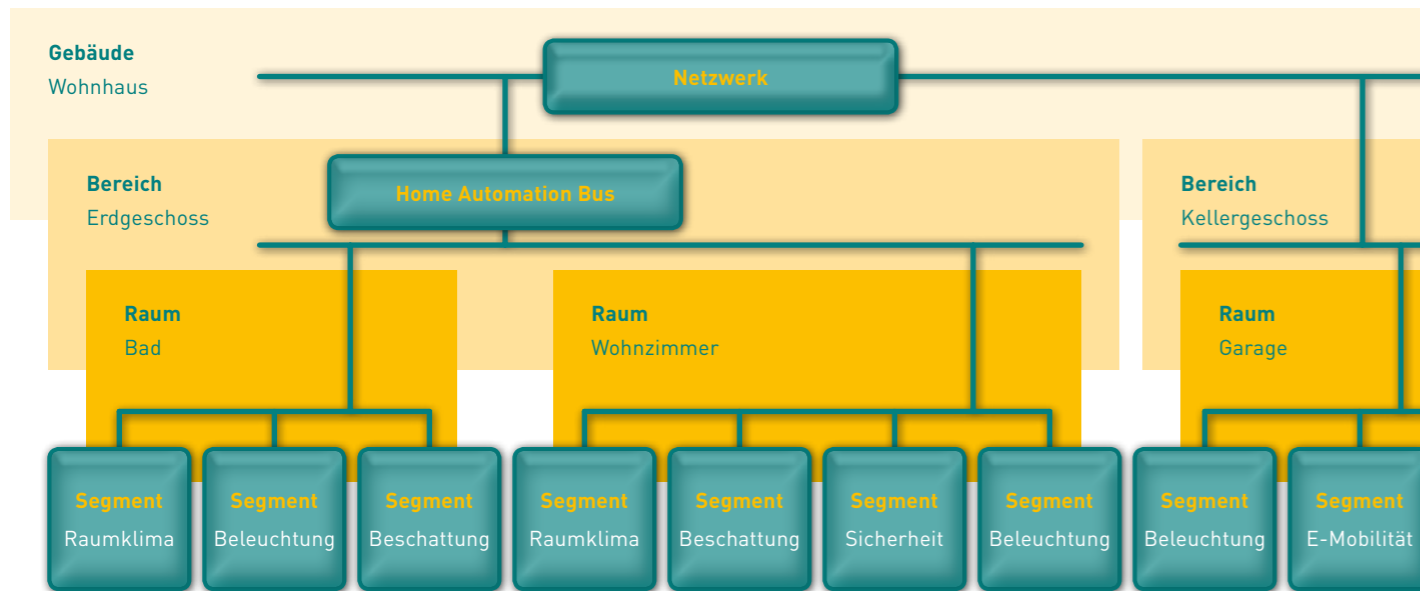


Abb. 48 Zonierung nach VDI 3813 – Bereich von der Ebene „Segment“ bis zur Ebene „Gebäude“

→ Zukünftige Anwendungen

Smart Home im Smart Grid

Der Strommarkt befindet sich im Wandel. Die fossilen Kraftwerke werden zunehmend von den erneuerbaren Energien, wie Wind, Sonne, Biomasse und Wasser verdrängt. Laut der Bundesregierung soll im Jahre 2025 40-45 % und im Jahr 2035 55-60 % des Stroms aus erneuerbaren Energien produziert werden [38].

Bisher verlief der Strom immer in eine Richtung: von den großen Kraftwerken über das Netz an die privaten und industriellen Verbraucher. Dieser Zustand hat sich geändert. Seit der Liberalisierung des Strommarktes im Jahr 1998 haben die großen Energieunternehmen Konkurrenz von kleineren Energieunternehmen und privaten Kleinerzeugern bekommen. Zusätzlich wurde seit der Einführung des Erneuerbaren Energien Gesetz der Ausbau der erneuerbaren Energien stark vorangetrieben. Privatwohnhäuser sind nun nicht mehr nur Verbraucher sondern auch Produzenten. Folglich fließt der Strom in viele verschiedene Richtungen.

Besondere Herausforderungen sind daher an das bestehende Stromnetz gestellt, um weiterhin eine zuverlässige und leistungsstarke Stromversorgung gewährleisten zu können. Die zunehmende dezentrale Energieerzeugung und die volatile (veränderliche) Erzeugung aus erneuerbaren Energien erfordern ein flexibles Stromnetz, dass sich an die Erzeugung und den Verbrauch anpassen kann. In diesem Zusammenhang werden immer häufiger die Begriffe „Smart Grid“ und „Smart Meter“ verwendet. Die intelligente Vernetzung zahlreicher Teilnehmer des Energiesystems wird in Zukunft nach Expertenmeinungen unausweichlich.

Damit ein Privathaushalt in ein Smart Grid integriert werden kann, ist ein Smart Meter notwendig. Das Energiewirtschaftsgesetz schreibt daher bereits vor, dass bei Neubauten kommunikationsfähige Zähler (Smart Meter) installiert werden sollen.

Die Vernetzung und Automatisierung von Haushaltskomponenten im Smart Home ermöglicht, mittels eines effizienten Energie-

Smart Grid

Das bisherige Stromnetz wird durch die Ergänzung von Kommunikations-, Mess-, Steuer-, Regel- und Automatisierungstechnik erweitert, sodass die Netzzustände in Echtzeit erfasst werden können und somit die Möglichkeit der Steuerung und Regelung der Netze effizienter erfolgt. [39]

Smart Meter

Der Smart Meter ist ein Messgerät zur Erfassung von elektrischer Energie. Dieses ist in das Kommunikationsnetz [Internet, Heimdatennetz] integriert und erfasst den Energieverbrauch und die Nutzungszeit in Echtzeit. Die gemessenen Daten können automatisch an das Energieversorgungsunternehmen übertragen werden und eine intelligente Netz- und Verbrauchersteuerung ermöglichen.

managementsystems, eine intelligente Steuerung verschiedener Geräte im Haushalt. Bei zukünftigen unterschiedlichen Tarifzeiten ist es somit möglich energieintensive Verbraucher automatisiert ein- oder auszuschalten.

Eine weitere Option ist die Integration von Privathaushalten mit Selbsterzeugungsanlagen (Photovoltaik, KWK) in ein sogenanntes „virtuelles Kraftwerk“. Grundgedanke dabei ist der Zusammenschluss vieler Erzeugungsanlagen zu einem gemeinsamen Kraftwerk. Der Vorteil eines virtuellen Kraftwerks mit kleinen dezentralen Erzeugungsanlagen ist die flexible Eigenschaft kurzer Reaktionszeiten auf schwankende Netzfrequenzen. [40], [13], [39]

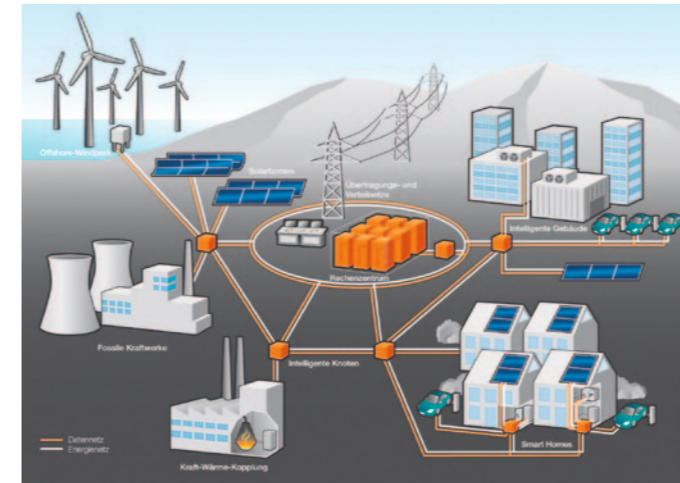


Abb. 50 Schematischer Aufbau – Smart Grid, Quelle: ABB

Virtuelles Kraftwerk

Zusammenschluss von mehreren dezentralen Stromerzeugungsanlagen, die gebündelt wie ein großes Kraftwerk betrieben werden. Auf Basis von Informations- und Kommunikationstechnik werden kleine Erzeugungsanlagen zusammengeführt und in einer zentralen Leitstelle gesteuert. [41]

Ein Beispiel aus der Praxis ist das virtuelle Kraftwerk auf Basis von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) im Gebäude. In einem virtuellen Kraftwerk ist die Stromproduktion einer KWK Anlage vorrangig zu betrachten, wobei die erzeugte Wärme in großen Wärmespeichern zwischengespeichert und anschließend im eigenen Wohnhaus genutzt wird. Je nach Bedarf wird die Anlage von einer Leitstelle gesteuert und speist somit zusammen mit vielen anderen Anlagen elektrische Energie in das Netz ein. Diese Zusammenführung vieler kleiner Anlagen ist in der Lage große Kraftwerke zu ersetzen und hat zusätzlich optimale Regeleigenschaften bei zunehmenden Netzschwankungen. [42]

Neuartige Technologien und Ideen sind für eine stabile und zuverlässige Stromversorgung in Zukunft unerlässlich. Einen wesentlichen Beitrag für die Umstrukturierung der Energielandschaft bietet neben vielen anderen Faktoren, auch das vernetzte Wohnhaus. Getestet werden solche Theorien bereits in der Praxis (E-Energy Initiative).

E-Energy – IKT-basiertes Energiesystem der Zukunft

E-Energy war bzw. ist ein Förderprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Technologiepartnerschaften entwickelten und erprobten in sechs Modellregionen (Smart Energy Regions) Schlüsseltechnologien und Geschäftsmodelle für ein „Internet der Energie“. Mit Hilfe von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) könnten zukünftig intelligente Energiesysteme betrieben werden, in denen unterschiedliche Energieerzeugungsanlagen mit den Einrichtungen der Stromnetze und den stromverbrauchenden Endgeräten kommunizieren können. [13]

Eine 80-seitige E-Energy-Abschlussbroschüre fasst die Erkenntnisse zum Aufbau und zur Nutzung intelligenter Energiesysteme im Rahmen der Energiewende zusammen und ist unter www.e-energy.de abrufbar.



Abb. 51 Animation Smart Grid mit IKT, Quelle: www.e-energy.de

Digitalisierung schreitet voran

Bemerkenswert ist die hohe Anzahl von unterschiedlichen Technologien, die für ein Smart Home anwendbar sind. Nach aktuellen Marktprognosen werden im Smart Home Bereich aufgrund der zunehmend digitalen Vernetzung stark wachsende Umsätze vorausgesagt. Daraus folgernd werden immer mehr Hersteller den Smart Home Markt beleben.

Die Möglichkeiten, die mit einem Smart Home realisiert werden können, sind beeindruckend und die Vorteile, wie Komfort, Sicherheit und vor allem Energieeffizienz, können Interessenten davon überzeugen, sich für ein Smart Home zu entscheiden. Die immer einfacher aufgebauten Systemstrukturen und Installationsbedingungen ermöglichen mittlerweile Smart Home Lösungen auch schon für geringe Investitionen. Doch ist auch unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit eine qualitative Smart Home Lösung mit einer vorausschauenden Planung zu beachten.

Die Digitalisierung wird weiter voranschreiten und den Menschen in Zukunft in allen Lebenslagen begleiten. Auch das Smart Home wird ein Teil dieser Umstrukturierung der digitalen Gesellschaft. Die Basis ist eine Infrastruktur von schnellen, sicheren und unterbrechungsfreien Datenübertragungswegen, die eine hohe Zuverlässigkeit gewährleisten muss.

Überdies wird sich in Zukunft der Energiesektor verändern. Die Digitalisierung der Energiewirtschaft und das intelligente Netz werden aufgrund der zunehmend fluktuierenden Energiebereitstellung notwendig sein. Das Smart Home mit einem integrierten Smart Meter wird sicher ein wesentlicher Bestandteil davon.

Internet of Things Trends

Der Begriff „Internet of Things“ (IoT) gewinnt immer mehr an Bedeutung. Grundsätzlich steckt die Aussage dahinter, dass Geräte miteinander selbständig kommunizieren. Die Entwicklung ist im Grunde logisch. Warum muss alles an den Menschen gemeldet werden? Warum sollte jede Entscheidung über den Nutzer laufen, der dann über Taster drücken oder Aktionen über webbasierte Technologien ausführen muss? Warum kommunizieren die Geräte nicht direkt untereinander? Wenn z.B. während der Abwesenheit ein Fenster geöffnet wird, dann ist es nur bedingt sinnvoll, dem Bewohner des Hauses eine SMS zu senden und zu hoffen, dass er diese unmittelbar erhält und reagieren kann. Besser ist es sicherlich, einen potentiellen Einbrecher über Licht und Geräusche zu verschrecken.

Der wesentliche Trend beim IoT ist aber ein anderer. Um kommunizieren zu können, müssen Geräte mit entsprechenden Schnittstellen zur Anbindung an Bussysteme oder funkbasierte Systeme ausgestattet werden. Wenn früher ein „Zentraltaster“ im Hauseingang den Herd oder den Wasserkocher ausschalten sollte, waren dazu Schaltaktoren in der Unterverteilung vor dem Herd bzw. dem Wasserkocher erforderlich. Nun ist es inzwischen so, dass Kommunikationsmodule ausgesprochen günstig geworden sind und im Vergleich zu den Kosten eines Herds, Fernsehers etc. kaum ins Gewicht fallen. In Konsequenz werden entsprechende Kommunikationskomponenten in die Geräte eingebaut und dem Herd wird somit direkt mitgeteilt, dass er sich ausschaltet. Der zusätzliche Schaltaktor in der Unterverteilung entfällt. Wenn nun aber der Herd ein Kommunikationsmodul enthält, kann dieser auch regelmäßig den Energieverbrauch bzw. die Kosten für den Braten oder die gekochte Mahlzeit mitteilen.

Das IoT bietet eine ganz Fülle an neuen zusätzlichen Möglichkeiten in Gebäuden. Natürlich sind nicht alle für die verschiedenen Anwendungen immer sinnvoll, aber die Wahrscheinlichkeit ist sehr hoch, dass für jeden oder für jeden Geldbeutel etwas verfügbar ist.

- [1] Deloitte & Touche GmbH, Licht ins Dunkel - Erfolgsfaktoren für das Smart Home, Deloitte & Touche GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, 11/2013.
- [2] Fokusgruppe Connected Home; Deloitte, „Vor dem Boom - Marktaussichten für Smart Home,“ Nationaler IT Gipfel, Hamburg, 2014.
- [3] F. Völkl, Smart Home mit KNX, Franzis Verlag GmbH, 2011.
- [4] W. Harke, Smart Home: Vernetzung von Haustechnik und Kommunikationssystemen im Wohnungsbau, 2003.
- [5] „Smart Home Zertifizierungsprogramm,“ [Online]. Available: <http://www.zertifizierungsprogramm-smarthome.de/>. [Zugriff am November 2014].
- [6] „Polizei NRW,“ August 2014. [Online]. Available: https://www.polizei.nrw.de/media/Dokumente/Behoerden/LKA/140811_LKA_SmartHome_Empfehlungen.pdf.
- [7] „IT Wissen,“ [Online]. Available: <http://www.itwissen.info/>. [Zugriff am November 2014].
- [8] „Assisted Living,“ TU Kaiserslautern, [Online]. Available: <http://www.assisted-living.de/>. [Zugriff am November 2014].
- [9] „dena,“ [Online]. Available: <http://www.dena.de/presse-medien/medienbibliothek/bildmaterial/energieeffiziente-gebäude.html>. [Zugriff am November 2014].
- [10] M. Becker, „Energieeffiziente Gebäude durch Einsatz von Raum- und Gebäudeautomation,“ GebäudeEffizienzDialog Frankfurt, 2010.
- [11] M. Becker und P. Knoll, Energieeffizienz durch Gebäudeautomation mit Bezug zur DIN V 18599 und DIN EN 15232, 2011.
- [12] M. Becker und P. Knoll, Energieeinsparpotenzial und Energieeffizienz durch Bustechnik sowie Raum- und Gebäudeautomation, 2008.
- [13] Forschungsprojektgruppe Modellstadt Mannheim, „Modellstadt Mannheim, Evaluation der Feldtests und Simulationen Endbericht,“ 2013.
- [14] M. Riedel und S. Beucker, „Dezentrales Energiemanagement,“ Connected Living Conference, 2013.
- [15] F. Allerding, Organic Smart Home-Energiemanagement für intelligente Gebäude, Karlsruhe, 2013.
- [16] B. Aschendorf, Energiemanagement durch Gebäudeautomation, Springer Vieweg, 2014.
- [17] D. G. Schäfer, „Grundlagen, Technologien und Normenüberblicke für die Gebäudeautomation,“ Hochschule Rosenheim.
- [18] „Elektronik Kompendium,“ [Online]. Available: www.elektronik-kompdi-um.de. [Zugriff am November 2014].
- [19] „Baunetzwissen,“ [Online]. Available: http://www.baunetzwissen.de/index/Elektro-Bussysteme_33387.html. [Zugriff am November 2014].
- [20] „Provedo Automation,“ Provedo GmbH, [Online]. Available: <http://www.provedo-automation.de/>. [Zugriff am November 2014].
- [21] KNX Deutschland, „Grundlagenwissen zum KNX Standard,“ 2013.
- [22] „Lonmark Deutschland,“ [Online]. Available: <http://www.lonmark.de/technologie-und-anwendungen/>. [Zugriff am November 2014].
- [23] Issendorf KG, „LCN Local Control Network,“ [Online]. Available: <http://www.lcn.de/index.htm>. [Zugriff am November 2014].
- [24] digitalSTROM AG, [Online]. Available: <http://www.digitalstrom.com/>. [Zugriff am November 2014].
- [25] WAGO Kontakttechnik GmbH & Co. KG, „DALI,“ [Online]. Available: <http://www.wago.de/loesungen/gebäudetechnik/gebäudeautomation/schnittstellen/dali/index.jsp>. [Zugriff am November 2014].
- [26] M. Wölfel, „Starter Pakete,“ Connected Home, 08 2014.
- [27] G. Ohland, „Connected Home - Funkprotokolle Überblick,“ [Online]. Available: <http://www.connected-home.de/ratgeber/funkprotokolle-ueberblick-rwe-zwawe-homematic-1530051.html>. [Zugriff am November 2014].
- [28] Z-Wave Allianz, [Online]. Available: <http://www.zwave.de/>. [Zugriff am November 2014].
- [29] „eQ-3,“ [Online]. Available: <http://www.eq-3.de/>. [Zugriff am November 2014].
- [30] P. Respondek und G. Arnold-Schoenen, „eNet - Smart Home aus Meisterhand,“ ElektroWirtschaft, Nr. 10/2014.
- [31] EnOcean GmbH, „Smart Home - EnOcean,“ [Online]. Available: <https://www.enocean.com/de/home/>. [Zugriff am November 2014].
- [32] „Berliner Energieagentur – Expertenforum,“ November-Dezember 2014. [Online]. Available: <http://www.berlin-klimaschutz.de/expertenforum>.
- [33] VDI-Fachbereich TGA, „VDI-Verein Deutscher Ingenieure,“ [Online]. Available: <http://www.vdi.de/technik/fachthemen/bauen-und-gebäudetechnik/fachbereiche/technische-gebäudeausrustung/themen/fachausschuesse/fachaus-schuss-elektrotechnik/>. [Zugriff am November 2014].
- [34] IGT- Institut für Gebäudetechnologie, „Richtlinien,“ Juli 2014. [Online]. Available: <http://www.igt-institut.de/publikationen/richtlinien/index.html>.
- [35] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN EN 15232 Energieeffizienz von Gebäuden – Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement, Beuth Verlag, 2007.
- [36] M. Wider, Gebäudeautomation – Der Schlüssel zur Nachhaltigkeit, 2013.
- [37] IGT – Institut für Gebäudetechnologie, „Gebäude IQ - Tool,“ [Online]. Available: <http://www.igt-institut.de/>.
- [38] Die Bundesregierung, „bundesregierung.de - Energiewende,“ [Online]. Available: http://www.bundesregierung.de/Webs/Breg/DE/Themen/Energiewende/EnergieErzeugen/ErneuerbareEnergien-Zeitalter/_node.html;jsessionid=C8B8E0D439E787EEF699C4C4E2961C76.s4t2#doc516106bodyText1. [Zugriff am November 2014].
- [39] Bundesnetzagentur, „Smart Grid“ und „Smart Market“ - Eckpunktepapier der Bundesnetzagentur zu den Aspekten des sich verändernden Energieversorgungssystems, Bonn, 2011.
- [40] Next Kraftwerke GmbH, „Next Kraftwerke - Wissen,“ [Online]. Available: <https://www.next-kraftwerke.de/wissen/strommarkt>. [Zugriff am Dezember 2014].
- [41] Energy & Meteo Systems, „Virtuelles Kraftwerk für dezentrales Energiemanagement,“ [Online]. Available: <http://www.energymeteo.de/leistungen/Virtuelle-Kraftwerke>. [Zugriff am November 2014].
- [42] Professur für Gebäudeenergie- und Wärmeversorgung; Professur für Elektroenergieversorgung, Projekt: Regionales Virtuelles Kraftwerk auf Basis der Mini- und Mikro-KWK Technologie, TU Dresden, 2014.
- [43] „EEnergy - EEBus,“ [Online]. Available: <http://www.e-energy.de/de/EEBus>. [Zugriff am November 2014].
- [44] „bine.info,“ [Online]. Available: <http://www.bine.info/newsuebersicht/news/sicherheit-fuer-die-abschaetzung-des-verbrauchs/>. [Zugriff am November 2014].
- [45] „Smart Home Deutschland,“ [Online]. Available: <http://www.smarthome-deutschland.de/>. [Zugriff am November 2014].
- [46] S. Sander, „Ermittlung des Energieeinsparpotentials durch Gebäudeautomation in Wohngebäuden anhand verschiedener Wohnsituationen“, Hochschule Rosenheim
- [47] <http://www.cordev.de/de/initiative.html>



Herausgeber

Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH
Pirnaische Straße 9
01069 Dresden

Telefon: 0351 4910-3152
Telefax: 0351 4910-3155

E-Mail: info@saena.de
Internet: www.saena.de

Redaktion

Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH
Prof. Dr. Michael Krödel

Weitere Informationen unter:

Beratertelefon: 0351 4910-3179

www.saena.de/beratung
www.saena.de/broschüren
www.saena.de/veranstaltungen
www.saena.de/fördermittelratgeber
www.saena.de/energieportal-sachsen
www.saena.de/digitale-bauherrenmappe
www.saena.de/energie-experten

Gestaltung

Michael Buddrus
grafik + illustration

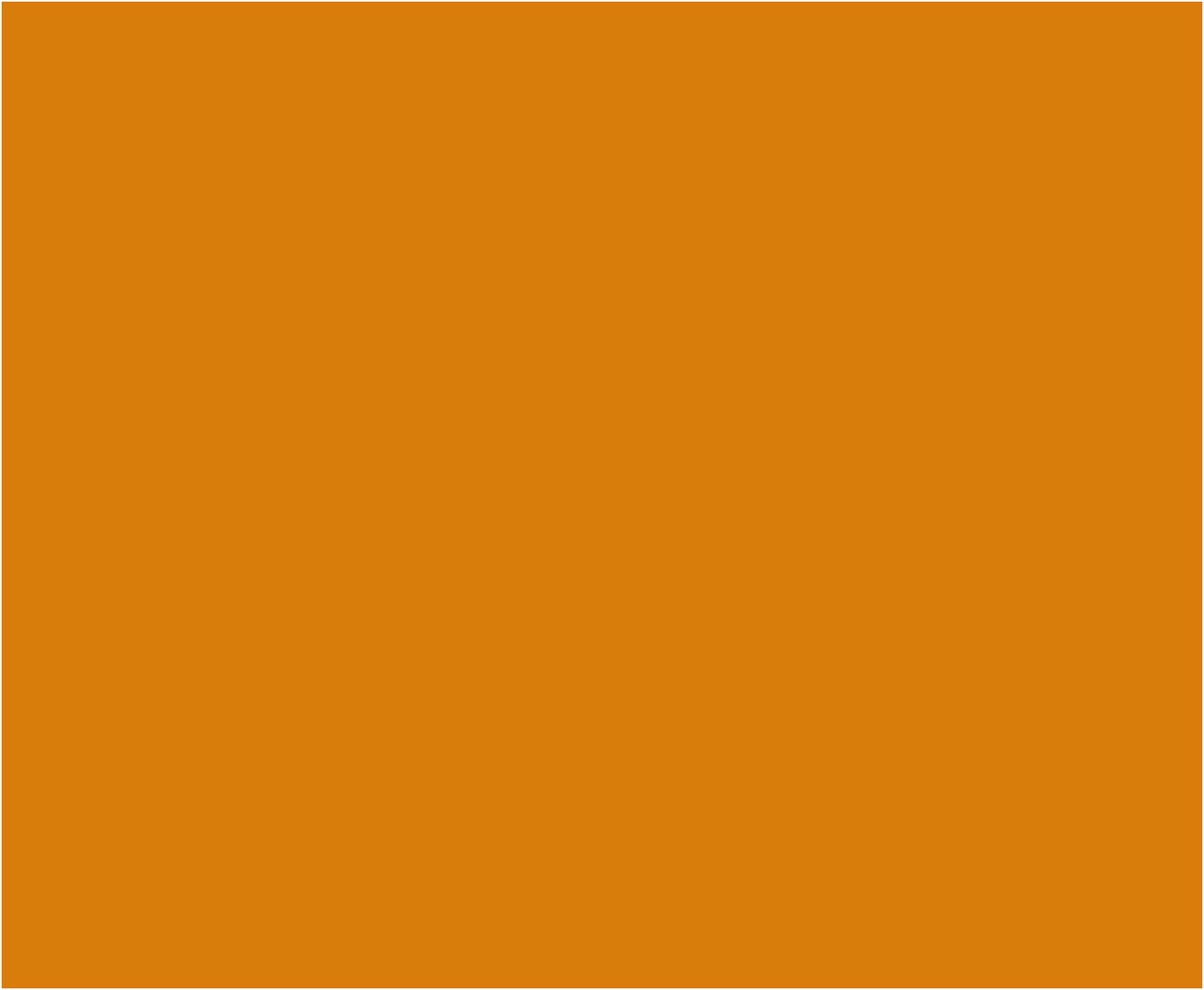
Druck

Lausitzer Druckhaus GmbH

Bildquellen

Titelbild: Quelle: digitalSTROM AG, www.gira.de (Smartphone)

3. Auflage | überarbeiteter Nachdruck | **Dezember 2016**



gedruckt auf 100 % Recyclingpapier