

Dezentrales Energiemanagement im elektrischen Verteilnetz – Was kann die Gebäudeautomation beitragen?

David Nestle
ISET
dnestle@iset.uni-kassel.de

Dr. Christian Bendel
ISET
cbendel@iset.uni-kassel.de

Jan Ringelstein
ISET
jringelstein@iset.uni-kassel.de

Philipp Strauß
ISET
pstrauss@iset.uni-kassel.de

Dr. Christof Wittwer
Fraunhofer ISE
christof.wittwer@ise.fraunhofer.de

Einführung

Erneuerbare und dezentrale elektrische Erzeuger werden mit zunehmender Anzahl und Leistung im Netz installiert. Daher entsteht die Forderung, dass diese künftig mittels einer Kommunikationsanbindung wie konventionelle Kraftwerke gesteuert werden und zum Netzbetrieb beitragen. Zugleich kommt auch dem Lastmanagement eine zunehmende Bedeutung zu, da sich die fluktuierenden Erzeuger Windkraftanlagen und Photovoltaik (PV) nicht in dem Maße regeln lassen wie konventionelle Kraftwerke. Eine technische Kommunikationsanbindung von elektrischen Verbrauchern und dezentralen Erzeugern im Netzbetrieb wird daher in Zukunft unerlässlich sein.

IuK-Technik für mehr Energieeffizienz

Da die meisten Lasten und dezentralen Erzeuger in Gebäuden installiert sind, kommt dabei neben der Kommunikation zwischen den Gebäuden einer übergeordneten Leitstelle (Wide Area Network) der Gebäudeautomation als „Local Area Network“ eine wesentliche Rolle zu (*Abbildung 1*). Zugleich kann Gebäudeautomatisierung in Kombination mit neuen Stromzählern kleinen Stromkunden wesentlich zeitnäher Informationen über ihren Energieverbrauch und den damit verbundenen Kosten zur Verfügung stellen. Wenn diese Informationen richtig genutzt werden, kann dies zur Erhöhung der Energieeffizienz beitragen. Durch die Entwicklung in der Informations- und Kommunikationstechnik kommen jetzt neue Lösungen zur Gebäudeautomatisierung auf den Markt, wodurch hier ein erhebliches wirtschaftliches Potenzial besteht.

Gebäudeautomation

In der Vergangenheit war in Europa der Einsatz von Gebäudeautomatisierung aus Kostengründen meist auf den Bereich größerer gewerblicher Gebäude und auf wenige Wohngebäude der Preisoberklasse beschränkt. Nach wie vor ist die Verbreitung im Bereich Privathaushalte und Kleingewerbe noch recht gering, es zeichnet sich aber durch die neu verfügbaren IT-Technologien eine Trendwende hin zu kostengünstigen Lösungen ab. Für die Ansteuerung einzelner Geräte innerhalb eines Gebäudes werden bisher vor allem Bussysteme der Gebäudeautomatisierung wie EIB/KNX [1] und LON [2] eingesetzt. Allerdings haben diese im Bereich der Privathaushalte bisher keine große Verbreitung gefunden – im Gegensatz zu Rechner- und Telefonnetzen. Obwohl auch Systeme auf dem Markt sind, die Funk oder vorhandene Stromleitungen als Kommunikationskanal nutzen, werden vor allem Lösungen angeboten, die die Verlegung einer separaten Verkabelung für das Bussystem erfordern. Dies erschwert und verteuert die Verwendung im Gebäudebestand. Diese Systeme sind i. d. R. darauf ausgelegt, dass Anwendungen wie die Verschaltung von Lichtschaltern und Beleuchtung damit implementiert werden. Hier würden grundlegende Fehler bei der Konfiguration die Benutzbarkeit eines Gebäudes stark einschränken, weshalb diese Systeme zwingend durch einen Fachbetrieb konfiguriert werden müssen. Das erhöht die Kosten, während derartig weitreichende Funktionen für die meisten Privathaushalte ohne praktischen Mehrwert sind.

Realistischer ist der Einsatz einfacher Kommunikationslösungen, deren Versagen oder Fehlkonfiguration zur Not für einige Tage hingenommen werden kann und die vom Nutzer des Gebäudes selbst konfiguriert werden können,

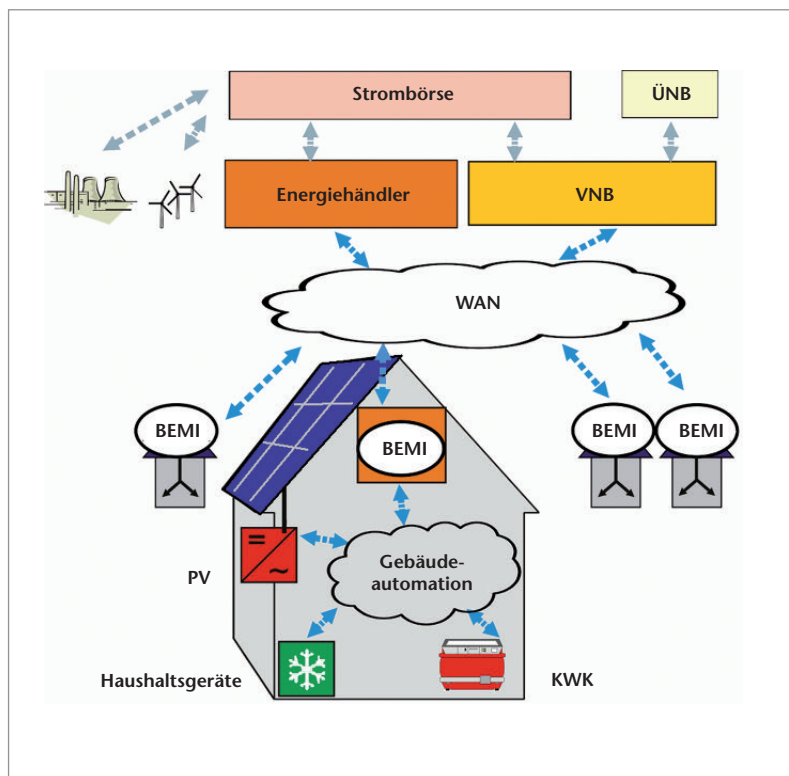


Abbildung 1
Kommunikationsstruktur

BEMI: Bidirektionales Energiemanagement-interface

WAN: Wide Area Network

VNB: Verbindungsnetzbetreiber

ÜNB: Übertragungsnetzbetreiber

Quelle: ISET

wie es heute bei praktisch allen privaten Rechnernetzwerken der Fall ist. Neue Funkstandards, vor allem die drahtlose Kommunikationsmöglichkeit Z-Wave [3] und das offene Funknetz ZigBee, das es ermöglicht, Haushaltsgeräte auf Kurzstrecken (10–100 m) zu verbinden [4], zielen ebenfalls auf den Bereich der Gebäudeautomatisierung und sollten deutlich kostengünstiger werden. Technisch gesehen ist die Auto-Routing-Funktion von Bedeutung, die dafür sorgt, dass Daten innerhalb eines Netzes von jedem Knoten so weitergeleitet werden, dass sie möglichst schnell ihr Ziel erreichen, auch wenn keine direkte Funkverbindung zwischen Sender und Empfänger besteht, sondern ein oder mehrere Knoten als Brücken fungieren müssen. Ebenfalls auf kostengünstige Gebäudeautomation zielt die Digitalstrom-Technologie, die auf eine Kommunikation über die vorhandenen Stromleitungen setzt [5].

Smart Metering

Aufbauend auf Vorgaben der EU müssen laut dem 2008 erlassenen Gesetz zur Öffnung des

Messwesens Neubauten ab Januar 2010 mit Stromzählern ausgestattet werden, die dem jeweiligen Anschlussnutzer den tatsächlichen Energieverbrauch und die tatsächliche Nutzungszeit widerspiegeln [6][7]. Diese Anforderung ist wirtschaftlich nur mit Hilfe von intelligenten Zählern zu bewerkstelligen, die über eine Kommunikationsverbindung fernauslesbar sind. Das Gesetz schreibt ferner vor, dass Energieversorgungsunternehmen bis Ende 2010 Endkundertarife anbieten müssen, die einen Anreiz zur Energieeinsparung oder Steuerung des Energieverbrauchs setzen. Zeitvariable Tarife stellen hier eine Alternative dar, deren Einführung zu erwarten ist. Deshalb ist die Lastgangaufzeichnung durch Smart Meters auch für Abrechnungszwecke nötig.

Entsprechende Geräte werden daher von den Energieversorgern zur Zeit in Gebäuden getestet. Ergebnisse aus Österreich [8] zeigen, dass die Wirtschaftlichkeit von Smart Meters steigt, wenn diese spartenübergreifend eingesetzt werden („Multi-Utility-Communication“ MUC: kombinierte Strom-, Wasser-, Gaszählung) und mit Funktionen verknüpft werden, die in den Bereich der klassischen Gebäudeautomation

fallen. Smart Metering stellt dadurch eine interessante Technologie dar, die für die Gebäudevernetzung genutzt werden kann.

Im Zusammenhang mit Smart Metering – einem intelligenten Stromzähler – wird zwischen Primär-, Sekundär- und Tertiär-Kommunikation unterschieden:

- Die Primärkommunikation bezieht sich auf die „Inhouse“-Kommunikation im Zähler-system.
- Sekundärkommunikation ist die Auskopp-lung von Daten in die Gebäudeautomation.
- Tertiäre Kommunikation wird zur Übertra-gung zum Messstellenbetreiber genutzt.

Im MUC-Standardisierungskreis werden offene Kommunikationsstandards festgelegt, die herstellerunabhängiges Multisparten-Metering möglich machen sollen [9]. Bis 2009 sollen entsprechende MUC-konforme Gateways (die es Netzwerken mit unterschiedlichen Protokollen erlauben, miteinander zu kommunizieren) und Zähler zur Verfügung stehen, die für den Mess-stellenbetrieb geeignet sind. Der lokale Zugriff auf die Messwerte soll die Einbindung in die Gebäudeenergieanlage ermöglichen, so dass beispielsweise ein tarifgeführter Betrieb von Haushaltsgeräten möglich wird. Das Fraunhofer ISE hat mit der EWE-Box (Abbildung 2) ein System entwickelt, das diese Funktionalität in einem Gateway zur Verfügung stellt. Neben der Integration von Metering-Systemen ist hier insbesondere ein Feedback-System entwickelt worden, das dem Nutzer Aufschluss über seinen Energieverbrauch, seine Kosten und seine verursachten Emissionen gibt.

Energiemanagement

Wie eingangs erläutert, entsteht durch neue Anforderungen an das Management von dezentralen Erzeugern und Lasten künftig Bedarf zum verstärkten Einsatz von Gebäudeautomation. Für die Gestaltung eines solchen Managements ist es wichtig zu beachten, dass Kunden in der Niederspannungsversorgung meist keine Planung des zeitlichen Verlaufs ihres Strombedarfs vornehmen, da sich der Aufwand im Verhältnis zur geringen umgesetzten Menge nicht lohnt. Außerdem lässt sich das aggregierte Verhalten einer großen Zahl von Kunden ohnehin besser durch statistische Verfahren vorhersagen als durch individuelle Planung. Dies muss für diese Kundengruppe auch weiterhin möglich bleiben.

Um dieser Anforderung gerecht zu werden, ist es entscheidend, den Kunden weiterhin Freiheit bezüglich ihres Energieverbrauchs zu lassen, aber zugleich Anreize zu schaffen, den Betrieb des Energieversorgungssystems zu unterstützen. Dies lässt sich durch Vorgabe eines variablen Tarifs erreichen, der dem Kunden die Entscheidung überlässt, zu welcher Zeit er wie viel Strom bezieht oder einspeist, aber zugleich dem Kunden einen finanziellen Anreiz gibt, sich dabei den Erfordernissen der Energieversorgung anzupassen. Über den Mechanismus der statistischen Mittelung wird dadurch ein Instrument entwickelt, das dem Kunden maximale Flexibilität, zugleich aber auch der Energieversorgung insgesamt einen sehr hohen Grad an Zuverlässigkeit bietet. Dies entspricht dem Prinzip der „dezentralen Entscheidung auf Basis zentraler und dezentraler Informationen“.

Abbildung 2
EWE-Box IP-basiertes
Smart-Metering-
System mit Feed Back
System

Quelle: Fraunhofer ISE





Abbildung 3
BEMI-Teststand

Quelle: ISET

Darüber hinaus ist es entscheidend, dass die meisten Kunden nicht bereit sind, hohen persönlichen Aufwand für ein Energiemanagement aufzubringen. Daher müssen die notwendigen Mess-/Überwachungs- und Schaltvorgänge automatisch erfolgen, wozu ein geeignetes System der Gebäudeautomatisierung notwendig ist.

Dieses Konzept wurde als bidirektionales Energiemanagementinterface (BEMI) vom ISET entwickelt und erfolgreich durch Laboraufbau und Simulation getestet (Abbildung 3) [10]. Ergebnisse des Labortests zeigen, dass bei Vorgabe eines variablen Strompreises typische Haushaltsgeräte entsprechend der Kundenanforderungen ohne Beeinträchtigung der Funktion automatisch und kostenoptimal geschaltet werden können. Dazu wurde ein einfaches System der Gebäudeautomatisierung basierend auf WLAN bzw. ZigBee verwendet.

Energieeffizienz

Neben dem Energiemanagement besteht im Bereich des Niederspannungsnetzes auch ein erhebliches Potenzial zur Einsparung des Energieeinsatzes selbst – sowohl im Bereich der Nutzung elektrischer Energie als auch im Bereich der Raumwärme, die mit fossilen Energieträgern versorgt wird. Allein durch Verhaltensänderun-

gen wird ein Einsparungspotenzial von 6,4 % angegeben, durch zusätzliche technische Maßnahmen sogar ein Potenzial von ca. 30 % [11]. Der Aktivierung dieses Potenzials steht allerdings noch entgegen, dass die meisten Privatkunden wenig über ihren Energieverbrauch und ihre Energiekosten wissen. Mit der Umsetzung der EU-Richtlinie über Energieeffizienz, Energiedienstleistungen und Smart Metering werden auch Privatkunden häufiger und detaillierter über ihren Energieverbrauch informiert werden. Allerdings ist abzusehen, dass sie in vielen Fällen mit einer effektiven Nutzung dieser Informationen überfordert sein werden. Hier kann Gebäudeautomation durch Kombination mit einer Smart-Metering-Technologie dazu beitragen, Effizienzpotenziale durch geeignete Feedback-Systeme zu identifizieren und zu visualisieren.

Smart Metering umfasst insbesondere die Erfassung des Energieverbrauchs und der Verbrauchsprofile der Kunden. Dadurch können auch Privatkunden wesentlich zeitnäher Informationen über ihren Energieverbrauch und die damit verbundenen Kosten erhalten, was als wichtiges Instrument dienen kann, die Energieeffizienz zu fördern [12].

Weitere Konzepte aus der Gebäudeautomation können ebenfalls zu Energieeinsparungen

beitragen: Beispielhaft genannt sei die automatische Abschaltung der Beleuchtung oder anderer Geräte (z. B. Fernseher) bei Verlassen des Hauses oder die automatische Nachtabstaltung von Geräten mit hohem Standby-Verbrauch. Allerdings darf der Energiemehrverbrauch der Gebäudeautomation die erzielte Energieeinsparung nicht überkompensieren. Diese Anforderung muss bereits bei der Entwicklung der entsprechenden technischen Lösungen von Beginn an berücksichtigt werden.

Literatur

- [1] KNX Association, <http://www.knx.org>
- [2] LonMark International, www.lonmark.org/
- [3] www.zen-sys.com, Stand 21.09.2008
- [4] ZigBee Alliance, www.zigbee.org, Stand 21.09.2008
- [5] Digitalstrom Allianz, www.digitalstrom.org, Stand 21.09.2008
- [6] Richtlinie 2006/32/EG des europäischen Parlaments und des Rates über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen und zur Aufhebung der Richtlinie 93/76/EWG, 5.04.2006
- [7] Gesetz zur Öffnung des Messwesens bei Strom und Gas, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2008 Teil I Nr. 40, Bonn, 8.09.2008
- [8] N. Breitschopf: Effiziente Energienutzung in Privathaushalten als Beitrag zum Klimaschutz, 10. Symposium Energieinnovation, Graz 02/2008
- [9] <http://m-u-c.org>, Stand 21.09.2008
- [10] C. Bendel, D. Nestle, J. Ringelstein: Netz- und marktkonformes bidirektionales Energiemanagement für Lasten und dezentrale Erzeuger im Niederspannungsnetz, 10. Symposium Energieinnovation, Graz 02/2008
- [11] U. Böde, E. Gruber, B. Brohmann, M. Cames, A. Herold, P. Deutscher, M. Elsberger, L. Rouvel: Klimaschutz durch Minderung von Treibhausgasemissionen im Bereich Haushalt und Kleinverbrauch durch klimagerechtes Verhalten, Forschungsbericht 204 01 120 im Auftrag des Bundesumweltamtes, 08/2000 (Öko-Institut Darmstadt/Freiburg/Berlin, Fraunhofer-Institut ISI Karlsruhe, TU München)
- [12] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi): Nationaler Energieeffizienz-Aktionsplan (EEAP) der Bundesrepublik Deutschland, 11/2007