

# Intelligentes Wohnen: Automatisieren, messen und verbinden

Holger Macht

<holger@homas.de>

14. August 2011

Revision: 0.1

## Abstrakt

Diese Seminararbeit behandelt zwei primäre Themen des so genannten *Smart Grids*. Als erstes wird das *Smart Metering* als Oberbegriff für intelligente Stromzähler, neue Tarifmöglichkeiten und verbesserte Verbraucherinformationen behandelt. Hier wird auf die Aufgaben, Chancen bzw. Risiken und die technische Umsetzung eingegangen. Nach einem Blick auf das *Open Metering System* als wichtigen Standard ist das erste Kapitel abgeschlossen.

Der zweite Teil beschäftigt sich mit dem Thema *Heimautomatisierung* als Erweiterung der Gebäudeautomatisierung um Komfort- und Flexibilitätsaspekte. Nach Denkanstößen und einigen Realisierungsmöglichkeiten wird aufgezeigt, inwiefern dieses Thema mit einer intelligenten Infrastruktur verknüpft werden kann.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Gründe für den Energiewandel . . . . .	1
1.2	Probleme erneuerbarer Energiegewinnung . . . . .	1
<b>2</b>	<b>Smart Metering</b>	<b>2</b>
2.1	Was ist ein intelligenter Zähler . . . . .	2
2.2	Motivation der Einführung . . . . .	3
2.3	Aufgaben des Smart Metering . . . . .	3
2.4	Chancen und Risiken . . . . .	5
2.4.1	Chancen aus Sicht des Energieversorgers . . . . .	5
2.4.2	Risiken aus Sicht des Energieversorgers . . . . .	6
2.4.3	Chancen aus Sicht des Verbrauchers . . . . .	6
2.4.4	Risiken aus Sicht des Verbrauchers . . . . .	7
2.5	Technische Umsetzung . . . . .	8
2.5.1	Intelligenter Zähler als Konzentrator . . . . .	8
2.6	Open Metering System . . . . .	9
2.7	Zusammenfassung . . . . .	10
<b>3</b>	<b>Heimautomatisierung</b>	<b>11</b>
3.1	Einleitung und Definition . . . . .	11
3.2	Beispiele für Heimautomatisierung . . . . .	12
3.3	Einschub: Verknüpfung mit intelligenten Zählern . . . . .	13
3.4	Automatisierung verknüpft mit intelligenten Zählern . . . . .	13
3.5	Europäischer Installationsbus . . . . .	14
3.5.1	Merkmale . . . . .	15
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>15</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Gründe für den Energiewandel

Nicht zuletzt der atomare Zwischenfall in Japan hat ein neues Zeitalter der Energiegewinnung eingeläutet. Zumindest in Deutschland ist die Mehrheit für einen raschen Atomausstieg und dieser ist seit Juli 2011 auch beschlossene Sache. Bis 2022 werden stufenweise alle Atomkraftwerke vom Netz gehen. Die dann wegfallende Energie soll durch Kohle, neue Energieformen, jedoch vor allem durch erneuerbare Energien wie Windkraft, Wasserkraft, Photovoltaik und Biogas, ersetzt werden. In Abb. 1 wird deutlich, dass die Stromerzeugung letztes Jahr zu 22% mit Kernenergie erfolgte. Diese 22% müssen kurzfristig ersetzt werden. Dies wird jedoch nicht das einzige Problem der Zukunft bleiben. Die fossilen Energieträger wie Steinkohle, Braunkohle und Erdgas werden langfristig erschöpft sein, was erneut einen Mangel von 57% Strommenge bedeuten wird. Auf lange Sicht müssen also 79% unserer Energie aus anderen Quellen gewonnen werden. Das alleine wird jedoch nicht ausreichen. Das allgemeine Ziel sollte auch sein, die Steigerungsraten des Verbrauchs einzudämmen. Dazu müssen die Verbraucher und die Industrie bewusster mit Energie umgehen. Technische Erneuerungen müssen sie dabei unterstützen und versuchen Verluste zu minimieren.

Es ist jedoch kein einfaches Unterfangen eine so große und gewachsene Infrastruktur über Nacht umzustellen und auf regenerative Energien umzustellen. Die neue Energiegewinnung verhält sich hier in vielen Punkten doch grundsätzlich anders.

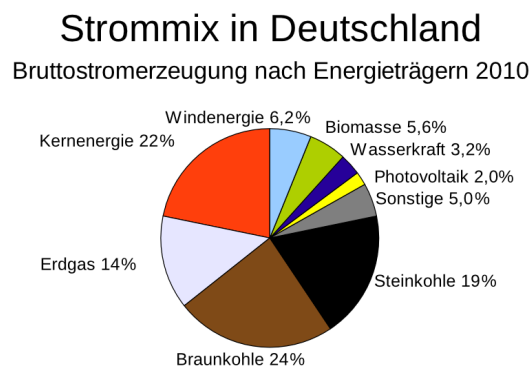


Abbildung 1: Strommix in Deutschland [10]

## 1.2 Probleme erneuerbarer Energiegewinnung

Zum einen wird es eine Entwicklung von konstanter zu variabler Energiegewinnung geben. Die großen Kern- und Kohlekraftwerke unserer Zeit liefern konstant die selbe Energiemenge. Anders verhält es sich mit vielen erneuerbaren Energien. Die Tatsache, dass der Wind nicht unbedingt dann weht oder die Sonne dann scheint, wenn es zu Spitzen im Energiebedarf kommt, macht die Energiegewinnung *variabel*. Im Klartext bedeutet das,

dass zu bestimmten Zeiten unregelmäßig viel Strom gewonnen wird, die Netzauslastung und damit die Preise also sehr stark variieren.

Das zweite große Problem sind die strukturellen Veränderungen. Die großen, wenigen massenenergieerzeugende Kraftwerke finden sich nur an relativ wenigen Orten. Bei regenerativer Energiegewinnung wird es jedoch viele kleine Erzeugungsanlagen wie Photovoltaik auf Hausdächern, Biogasanlagen in Gemeinden und Windräder auf Freiflächen, verstreut über das ganze Land, geben. Die Energiegewinnung wandelt sich also von einer zentralen zu einer *dezentralen*.

All diese Gründe führen zu der Notwendigkeit eines *intelligenten Stromnetzes*. Dieses besteht im Prinzip aus vier Komponenten:

- *Intelligentes Stromnetz* (engl. „*Smart Grid*“): Zuständig für den Transport und die Netzverwaltung. Oberbegriff für alles Folgende.
- *Intelligenter Verbraucher* (engl. „*Smart Customer*“): Ein intelligenter Verbraucher der bewusst mit dem ihm zur Verfügung gestellten Ressourcen umgeht.
- *Intelligentes Wohnen* (engl. „*Smart Home*“): Ein komfortables, automatisiertes, energieeffizientes Heim.
- *Intelligenter Zähler* (engl. „*Smart Meter*“): Ein Zähler zur Verbrauchserfassung, Visualisierung und Tarifierung beim Verbraucher.

Das „Buzzword“ *Smart* spielt hierbei eine zentrale Rolle. Die beiden letzten Punkte, *Smart Home* und *Smart Meter* werden Gegenstand der nachfolgenden Kapitel sein.

## 2 Smart Metering

### 2.1 Was ist ein intelligenter Zähler

Was die Mehrzahl der Haushalte in Deutschland heute noch als Stromzähler benutzen, ist ein elektromechanischer, schwarzer Kasten, mit einem Zählerstand und einer sich drehenden Zählscheibe. Der so genannte Ferraris-Zähler hat somit zwei grundsätzliche Funktionen: Zum einen kann man den Gesamtverbrauch seit der Installation in kWh ablesen. Zum anderen ist es möglich, zumindest theoretisch, den aktuellen Verbrauch anhand der Drehgeschwindigkeit zu berechnen. Die Ablesung zur Rechnungsstellung durch den Messstellenbetreiber erfolgt in der Regel jährlich.

Diese doch recht eingeschränkte und unflexible Funktionalität genügt den oben beschriebenen neuen Anforderungen an Energiegewinnung, Stromnetz und den Verbraucher nicht mehr. Hier kommen die so genannten intelligenten Zähler (engl. *Smart Meters*) ins Spiel. Dem Funktionsumfang sind hier keine Grenzen gesetzt, daher werden im Folgenden auch nur einige Möglichkeiten aufgezeigt bzw. näher erläutert. Zunächst wird jedoch die eigentliche Grundlage, wieso diese Zähler endlich auch in Deutschland Einzug halten, näher betrachtet.

## 2.2 Motivation der Einführung

Der eigentliche Auslöser der Einführung intelligenter Zähler ist nicht die steigende Nachfrage nach Flexibilität und Transparenz, weder aus Sicht des Verbrauchers, noch aus Sicht des Energieversorgers. Diese investieren zwar jüngst auch in diesem Gebiet, jedoch ist es die Politik, die seit 2008 versucht die Rahmenbedingungen zu stecken und die Einführung zu forcieren.

**§21b, Abs. 3a und 3b** des Energiewirtschaftsgesetzes besagt, dass Messstellenbetreiber ab dem 1. Januar 2010 verpflichtet sind beim Einbau von neuer Messeinrichtungen intelligente Zähler einzubauen. Bei bestehenden Messeinrichtungen muss dem Kunden zumindest ein intelligenter Zähler angeboten werden können.

**§40, Abs 3** bezieht sich hingegen eher auf die tariflichen Rahmenbedingungen und besagt, dass ab Ende 2010 Tarife angeboten werden müssen, die Anreize zu Energieeinsparungen oder zur bewussten Steuerung des Energieverbrauchs setzen. Hier werden explizit so genannte *lastvariable* bzw. *tageszeitabhängige* Tarife als Möglichkeiten genannt. Erste beziehen sich auf die Netzauslastung, meinen also je höher die Netzauslastung, desto teurer die Stromkosten. Letztere betreffen die Energiepreise abhängig von der Tageszeit, wie z.B. hohe Strompreise zu Spitzenzeiten wie mittags bzw. niedrige zu Nebenzeiten wie in der Nacht.

Aus Sicht der Politik besteht Smart Metering also grundsätzlich aus zwei Teilen: Zum einen umfasst es die Einführung von Zählern, die Mehrwert wie etwa die Anzeige des tatsächlichen Energieverbrauchs oder der tatsächlichen Nutzungszeit zur Verfügung stellen. Zum anderen müssen von den Energieversorgern flexible Tarife angeboten werden, die Verbraucher zum Energiesparen animieren. Das ist natürlich nicht alles, was man sich unter einer fortschrittlichen Infrastruktur für moderne Energie vorstellen kann. In der Tat gibt es bereits Energieunternehmen wie beispielsweise die N-Ergie in Nürnberg, die diese Voraussetzungen auch ohne intelligente Zähler größtenteils erfüllen. Hier gibt es bereits tageszeitabhängige Tarife die den Stromkosten für Hauptzeit und Nebenzeit unterschiedlich berechnen [1]. Man muss dieses Thema also über die gesetzlichen Rahmenbedingungen hinaus betrachten. Dazu gehören zunächst die grundsätzlichen Aufgaben, in die sich das Smart Metering im Idealfall aufteilen lässt.

## 2.3 Aufgaben des Smart Metering

Die Aufgaben des Smart Metering lassen sich in fünf Oberbegriffe zusammenfassen:

1. *Messen*: Hier ändert sich nicht viel im Hinblick auf ältere Zählergenerationen. Zumindest nicht aus funktionaler Sicht. Auch bei intelligenten Zählern muss der aktuelle Stromverbrauch gemessen und aufsummiert werden.

2. *Daten sammeln und speichern*: Die gemessenen Daten müssen auch gespeichert werden, ob nun zur manuellen Ablesung oder bis zum automatischen Weiterverenden an den Energieversorger bzw. Messstellenbetreiber.
3. *Steuern*: Hier kommt nun erstmals neue Funktionalität hinzu. Um zwischen unterschiedlichen Tarifen umzuschalten, den Zähler freizuschalten oder zu sperren, wird natürlich eine Steuereinheit mit der entsprechenden Logik benötigt.
4. *Kommunizieren*: Um nun aber zu wissen wann und wohin umgeschaltet werden soll, muss der Zähler natürlich auch Befehle von einer externen Quelle erhalten können. Hier kommt die Kommunikation mit der Außenwelt, entweder durch direkte Eingabe am Gerät selbst, oder durch Fernzugriff, ins Spiel.
5. *Mehrwertfunktionen bereitstellen*: Das Gebiet, dem wohl keine Grenzen gesteckt sind ist sicher die zusätzliche Funktionalität und die Möglichkeit die gesammelten Daten weiterverarbeiten zu können. Als Beispiele zu nennen sind hier ein externes Display, welches die Stromdaten aufbereitet und anzeigt, oder ein integrierter Webserver auf den aus der Ferne zugegriffen werden kann. Aber auch Mehrwert wie die automatische Warnung vor stromfressenden Geräten oder Zusatzhinweise der Energieversorger auf neue Tarife oder Konditionen wären denkbar.

Was mit den alten Ferraris-Zähler nicht oder nur sehr eingeschränkt möglich war, ist die automatisierte Weiterverarbeitung bzw. Auswertung der Energiedaten. Einige Beispiele, wie das in der Praxis aussehen kann werden nun kurz betrachtet.

### **Weiterverarbeitung: Tageslastprofile**

In Abb. 2 sieht man das Lastprofil eines Beispielhaushaltes. Auf der X-Achse ist ein gesamter Tag, also 24 Stunden, auf der Y-Achse die Leistungsaufnahme in kW aufgetragen. Hier lassen sich sogar ohne Zeitachse aktive bzw. inaktive Zeiten des Haushaltes erahnen. Man könnte sich folgenden Verlauf vorstellen, der später noch genauer aufgeschlüsselt wird: Von 0 bis 7 Uhr wurde nur der Kühlschrank auf Temperatur gehalten, danach folgen das Frühstück mit der Aktivität einiger weniger Geräte. Ab 14 Uhr könnte Essen zubereitet worden sein und am Abend wurden periodisch einige kleine Geräte verwendet. Auch diese einzelnen Geräte haben natürlich eigene Lastprofile.

### **Weiterverarbeitung: Lastprofile einzelner Geräte**

Abb. 3 zeigt die Lastprofile dreier unterschiedlicher Haushaltsgeräte. Links befindet sich ein Kühlschrank, der periodisch auf Temperatur gehalten wird. Dahingegen verbraucht eine Spülmaschine (Mitte) nur dann Strom wenn sie auch im Einsatz ist. Ein Herd (rechts) hingegen benötigt zu Beginn viel Strom um die nötige Temperatur zu erreichen und muss diese anschließend nur aufrechterhalten. Somit hat jedes Gerät im Haushalt ein ganz bestimmtes Lastprofil. Sogar ein Toaster kann anhand seines Energieverbrauchs eindeutig identifiziert werden.

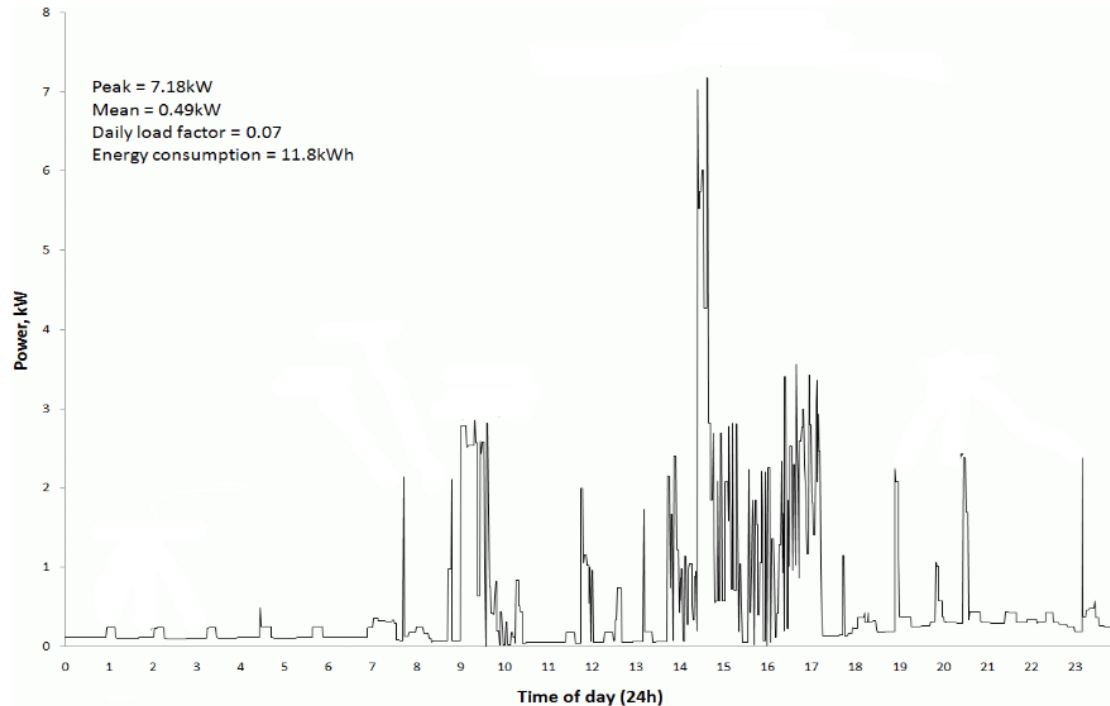


Abbildung 2: Tageslastprofil eines Beispielhaushaltes [4]

## 2.4 Chancen und Risiken

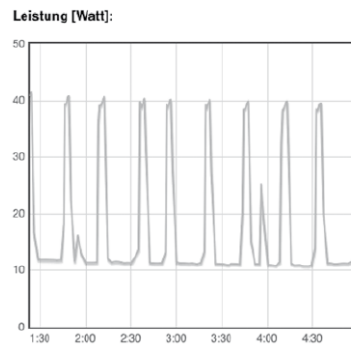
Die erweiterten Möglichkeiten, die das Smart Metering unwiderruflich mit sich bringt, birgt natürlich sowohl Chancen als auch Risiken, sowohl für den Verbraucher als auch für den kommerziellen Energieversorger. Welche das genau sind, wird im folgenden Kapitel näher betrachtet.

### 2.4.1 Chancen aus Sicht des Energieversorgers

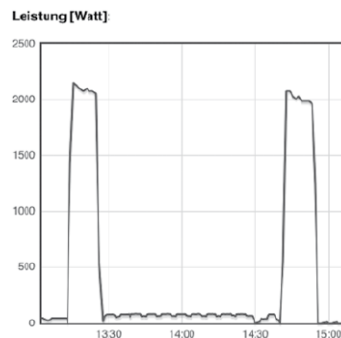
Private Energieunternehmen haben meist ein primäres Ziel: Gewinnmaximierung. Zu diesem Zweck versuchen sie möglichst viel zu einem möglichst hohen Preis zu verkaufen. Es wird jedoch auch versucht dies mit so wenig Ressourcen wie möglich zu bewerkstelligen. Hier setzen nun auch die Möglichkeiten des Smart Metering an. Es ist nun möglich die Verwaltungskosten durch einen automatisierten Ableseprozess oder Fernwartung drastisch zu senken. Zuvor musste in der Regel jährlich ein Mitarbeiter manuell den Zählerstand ablesen bzw. musste ein Techniker bei Störungen lokal vor Ort sein. Jetzt ist es möglich den Zählerstand regelmäßig und automatisch an den Messstellenbetreiber zu übermitteln. Ja sogar die Rechnungsstellung ist anschließend automatisiert möglich. Störungen lassen sich zumindest aus der Ferne leicht identifizieren und in Einzelfällen sogar gleich beheben.

Dieser Zugriff aus der Ferne, also vom Energieversorger zum intelligenten Zähler, wird

## Kühlschrank:



## Spülmaschine:



## Herd:

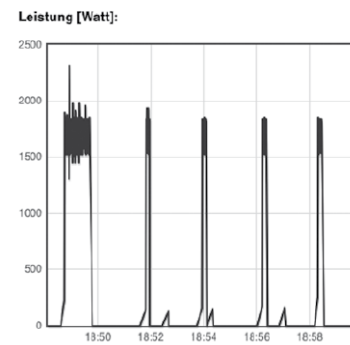


Abbildung 3: Lastprofile unterschiedlicher Haushaltsgeräte [4]

auch in anderer Hinsicht als großer Vorteil betrachtet. Bei Missbrauch oder Stromdiebstahl kann die Energiezufuhr gesperrt werden. So kann auch zahlungsunwilligen Kunden gegenüber eine Drohgebärde aufgebaut werden. Die Überlegungen der Energieversorger gehen sogar so weit, intelligente Zähler mit Münzautomaten zu koppeln, um den Stromfluss nur bei direkter Bezahlung freizugeben.

#### 2.4.2 Risiken aus Sicht des Energieversorgers

Für die Energieversorger gibt es jedoch nicht nur Vorteile. Die oben beschriebenen, wie automatisierte Ablesung bzw. allgemein die Kommunikation, bringen auch Kosten mit sich. Die Daten die hier ausgetauscht werden sind sensibel. Nicht jeder soll das Tageslastprofil seines Nachbarn abhören können. Daher muss sich auch um den sicheren Umgang mit den Daten gekümmert werden. Das beinhaltet sowohl den Transport, als auch die Speicherung beim Energieversorger. All das kann unter dem Stichwort *Datenschutz* zusammengefasst werden. Um mögliche Datenpannen zu vermeiden, muss also auch in die Sicherheit und Infrastruktur erst einmal investiert werden. Es ist auch nicht endgültig geklärt ob die Energieversorger diese Kosten für Infrastruktur und nicht zuletzt die Zähler selbst, vollständig auf den Kunden abwälzen können.

#### 2.4.3 Chancen aus Sicht des Verbrauchers

Auch auf Verbraucherseite erhofft man sich positive Effekte. Hier stehen natürlich auch finanzielle Vorteile im Vordergrund. Die Einführung von flexiblen Preisen und Tarifstrukturen ist nur hilfreich, wenn diese auch an den Abnehmer transparent weitergegeben werden können. Dies ist nur mit einer intelligenten Infrastruktur, zu der auch intelligente Zähler gehören, möglich. Man kann dem Kunden seinen aktuellen Energieverbrauch nur dann in Echtzeit aufzeigen, wenn der Zähler die erforderlichen Daten auch in Echtzeit liefert. Auch Stromfresser können nur so identifiziert werden.

Der Effekt, dass sich die Preise auf dem Energiemarkt im Minutentakt ändern, wird



mit den regenerativen Energien in Zukunft noch verstärkt. Um dem Verbraucher also einen bewussten Umgang mit der Netzauslastung und den aktuellen Preisen näherbringen zu können, müssen diese ihm auch einfach und sinnvoll präsentiert werden. Ein vereinfachter, schneller monatlicher Kostenüberblick, nicht nur durch die jährliche Abrechnung, ist hier der erste Schritt, der durch intelligente Zähler möglich gemacht wird.

Was für den Energieversorger von Vorteil ist, muss natürlich nicht zwangsläufig für den Verbraucher ein Nachteil sein. Auch der Kunde profitiert davon, wenn Störungen schneller erkannt und behoben werden. Stromdiebstahl bzw. Missbrauch kann dem Kunden natürlich genausowenig recht sein wie dem Energieversorger.

Ob all das dem Verbraucher im Endeffekt wirkliche Vorteile bringt bleibt abzuwarten. Bei all den Vorteilen, die moderne Zähler mit sich bringen, sollen hier die Gefahren natürlich nicht verschwiegen werden.

#### 2.4.4 Risiken aus Sicht des Verbrauchers

Ein sehr wichtiger Kritikpunkt, der immer wieder genannt wird, ist die Förderung sozialer Ungerechtigkeit im Zusammenhang mit flexiblen Preisstrukturen. Billiger Strom zu den Nebenzeiten bringt einer fünfköpfigen Familie recht wenig, wenn drei Kinder zur Mittagszeit, bei teurem Strom, nach Hause kommen und ein warmes Essen auf dem Tisch vorfinden wollen. Ein Junggeselle hingegen, kann seinen Tagesablauf viel leichter auf die flexible Preisstruktur abstimmen. Die finanziellen Vorteile treffen also auf die, die sie am nötigsten gebrauchen könnten gar nicht zu, oder wären viel zu schwierig umzusetzen.

Was von den Energieversorgern als einer der Hauptvorteile angesehen wird, nämlich die Möglichkeit der Leistungsbegrenzung bzw. Fernsperrung, ist für den Kunden ein erhöhtes Risiko der übermäßigen Kontrolle. Früher musste ein Techniker die Energiezufuhr manuell kappen bzw. begrenzen, mit intelligenten Zählern genügt wohl ein einfacher Knopfdruck.

Auch wenn die Energieversorgungsunternehmen verstärkt in abhörsichere Kommunikation und Zugriffsschutz investieren, besteht noch immer das verstärkte Risiko des Datenmissbrauchs. Noch nie wurden so viele und so detaillierte Datenmengen im Bezug auf die Energieversorgung gesammelt. Diese müssen sicher kommuniziert und gespeichert werden, um den Kunden vor Missbrauch zu schützen. In diesem Zusammenhang fällt auch immer wieder der Begriff des *gläsernen Kunden*.

In Abb. 2 hat man gesehen wie ein Tageslastprofil aussehen kann. Anhand dieses Profils können leicht Lebensumstände bzw. Lebensgewohnheiten abgeleitet werden, was dieses Lastprofil sehr schnell zu einem Verhaltensprofil [4] wie in Abb. 4 werden lässt.

Hier ist der Tagesablauf nun genau aufgeschlüsselt und deutlich erkennbar. Vom Aufstehen, zum Frühstück, über das Mittagessen und schließlich bis zum abendlichen Tee trinken. Solche Informationen können heutzutage automatisiert und grundsätzlich kostenfrei generiert werden sobald entsprechende Messdaten vorliegen. Sowohl das Interesse einiger Firmen an diesen Informationen, als auch die Risiken die damit einhergehen, sollten für jeden erkennbar sein.

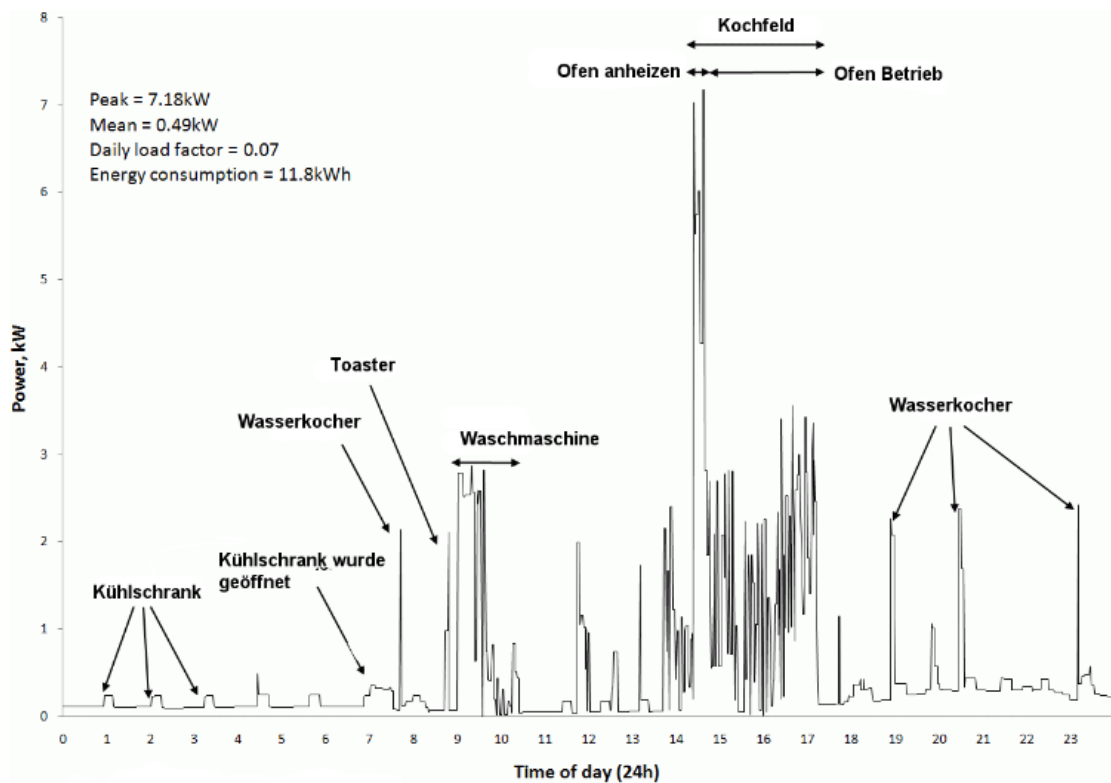


Abbildung 4: Verhatlensprofil eines Beispielhaushaltes [4]

## 2.5 Technische Umsetzung

Nun soll sich das Augenmerk kurz auf die technische Umsetzung richten. Bis jetzt bezogen sich die Ausführungen immer nur auf Elektrizität bzw. Stromzähler. Bevor jedoch die technische Realisierung genauer betrachtet werden kann muss zunächst ein grundlegendes Konzept geklärt werden. Hierzu wird nun der Blickwinkel auch auf alle weitere primären Energieformen wie Wasser, Wärme und Gas ausgeweitet.

### 2.5.1 Intelligenter Zähler als Konzentrator

Alle genannten Energieformen benötigen ein Messgerät zur Datenerfassung. In Zukunft wird nicht nur für Strom, sondern auch für Wasser, Wärme bzw. Heizung und Gas ein intelligenter Zähler zum Einsatz kommen. Jeder dieser Zähler müsste mit den entsprechenden Gegenstellen, zum einen mit dem Verbraucher, zum anderen mit den Messstellenbetreibern, kommunizieren. Da würde es keinen Sinn machen, wenn jedes Gerät das unabhängig von dem anderen macht. Denn im Prinzip sind es immer Messdaten die übertragen werden, und diese unterscheiden sich nur in der Einheit. Hier kommt der so genannte Multi-Utility-Connector oder Multi-Utility-Controller, im Folgenden nur als MUC bezeichnet, zum Einsatz [7]. Dieser kommuniziert auf der einen Seite mit den

Zählern selbst, auf der anderen Seite mit den Messstellenbetreibern (vgl. Abb. 5).

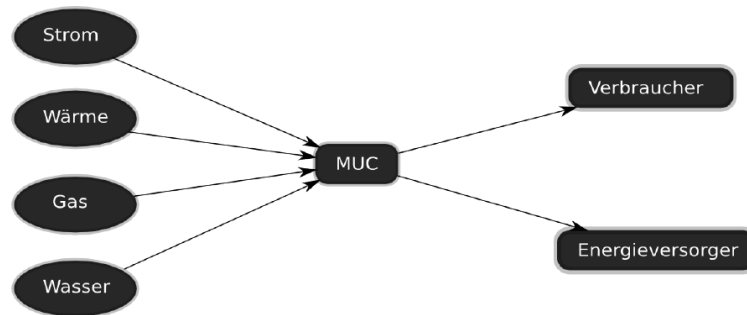


Abbildung 5: Kommunikation mit dem MUC

Dieses grundsätzliche Konzept findet sich häufig in der zugehörigen Literatur, z.B. dem Lastenheft MUC [3] und scheint sich auch in der Praxis durchzusetzen. Neben dem Lastenheft MUC [3], welches detailliert auf die Interna und technische Realisierung des MUC eingeht, gibt es als wohl wichtigsten Standard noch das Open Metering System [9], über welches im nächsten Kapitel ein Überblick gegeben wird.

## 2.6 Open Metering System

„Das Open Metering System steht für eine hersteller- und spartenübergreifende Standardisierung der Zählerkommunikation auf Basis des M-Bus im Rahmen des Smart Metering.“ [9]. So fasst die Wikipedia das Open Metering System (OMS) zusammen. Das OMS wurde von der Industrie, genau genommen von der Open Metering System Group, entwickelt, um einen herstellerübergreifenden Standard für alle verschiedenen Arten von Zählern (Wasser, Wärme, Strom und Gas) zu etablieren. Die Gründungsmitglieder sind figawa, KNX und ZVEI, jedoch befinden sich unter den Mitgliedern 30 weitere namhafte Firmen aus der Industrie. Die zugehörige veröffentlichte Spezifikation ist die *Open Metering System Specification* [5].

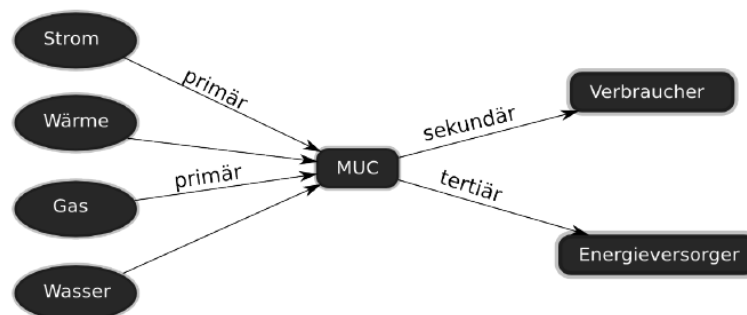


Abbildung 6: 3 Ebenen der Kommunikation

Diese Spezifikation teilt die Kommunikation in drei Ebenen ein (vgl. Abb. 6): Die

*Primärkommunikation* findet zwischen den Zählern und dem MUC, die *Sekundärkommunikation* zwischen dem MUC und dem Verbraucher und die *Tertiärkommunikation* zwischen MUC und Energieversorger bzw. Messstellenbetreiber, statt.

### Primärkommunikation

Die Primärkommunikation ist also für den Datenaustausch zwischen Zählern und MUC zuständig. Auf diesem Weg wird auf der physikalischen Ebene der Meter-Bus (M-Bus), ein europäischer Standard zur Fernauslesung von Messgeräten und Sensoren, eingesetzt. Diesen gibt es auch in drahtloser Ausprägung, *Wireless M-Bus* genannt. Das M-Bus-Protokoll ist protokoll- und datenformatunabhängig, was es für diesen Einsatzbereich sehr zugänglich macht. Jedoch gibt es ein schwerwiegendes Problem, nämlich dass die Spezifikation der Protokoll- bzw. Anwendungsebene lückenhaft ist. Dies hat in der Vergangenheit dazu geführt, dass Hersteller ihre eigene Protokollspezifikation für ihre Geräte zum Download zur Verfügung stellen mussten. Daher bietet die Open Metering System Specification (OMS-S) auch eine Reihe von Alternativen.

Auf Protokoll bzw. Anwendungsebene kann entweder das gerade erwähnte M-Bus-Protokoll mit seinen Schwächen, die *Device Language Message Specification* (DLMS) oder die *Smart Message Language* (SML) eingesetzt werden. Letztere bietet sich vor allem darum an, da sie auch für die Tertiärkommunikation eingesetzt werden kann. Daher wird sie von vielen Herstellern bevorzugt.

### Sekundärkommunikation

Bei der Sekundärkommunikation, also zwischen MUC und Verbraucher, wird der weit verbreitete TCP/IP-Stack eingesetzt. Dies geschieht mit Mitteln wie WLAN, LAN und dem SML-Protokoll auf Anwendungsebene. Hier spielt auch der KNX-Standard [8] zur Gebäudeautomatisierung eine große Rolle, auf den in einem späteren Kapitel noch genauer eingegangen wird.

### Tertiärkommunikation

Auf dem Weg vom MUC zum Energieversorger kommt auf physikalischer Ebene Mobilfunk, wie GPRS oder UMTS, oder DSL zum Einsatz. Zur *Power Line Communication* wird in der Spezifikation nichts genaueres beschrieben, die ist jedoch als Option für die Zukunft explizit genannt. Wie bereits erwähnt soll auf diesem Weg SML zum Datenaustausch auf Anwendungsebene eingesetzt werden.

## 2.7 Zusammenfassung

Zusammenfassend kann man sagen, dass das Thema *Smart Metering* in Deutschland erst langsam an Fahrt gewinnt. Die großen Energieversorger beginnen so allmählich ihre Infrastruktur zu modernisieren bzw. an die regenerative Energiegewinnung anzupassen. Und im Zuge dessen werden immer mehr Smart Meter installiert, mehr flexible Tarife angeboten und mehr Anreize zum Energiesparen geboten. Trotz der Vor- und Nachteile,

eines steht fest: Smart Metering ist nicht mehr wegzudenken und wird in den nächsten Jahren verstärkt auch in Deutschland eingesetzt werden.

## 3 Heimautomatisierung

### 3.1 Einleitung und Definition

*Intelligentes Wohnen* ist zunächst ein sehr schwammiger Begriff unter dem man sich sehr viel, und auch wieder fast nichts, vorstellen kann. Daher rührt es vielleicht auch, dass es eine starke Begriffsvielfalt in diesem Bereich gibt. Von eHome, Smart Home, Smart Living, über intelligentes Haus, bis zu dem im Folgenden verwendeten Begriff *Heimautomatisierung* finden sich noch einige mehr. Ebenso ist es schwer diesem Begriff thematisch eine genaue Zuordnung zu geben. Zum einen überschneidet sich die *Heimautomatisierung* mit der Gebäudeautomatisierung in vielerlei Hinsicht. Automatisierung von Lichttechnik, Schliessenanlagen, Fenster, Alarmanlagen oder Heiztechnik ist nichts neues und wird standardmäßig, obwohl zumeist nur industriell, eingesetzt. Hier liegt der Fokus auf der Vereinfachung von Funktionsabläufen, Reduzierung von Wartungskosten oder Kosteneinsparungen. Daher ist *Heimautomatisierung* nicht notwendigerweise nur ein Teilbereich der Gebäudeautomatisierung, sondern soll vor allem einen Mehrwert im Bereich Komfort, Sicherheit und Flexibilität in privaten Haushalten bieten. Die individuellen Komfortaspekte, die intuitive Bedienbarkeit und die Möglichkeit zur Anpassung an die eigenen Bedürfnisse stehen im Vordergrund. Statische Automatisierung, wie zeitlich geplante Steuerung von z.B. Fenstern, soll durch eine intelligente ersetzt werden.

Die *Heimautomatisierung* umfasst also die Erweiterung bzw. Steuerung von:

- *Haustechnik*: Intelligente Zähler, Alarmanlagen, Licht, Rollläden
- *Haushaltsgeräte*: Herd, Kühlschrank, Spülmaschine
- *Multimedengeräte*: TV, zentrale Medienserver, HIFI-Anlagen
- *Möbel*: Intelligenter Kleiderschrank, interaktive Tischplatte
- *Internet*: Verstärkte Einbindung von externen Quellen über das Internet

Dabei sind einige ursprüngliche Ideen mit dem Aufkommen des Internet und den Online-Shops Ende der neunziger Jahre teilweise grandios gescheitert. Als ein Beispiel wären hier Kühlschränke zu nennen, die ihren Warenbestand erfassen und automatisch nachbestellen. Einfache, jedoch etablierte Formen der *Hausautomatisierung* finden sich in nahezu jedem modernen Haushalt. Eine Fernbedienung, die unterschiedliche Multimedengeräte steuern kann, oder Fernsehgeräte die ihre Helligkeit automatisch dem Umgebungslicht anpassen, sind keine Seltenheit mehr. Auch das gehört bereits zur *Hausautomatisierung*. Doch wie geht es weiter? Durch moderne Technik und Einbindung externer Quellen wie dem Wetterbericht sind die Möglichkeiten fast grenzenlos. Einige Beispiele, was in Zukunft möglich sein und angeboten werden könnte, sollen jetzt näher ausgeführt werden.

## 3.2 Beispiele für Heimautomatisierung

Um dieses Thema anzugehen ist sowohl gesunder Menschenverstand, als auch eine ordentliche Portion Zukunftssinn und Kreativität gefragt. Die technischen Einzelkomponenten sind meist bereits vorhanden, die Kombination und Integration in die Wohnungen und Häuser ist die Komponente, die oft noch fehlt. Daher werden hier einige Beispiele näher beschrieben, die als Denkanstöße gelten sollen.

### Beleuchtungstechnik

Lichtschalter sind ein adäquates Mittel um Lampen manuell ein- bzw. auszuschalten. Jedoch kennt man von Außenbeleuchtung schon den Einsatz von Bewegungsmeldern, die das Licht nur bei Bedarf bzw. Bewegung einschalten. Diese Technik ist heute so weit vorangeschritten und könnte daher besser in den normalen Wohnraum integriert werden. Bewegungsmelder erkennen *wann* sich jemand im Raum befindet und mit modernen Technologien wie z.B. Gesichtserkennung sogar, *wer* sich im Raum befindet. Das Licht könnte unter Einbeziehung der Lichtmenge im Raum (z.B. Tageslicht) automatisch ein- bzw. ausgeschaltet werden wenn jemand den Raum betritt. Beim Durchqueren eines Raumes ist es vielleicht ausreichend nur gedimmtes Licht zu aktivieren. Lichter können so nicht vergessen oder unnütz aktiviert werden. Verschwendung ist daher nahezu ausgeschlossen.

Damit sich so etwas auf dem Markt durchsetzen kann, muss man für den Benutzer natürlich immer die Möglichkeit geben individuelle Anpassungen vorzunehmen und die volle Kontrolle zu behalten. Ebenso gilt es weitere Schwierigkeiten zu meistern. Zum Beispiel muss man auch den Fall in Betracht ziehen, dass jemand am PC in einem Arbeitszimmer sitzt. Dann müssen sogar kleinste Fingerbewegungen erkannt und richtig gedeutet werden. Ein herumlaufendes Haustier darf von den Sensoren natürlich auch nicht falsch interpretiert werden.

### Belüftungstechnik

Schon in der Schule lernt man die Heizung auszuschalten sobald man das Fenster zum Lüften öffnet. Hierzu gehört auch das so genannte *Stoßlüften*. Mit dem heutigen Stand der Dinge könnte das jedoch vollautomatisch passieren. Die Heizung beim Öffnen zu deaktivieren, ist noch die einfachste Aufgabe. Schwieriger wird es dann, wenn Sensoren den  $CO_2$ -Gehalt und die Luftfeuchtigkeit messen und die Räume automatisch belüften sollen. Gekoppelt mit einem Thermostat zur Temperaturregulierung müsste man sich, einmal korrekt eingestellt, darüber keine Gedanken mehr machen. Sogar eine individuelle Temperatur im Bezug auf die im Raum befindliche Person wäre denkbar.

### Intelligenter Kühlschrank

Schon heute ist es so, dass bestimmte Bereiche eines Kühlschranks oder einer Tiefkühltruhe unterschiedlich stark gekühlt sind. Das beschränkt sich jedoch zumeist auf den Ort, also zum Beispiel dass ein Fach an der Oberseite weniger stark gekühlt ist als eines an

der Unterseite. Um nun das Beispiel mit dem Kühlschrank, der selbstständig seinen Inhalt analysiert weiter zu spinnen, könnte man sich vorstellen, auch die Temperatur dem tatsächlichen Inhalt anzupassen. Obst und Gemüse muss nicht so stark gekühlt werden wie Frischfleisch oder Wurst. Genauso muss der Kühlschrank oder die Tiefkühltruhe überhaupt nicht gekühlt werden wenn sich keine Waren darin befinden. Wer schaltet seinen Kühlschrank dann schon manuell aus? Der Verbraucher könnte auch nützliche Hinweise über einen Bildschirm bekommen, die Waren energieeffizient umzusortieren.

Zu bedenken ist auch, dass bei jedem Öffnen Energie verschwendet wird, obwohl man vielleicht nur wissen will ob sich ein bestimmtes Produkt darin befindet. Ein außen angebrachter bzw. integrierter Bildschirm oder sogar eine Fernabfrage via Smartphone wäre hier sehr hilfreich.

Die drei aufgezeigten Beispiele sind natürlich nur der Bruchteil des Vorstellbaren. Die Möglichkeiten sind hier nahezu grenzenlos. Von der Unterstützung der Pflegeversorgung bis hin zu schlüssellosen Schließanlagen ist alles möglich. Was bisher jedoch noch nicht betrachtet wurde ist, welche Rolle hier intelligente Zähler spielen können, obwohl diese ein fester Bestandteil des *intelligenten Wohnens* sind. Dies soll nun in einem kurzen Einschub nachgeholt werden.

### 3.3 Einschub: Verknüpfung mit intelligenten Zählern

Eines der Hauptprobleme mit denen die Netzbetreiber in Zukunft kämpfen werden ist, dass es keine effizienten Langzeitspeicher für Strom gibt. Im Zeitalter der erneuerbaren Energien wird möglichst nur genau so viel Strom produziert wie auch verbraucht wird. Von einer geringen Menge Zwischenspeicher abgesehen. Das bedeutet wiederum, dass die Netzauslastung sehr stark variieren wird. Ist der Strom knapp, wird er automatisch teuer. Schon heute ändern sich die Strompreise am freien Markt im Minutentakt und dieser Effekt wird sich mit den regenerativen Energien noch verstärken. Das Problem ist jedoch, dass es mit den alten Netzen und Zählern nicht möglich ist, diese Preisschwankungen transparent und zügig an die Verbraucher weiterzugeben. Hier kommen die intelligenten Zähler ins Spiel. Diese leiten die aktuellen Preise, Tarife und die Netzauslastung weiter, sind also das Bindeglied zwischen Energieversorger und Verbraucher. Ja sogar Prognosen für all diese Punkte könnten dem Verbraucher aufgezeigt werden. In vielen Fällen macht die Heimautomatisierung also erst durch die Verbindung mit Zählerständen und Tarifinformationen richtig Sinn. Die zwei folgenden Beispiele zeigen wie dies in der Praxis aussehen könnte.

### 3.4 Automatisierung verknüpft mit intelligenten Zählern

#### Bewässerungsanlagen

Auch wenn es bis jetzt vorwiegend von Strom gesprochen wurde, hat man in Kapitel [2.5.1](#) doch gesehen, dass z.B. auch das Zählen von Wassermengen den selben Prinzipien unterliegen. In Deutschland ist dieses Thema des Wassersparens vielleicht nicht so präsent, in anderen, trockeneren Ländern wie etwa Spanien oder Italien, jedoch umso mehr.



Hat man nun intelligente Wasserzähler liegt es nahe, auch Bewässerungsanlagen intelligent zu steuern. Diese Anlagen können genau dann wässern, wenn der Strom dafür bzw. das Wasser selbst, am billigsten ist. Verknüpft man das nun noch mit der Wetter- bzw. Niederschlagsvorhersage, kann man unnötiges Bewässern großenteils vermeiden. Wer muss schon den Garten gießen wenn das in einer Stunde sowieso der Regen macht.

### Dynamische Geräteplanung

Im Moment ist es in der Regel so, dass man die Geschirrspülmaschine dann einschaltet, wenn sie voll ist. Der Spülvorgang wird dann anschließend sofort gestartet. Ähnlich verhält es sich mit der Waschmaschine. In Zukunft kommen auch neue Energieverbraucher wie Elektroautos ins Spiel. Diese sollen vom Abend bis zum nächsten Morgen geladen werden.

Bei all diesen Fällen ist es jedoch streng genommen egal, zu welchem Zeitpunkt genau die erforderliche Aufgabe erledigt wird. Nach dem Abendessen ist die Geschirrspülmaschine voll, es genügt wenn das Geschirr am Morgen fertig ist. Wann genau das in der Nacht passiert ist egal. Auch wann genau das Elektroauto geladen wird, ist egal. Das Wichtige ist, *dass* es zu einem bestimmten Zeitpunkt in der Zukunft fertig geladen ist.

Wettervorhersage bzw. Prognosen des Energieversorgers machen es möglich, Geräte genau dann einzusetzen wenn genügend Strom produziert wird. Und dafür wird eine intelligente Infrastruktur, im Speziellen intelligente Zähler benötigt. Voraussetzung ist jedoch, dass der Verbraucher sein Verhalten teilweise anpasst. Er muss für einige Aufgaben im Haushalt so genannte *Deadlines* setzen: „Um 6 Uhr soll die Waschmaschine fertig sein“, „Um 8 Uhr soll das Auto fertig geladen sein“, usw.

Diese Ideen spielen sich alle auf einer doch recht hohen Ebene ab. Um sie zu realisieren benötigt es einen technischen Unterbau der idealer Weise auch standardisiert ist. Hier lohnt es sich einen Blick auf den *Europäischen Installationsbus* [6] zu werfen.

### 3.5 Europäischer Installationsbus

Der *Europäischen Installationsbus* ist ein Standard mit zwei grundsätzlichen Aufgaben. Zum einen beschreibt er, wie Geräte miteinander verbunden werden können. Zum anderen beschreibt er das Protokoll, also wie die Geräte untereinander kommunizieren [2]. Die aktuelle Ausprägung des Standards ist der *KNX Standard*, veröffentlicht von der KNX Association. Diese ist Begründer und Eigentümer der KNX Technologie, welche ein weltweit akzeptierter, offener Standard für alle Anwendungen im Bereich Haus- und Gebäudesystemtechnik, darstellt. Anerkannt ist dieser Standard in Europa (CENELEC EN 50090 und CEN EN 13321-), international (ISO/IEC 14543-3), in China (GB/Z 20965) und in den USA (ANSI/ASHRAE 135) [2].

Die Einhaltung des Standards wird durch eigene Prüflaboratorien sichergestellt. Das Ergebnis ist eine Produktzertifizierung und die Erteilung des KNX Logos (vgl. Abb. 7). Mit diesem Logo gekennzeichnete Geräte können herstellerunabhängig miteinander kommunizieren.





Abbildung 7: KNX Logo [2]

### 3.5.1 Merkmale

Bei KNX handelt es sich um eine Bus-Technologie, die Geräte sind also im Master/Slave-Prinzip organisiert. Es wird insbesondere Wert auf Unabhängigkeit von jeglicher Hardware- und Softwaretechnologie gelegt. Als Kommunikationsmedien kommen vier Möglichkeiten zum Einsatz:

- *Twisted Pair*: Kabelgebundene Kommunikation.
- *Power Line Communication*
- *Funk*
- *KNXNet*: Verbindung von KNX und LAN. Die Steuerung erfolgt über Standard Ethernet.

Die Programmierung der Steuereinheit erfolgt über das von der KNX Association bereitgestellten *Engineering-Tool-Software (ETS)* [6].

Der Standard ist auch kompatibel zu intelligenten Zählern. Auf physikalischer Ebene gibt es so genannte *KNX/M-Bus Gateways*, welcher die Vermittlung der Messdaten übernehmen. Auf Protokollebene ist das Mapping von M-Bus Metering Informationen zu KNX exakt festgelegt.

Trotz den Vorteilen welche der KNX Standard mit sich bringt gibt es auch Kritik. Der Standard ist nicht kostenlos erhältlich, man muss Mitglied der KNX Association sein um ihn kostenlos in Geräten implementieren zu dürfen. Daher wird des öfteren kritisiert, dass der Standard doch nicht vollkommen „offen“ sei [6].

## 4 Zusammenfassung

All diese Beispiele zum intelligenten Wohnen und den offenen Standards, sei es nun zu Zählern oder zur Heimautomatisierung, klingen vielleicht gut und einfach umsetzbar, die Realität sieht jedoch anders aus. Intelligentes Wohnen hängt von vielen, oftmals voneinander unabhängigen Instanzen ab. Es ist nur realisierbar durch das perfekte Zusammenspiel aller Beteiligten Komponenten bzw. Parteien. Das Gelingen solcher Ideen hängt ab von der Natur wie Wind und Sonne, dem Energieversorger, den intelligenten Zählern, der Unterstützung der einzelnen Geräte und schließlich von den Verbrauchern selbst. Es muss daher als gigantisches Zukunftsprojekt angesehen werden. Zum einen beinhaltet es großes Einsparpotential, zum anderen sind die Kosten diese umzusetzen auch nicht außer Acht zu lassen bzw. noch nicht vollständig absehbar.

Die gesamte Umstellung auf ein „Smart Grid“, mit den „Smart Meters“ als fester Bestandteil und dem „Smart Home“ auf Verbraucherseite, steht noch ein lange Weg bevor.

## Literatur

- [1] N-ERGIE Aktiengesellschaft. <http://www.n-ergie.de>. [Online; Stand 8. August 2011].
- [2] KNX Association. <http://www.knx.org/knx-standard/introduction/>.
- [3] Forum Netztechnik/ Netzbetrieb im VDE. *Lastenheft MUC - Multi Utility Communication*. VDE - Verband der Elektrotechnik, 2011. <http://www.m-u-c.org>.
- [4] Klaus Müller. Gewinnung von Verhaltensprofilen am intelligenten Stromzähler. *Datenschutz und Datensicherheit - DuD*, 34(6):359–364, June 2010.
- [5] Open Metering System Group. *Open Metering System Specification - Volume 1 - General Part*, January 2011. <http://www.oms-group.org>.
- [6] Wikipedia. Europäischer Installationsbus — Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, 2011. [Online; Stand 12. August 2011].
- [7] Wikipedia. Intelligenter Zähler — Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, 2011. [Online; Stand 11. August 2011].
- [8] Wikipedia. KNX-Standard — Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, 2011. [Online; Stand 11. August 2011].
- [9] Wikipedia. Open Metering System — Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, 2011. [Online; Stand 11. August 2011].
- [10] Wikipedia. Stromerzeugung — Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, 2011. [Online; Stand 13. August 2011].