

# Smart Metering: Die richtige Kommunikationstechnologie entscheidet über den Erfolg

Lars Weber und Mike Heidrich

*Das „Ob“ ist nicht mehr die Frage: Der Einbau von intelligenten Stromzählern (Smart Metern) kommt auch in Deutschland. Unklar ist dagegen noch das „Wann“ und vor allem das „Wie“. Verschiedene Szenarien wurden und werden diskutiert. Smart Meter bieten Transparenz des Stromverbrauchs in privaten Haushalten und Unternehmen und ermöglichen gezielte Energieeinsparung. Das gilt auf Seiten der Energieversorger wiederum auch für das Angebot dynamischer Tarife, in die individuelle Nutzerprofile wie Spitzenverbrauch und entsprechende Zeiträume einfließen. Vor diesem Hintergrund die passende Kommunikationstechnologie für das intelligente Stromnetz zu finden, stellt sich als äußerst komplexe Angelegenheit dar. Ein neues Vorgehensmodell hilft, den Entscheidungsprozess zu strukturieren und damit transparent zu machen.*

Als aktuelle Variante für einen Smart Meter-Roll-out gilt das Szenario, welches die Beratungsgesellschaft Ernst & Young in ihrer wegweisenden Kosten-Nutzen-Analyse das „Deutschland Roll-out-Szenario Plus“ genannt hat: Im Wesentlichen werden intelligente Stromzähler in Neubauten sowie im Falle von Renovierungen installiert. Auch Haushalte und Kleingewerbetreibende mit einem Stromverbrauch von über 6 000 Kilowattstunden im Jahr (kWh/a) werden mit kommunikationsfähigen Zählern ausgestattet. Hinzu kommen alle EEG- und KWK-Alt- und Neuanlagen sowie steuerbare Verbrauchseinrichtungen gemäß § 14 a des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG).

In über 10 Mio. dieser Fälle ist die Anbindung der Smart Meter an ein Smart Meter Gateway (SMG) in Deutschland vorgeschrieben: Der Zähler überträgt seine Daten zunächst über eine lokale Verbindung an das Smart Meter Gateway (SMG). Dieses adressiert die Daten und schickt sie ausgewertet an eine zentrale Leitstelle oder direkt an die berechtigten Marktpartner. Aber nicht nur diese Informationen fließen durch die SMG: Hier wird auch die Menge der eingespeisten Energie etwa durch Photovoltaik- oder Biogasanlagen weitergegeben und es können Schaltbefehle an diese Anlagen übertragen werden – Stichwort Energiemanagement.

## Technologieentscheidung als strategische Weichenstellung

Dass sich Energieversorger bei der Einrichtung von solchen intelligenten Stromnetzen in einem besonders anspruchsvollen Umfeld bewegen, wird endgültig klar, wenn man die Vorgaben des Energiewirtschafts-



Ein Vergleich der Vor- und Nachteile verschiedener Kommunikationstechnologien bringt keinen eindeutigen Favoriten hervor

gesetzes (EnWG) und des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) betrachtet: Der Gesetzgeber will mit dem EnWG den Wettbewerb im Strom- und langfristig auch im Gasmarkt ermöglichen. Zu diesem Zweck sind eigenständige Marktteilnehmerrollen definiert, z. B. Verteilungsbetreiber, Messdienstleister, Erzeuger und Lieferanten.

Zusätzlich stellt das BSI in seiner Richtlinie TR-03 109-1 hohe Anforderungen an die Datensicherheit. Dies führt bei der Übertragung von Zählerdaten im Weitverkehrsnetz (WAN) zu einem großen Daten-Overhead. Ein Beispiel: Wenn etwa bei einer Zählerstandübertragung nur wenige Byte Nutzdaten zu transportieren sind, müs-

sen Sicherheitszertifikate und Verschlüsselungs-Protokollinformationen mit einer Länge von mehreren 100 Byte ausgetauscht werden.

All das zeigt, wie komplex die Entscheidung für die richtige Kommunikationstechnologie im WAN ist, welche die Verbindung der SMG mit einer zentralen Leitstelle herstellt. Im Grunde bieten sich dafür Mobilfunk und Powerline Communication (PLC) an, bei der Daten über Stromleitungen übertragen werden. Die letztgenannte Variante bietet vor allem den Vorteil, dass sie durch den Netzbetreiber selbst anwendbar ist, da sich das Übertragungsmedium meist im Eigentum desselben befindet. Hierbei ist zwischen der schmalbandigen (Narrowband PLC) und der

**Tab.: Eigenschaften von Mobilfunk- und Powerline-Technologien, die für ein Smart Grid in Frage kämen**

|                         |            | Frequenz                    | Datenrate             | Latenz         |        |
|-------------------------|------------|-----------------------------|-----------------------|----------------|--------|
| Mobilfunk               | GSM/GPRS   | 900 MHz und 1800 MHz        | 15-40 kbit/s          | 0,6-1 s        |        |
|                         | UMTS HSPA  | 2000 MHz                    | 0,5-4 Mbit/s          | 100 ms         |        |
|                         | LTE        | 800/1800/2000/2600/3500 MHz | 10-50 Mbit/s          | 10 ms          |        |
| Powerline Communication | Narrowband | G3                          | 35-91 kHz/154-480 kHz | 34-240 kbits/s | 200 ms |
|                         |            | Prime                       | 43-89 kHz             | 21-128 kbit/s  | 200 ms |
|                         | Broadband  | IEEE 1901                   | 2-100 MHz             | 500 Mbits/s    | 40 ms  |
|                         |            | G.hn                        | 2-100 MHz             | 1 Gbit/s       | 40 ms  |

breitbandigen Version (Broadband PLC) zu unterscheiden. Narrowband PLC lässt Übertragungen mit einer Reichweite von bis zu einem Kilometer zu.

Allerdings sind wegen der begrenzten Bandbreite (bis 500 kHz) nur sehr kleine Datenraten von bis zu einem Megabit pro Sekunde (Mbit/s) möglich. Dafür sprechen die Kosten für die schmalbandige Variante: Investitions- und Betriebsausgaben (Capex und Opex) liegen unter denen von Broadband PLC, weil dort Repeater zur Wiederholung des Signals nötig sind. Das liegt an der geringen Reichweite von einigen hundert Metern. Auf der Habenseite kann die breitbandige PLC-Variante dagegen eine deutlich höhere Übertragungsrate von 100 Mbit/s verbuchen. Und: Der Empfang ist bei allen PLC-Varianten verhältnismäßig einfach auch im Keller möglich, wo sich die meisten Stromzähler in Deutschland tatsächlich befinden.

Als Alternative zu PLC bieten sich drahtlose Technologien wie GSM/GPRS an. Dieses Mobilfunksystem der zweiten Generation ist das am weitesten verbreitete auf der Welt. Daher ist die Netzabdeckung auch hierzulande sehr hoch. Dementsprechend steht GPRS direkt als Kommunikationstechnologie im intelligenten Stromnetz (Smart Grid) zur Verfügung. Die Investitionskosten sind gering, es fallen aber laufende Telekommunikationskosten für die Dienstnutzung an den Provider an. Das gilt grundsätzlich für alle Mobilfunktechnologien, ebenso wie die Tatsache, dass es sich dabei um Shared Media handelt, der Frequenzbereich also zwischen allen Teilnehmern aufgeteilt wird.

Bei hoher gleichzeitiger Zugriffszahl ist es also möglich, dass das Netz für die Daten-

übertragung der SMG nicht erreichbar ist. GSM/GPRS verfügt auch nur über eine vergleichsweise geringe Übertragungsrate von maximal 40 Kilobit pro Sekunde (kbit/s). Die Latenz, also die Verzögerung bei der Datenübertragung, liegt mit 600 bis 800 Millisekunden (ms) sehr hoch.

Dasselbe gilt für UMTS. Außerdem ist beim 3G-Mobilfunk die Netzabdeckung deutlich geringer als bei GSM/GPRS. Auch in puncto Durchdringung (Erreichbarkeit eines einzelnen SMG im Keller) lässt diese Mobilfunktechnologie zu wünschen übrig. Dafür überzeugt UMTS mit höheren Übertragungsraten von bis zu 384 Kbit/s. Auch bei der Latenz schneidet UMTS mit einem Wert von etwa 150 ms besser ab als GSM/GPRS.

Bei diesem Kriterium liegt LTE, der Mobilfunk der vierten Generation, eindeutig vorn: Die Latenz beträgt beim Aufbau der Verbindung 50, danach zwischen 10 und 15 ms. Ebenso lässt LTE andere Mobilfunktechnologien bei der Übertragungsrate hinter sich: Der 4G-Mobilfunk erreicht Datenraten von bis zu 100 Mbit/s. LTE gilt als zukunftssicher, da die Funktechnologie in der Breitbandstrategie des Bundes eine große Rolle spielt. Aber, und das ist die Kehrseite der Medaille: Derzeit ist LTE gerade in ländlichen Gebieten noch nicht überall verfügbar (vgl. Tabelle).

### Der Einzelfall bestimmt die Technologieentscheidung

Ein Vergleich der Vor- und Nachteile verschiedener Kommunikationstechnologien bringt also in der Theorie keinen eindeutigen Favoriten hervor. Vielmehr zeigt die Gegenüberstellung, dass es bei einer Entscheidung für die richtige Kommunikationstechnologie im Smart Grid auf die konkre-

ten Gegebenheiten im Einzelfall ankommt. Das Fraunhofer-Institut für Eingebettete Systeme und Kommunikationstechnik ESK und die E.ON Metering GmbH haben daher gemeinsam ein Vorgehensmodell entwickelt, das für optimale Erfolgsaussichten und die größtmögliche Transparenz der Technologieentscheidung im intelligenten Stromnetz sorgt. Vereinfacht gesagt, geht es in einem ersten Schritt darum zu klären, welche Technologien zur Verfügung stehen. Danach erfolgt die Einschätzung, ob sich diese Technologie für das Messgebiet eignet. In einem dritten Schritt schließlich gilt es zu bewerten, wie die Technologie zu den künftigen Anforderungen des Energieversorgers passt.

Das Vorgehensmodell umfasst fünf Stufen. Am Anfang steht die Erfassung des Datenaufkommens und der Kommunikationsprofile. Dabei geht es um die Einschätzung, welche Anwendungsfälle die Kommunikationstechnologie zu bewältigen hat. Das kann z. B. die Übertragung von Register-, Tarif-, Steuerungs- oder Lastgangdaten sein. Eng im Zusammenhang damit stehen die einzubindenden Kommunikationsprofile: Wer soll mit wem Daten austauschen und zu welchem Zweck, lautet dabei die Frage. Hier kommt ebenso die Einspeisung erneuerbarer Energien ins Spiel. Auch sollte in diesem Schritt ein Abgleich mit den entsprechenden Anforderungen des BSI stattfinden.

Daran schließt sich die zweite Stufe an, in der das abzudeckende Versorgungsgebiet analysiert wird. Im Mittelpunkt steht hier die Verteilung der SMG. Eine erste Bestandsaufnahme gibt Aufschluss über die Zahl der Haushalte und kleinen Unternehmen in den Städten und Gemeinden sowie bspw. in neuen Siedlungen. Für die Planung

werden statistische Näherungswerte der üblicherweise benötigten SMG in vergleichbaren Wohn- und Gewerbestrukturen herangezogen, so dass sich ein Bild des Bedarfs an SMG ergibt.

Darauf aufbauend sollte in Stufe 3 die Festlegung einer Roll-out-Strategie bzw. einer Roadmap erfolgen. Dem liegt folgende Überlegung zugrunde: Vereinfacht gesagt, ist es unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten sinnvoller, bei einem Full-Roll-out eine neue Kommunikationstechnologie einzuführen, weil sich der Return on Invest schneller realisieren lässt als bei einem schrittweisen Roll-out. Im letztgenannten Fall liegt unter Umständen eine eigens errichtete Netzwerkinfrastruktur zeitweise brach, weil noch nicht genügend Haushalte angeschlossen sind.

Unabhängig von diesem grundsätzlichen Zusammenhang muss die Roll-out-Strategie auch die rechtlichen Anforderungen berücksichtigen. Das gilt ebenfalls für die Roll-out-Verordnung, wenn sie erst einmal verabschiedet ist, was noch in diesem Jahr der Fall sein könnte. Diese Aspekte werden zusammengeführt mit den jeweiligen Zielgruppen, so dass sich eine Planungsgröße bezüglich des Umfangs des Roll-outs ergibt. Für diesen sollte dann ein nicht zu knapp bemessener Zeitrahmen festgelegt werden.

Auf Stufe vier steht die Technologiebewertung nach einem technischen und einem betriebswirtschaftlichen Kriterienkatalog sowie anhand einer Risikoanalyse. Danach folgt in Stufe fünf die Technologieentscheidung, die nach diesem Vorgehensmodell die Anforderungen der Transparenz und der Belastbarkeit erfüllt.

Der technische Kriterienkatalog knüpft an die Abwägung der grundsätzlichen Vor- und Nachteile von PLC und Mobilfunk an. Eine besondere Bedeutung kommt natürlich der Datenrate zu. Beim Mobilfunk spielt auch die Abdeckungsrate eine große Rolle, da es hier deutliche Unterschiede je nach Technologie und Versorgungsgebiet geben kann. Die Erreichbarkeit kommt dann ins Spiel, wenn im Versorgungsgebiet viele Zähler anzubinden sind, die sich in Kellern befinden. Aber auch die Frage nach der künftigen Entwicklung des intelligenten Stromnetzes und der Skalierbarkeit sollten in die Entscheidung einfließen, ebenso die Überlegung, ob die Technologie mit anderen gängigen Standards sowie künftigen Normen interoperabel ist.

Der betriebswirtschaftliche Kriterienkatalog stellt die Begriffe Capex und Opex in den Mittelpunkt und nimmt etwaige wirtschaftliche Abhängigkeiten unter die Lupe. Die Investitionsausgaben (Capex) liegen im Fall von PLC vergleichsweise hoch. Das lässt sich

damit erklären, dass die Netze mit Modems auszustatten sind. In der breitbandigen Variante kommt noch die notwendige Installation von Repeatern dazu. Dafür sind hier die Betriebsausgaben (Opex) niedrig. Genau das Gegenteil trifft auf den Mobilfunk zu: Hier fallen wenig Investitionsausgaben an, allerdings schlagen die Betriebsausgaben deutlich zu Buche, weil Nutzungsgebühren an den Netzbetreiber zu entrichten sind. Zusätzlich stellt sich jedoch die Frage, ob nicht in einem geschäftskritischen Bereich eine Abhängigkeit von einem Provider entsteht.

In einem letzten, aber dennoch wichtigen Schritt vor der Technologieentscheidung steht noch eine angemessene Risikoanalyse an. Beim Mobilfunk stellt sich etwa die Frage, wann die Lizenz für eine Technologie ausläuft. Bei GSM/GPRS z. B. könnte das schon in wenigen Jahren der Fall sein. Auch besteht die Gefahr, dass eine Begrenzung der Datenübertragungsrate nach oben – wie im Fall von Schmalband-PLC – oder eine vergrößerte Latenz künftige Dienste limitiert. Ein Risiko besteht auch in fehlender Investitionssicherheit, wenn z. B. die Gesetzgebung und/oder Regulierung fehlt. Ebenso problematisch ist es, wenn eine Technologie in Standardisierungsgremien kaum Rückhalt hat. Und schließlich kann es immer passieren, dass ein Angebot nicht die Akzeptanz des Marktes, sprich der Kunden, findet (siehe Abb.).

### Zwei Szenarien

Anhand von zwei idealtypischen Beispielszenarien lässt sich die Anwendung des Vorgehensmodells vom Ansatz her anschaulich erläutern. Beim „Grüne-Wiese-Szenario“ gilt es, ein kleines Dorf auf dem flachen Land, in deutlicher Entfernung einer größeren Gemeinde, an ein intelligentes Stromnetz anzubinden. Kommunikationsprofile und Datenaufkommen lassen sich gut einschätzen. Auch die Analyse des Versorgungsgebiets stellt keine besondere Herausforderung dar. Komplizierter wird es bei der Technologiebewertung: Hier ist einerseits die Netzabdeckung des Mobilfunks zu bewerten, andererseits die Entfernungen der einzelnen Smart Meter und SMG zu beachten, was wiederum beim Einsatz von PLC zu berücksichtigen ist. Außerdem ist die Dichte der anzuschließenden Zähler zu betrachten. Dies hat Auswir-

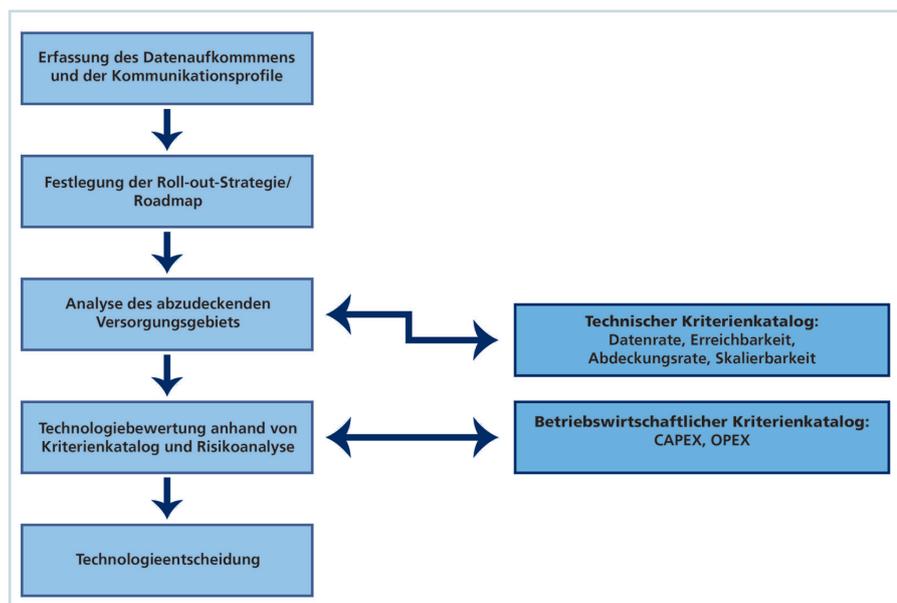


Abb. Das Vorgehensmodell von E.ON Metering und Fraunhofer ESK berücksichtigt sowohl technische als auch wirtschaftliche und organisatorische Gesichtspunkte

kungen auf die Bewertung von Investitions- und Betriebsausgaben der verschiedenen Alternativen. Im Ergebnis erscheint beim Grüne-Wiese-Szenario der Einsatz von Mobilfunk als der wahrscheinlichere Fall.

Im zweiten, dem Speckgürtel-Szenario, lautet die Aufgabe, ein Neubaugebiet in einer dicht besiedelten Gemeinde am Rande einer Großstadt ans intelligente Stromnetz anzuschließen. Hier ergibt sich allein durch die Anzahl der Haushalte, auch die mit höherem Verbrauch, und die Vielzahl von Kommunikationsprofilen ein größeres Datenaufkommen. Dementsprechend dichter können die SMG installiert werden, so dass

keine größeren Entfernungen zu überwinden sind. Vor allem diese Tatsache legt in der Technologiebewertung den Einsatz von PLC nahe.

Diese beiden idealtypischen Szenarien sollen lediglich ein Vorgehensmodell skizzieren, jedoch keine allgemein verbindliche Checkliste definieren. Aufgrund der Vielzahl denkbarer Szenarien sowie technischer und wirtschaftlicher Parameter kann es eben keine generell richtigen oder falschen Entscheidungsmuster geben. Das gilt gerade in einem Bereich, der weiter wirtschaftlichen, technischen und politischen Unwägbarkeiten ausgesetzt ist. Allerdings kann

ein systematisches Vorgehensmodell wie das hier beschriebene die Voraussetzung schaffen für einen sachgerechten Umgang mit der Problemstellung, eine transparente Entscheidungsfindung und vor allem ein belastbares und damit erfolgversprechendes Ergebnis.

*L. Weber, Geschäftsführer, E.ON Metering GmbH, Unterschleißheim bei München; Dr. Ing. M. Heidrich, Geschäftsfeldleiter Industrial Communication, Fraunhofer-Institut für Eingebettete Systeme und Kommunikationstechnik ESK, München*  
[lars.weber@eon.com](mailto:lars.weber@eon.com)  
[mike.heidrich@esk.fraunhofer.de](mailto:mike.heidrich@esk.fraunhofer.de)

**EUROFORUM**  
Quality in Business Information

**KONFERENZ**  
11. und 12. Dezember 2014, Berlin

# ENERGIEMARKT IM WANDEL

Konsequenzen eines neuen Marktdesigns, Optimierung des Großhandelsmarktes und Reformen im Emissionshandel für die Stabilität des Gesamtenergiesystems

