

Smart Metering: Hintergrund und Stand der Technik

Moritz Hartmeier
Departement für Informatik, ETH Zürich
moritzha@student.ethz.ch

Zusammenfassung

Der Stromzähler in Privathaushalten hat sich seit seiner Einführung kaum verändert und wurde bis vor zehn Jahren ausschliesslich zur Abrechnung des Stromverbrauches benutzt. In der gleichen Zeit stieg der Stromverbrauch drastisch an und Probleme mit unseren Energieressourcen werden täglich evidenter. Im Rahmen der aufkommenden, weltweiten Bestrebung, Strom effizienter zu nutzen, wird der Smart Meter, als ein Grundbaustein des Smart Grids, eine wichtige Rolle spielen. Die Vorteile eines flächendeckenden Smart Meter-Einsatzes existieren sowohl auf der Nutzer- als auch der Verteilerseite und können eine durchwegs positive Wirkung auf Stromverbrauch und -verteilung haben.

Dieser Report wirft ein Licht auf die Geschichte von Stromzählern, ihre aktuellsten Ausführungen in Form von Smart Metern, ihren Nutzen im Streben nach höherer Energieeffizienz und ihre heutige Verbreitung in der Welt.

1 Einführung

Mit der Glühbirne wurde in der zweiten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts der erste Schritt zu alltäglichen elektrischen Gebrauchsgegenständen gemacht. Seither hat sich die Anzahl elektrischer Geräte drastisch erhöht, was zu einer stetig steigenden Abhängigkeit von Stromquellen führte. Heutzutage ist elektrischer Strom so selbstverständlich, dass viele Leute kaum noch etwas zu tun wissen, sollte das Stromnetz für einige Stunden ausfallen. Doch im Gegensatz zu der rasanten Entwicklung unseres Stromhungers haben sich Stromzähler über ein Jahrhundert in ihrer Funktion nicht weiterentwickelt und sind noch immer simple Zählwerke.

Der momentane Stromverbrauch wird voraussichtlich über die nächsten Jahre weiter ansteigen und damit die Notwendigkeit der Stromkonservierung weiter verstärken. Einerseits ist es wichtig, den Stromverbrauch an sich zu vermindern, um die noch vorhandenen Ressourcen der Erde zu schonen. Andererseits muss aber auch der Verlauf des täglichen Stromverbrauchs reguliert werden, um den Verbrauch während Spitzenzeiten zu reduzieren. Eine solche Reduktion senkt die nötigen Stromimporte, verringert die Ausfallrisiken und erleichtert die Integration neuer Energiequellen mit schwankender Produktion.

Die Erhöhung der Energieeffizienz durch Vorschriften zu lösen, ist politisch problematisch, nur bis zu einem gewissen Grad anwendbar und, angesichts massiver Unterschiede im Verbrauchsmuster, nicht auf individuelle Haushalte anzuwenden. Folglich ist es notwendig, Stromverbraucher dazu zu bewegen, selbst für ihren Konsum verantwortlich zu sein und durch Selbstregulierung ihre Effizienz wo möglich zu erhöhen. Zu diesem Zweck muss ein Anreiz geschaffen werden und beim Endverbraucher eine Vorstellung vom Verbrauch bestehen, damit fundierte Entscheidungen zur Reduktion getroffen werden können und ihre Auswirkungen direkt sichtbar sind. Als Anreiz besitzen wir im Kapitalismus mit den Preisen ein Allzweckmittel, das oft seinen Zweck erfüllt. Ausserdem sind die bevorstehenden Energie- und Klimaprobleme ein Motivator (wenn auch nicht ein so universeller wie Geld). Um mit Preisen den Verbrauch möglichst effizient steuern zu können und Nutzern Informationen zur Einschätzung ihres Verbrauches zu geben, wird eine intelligentere Infrastruktur gebraucht.

Traditionelle Stromzähler, wie sie noch heutzutage in einer überwältigenden Mehrheit aller Haushalte im Einsatz sind, messen nur den Stromverbrauch und werden einmal jährlich zur Abrechnung abgelesen. Im Zeitalter des Internets und der weltweiten Vernetzung von immer mehr Geräten, ist der simple Stromzähler längst veraltet. Auf Stromzähler soll schnell über grosse Distanzen zugegriffen werden können, sie sollen aktuelle Informationen ablegen können und verschiedene Konfigurationen und änderbare Preisschemas aufweisen. All diese Anforderungen führen uns zum Smart Meter.

Dieser Report wird erst die Geschichte der Stromzähler durchlaufen und den Weg zu den heutigen Smart Meter aufzeigen. Die aktuellsten Geräte werden im Detail beschrieben und die problematische Wahl eines zufriedenstellenden Kommunikationssystems verdeutlicht. Nach einer kurzen Vorstellung der ersten Nutzerschnittstellen wird der konkrete Nutzen eines Smart Meter-Einsatzes erläutert und die damit zusammenhängenden Probleme in der Analyse von Studien genannt. Zum Abschluss wird die heutige Verteilung und Entwicklung von Smart Metern in der Welt veranschaulicht, wobei im Speziellen auf den Stand in der Schweiz eingegangen wird.

2 Geschichte der Stromzähler

Das erste Patent für einen Gleichstrom-Stromzähler wurde 1872 von Samuel Gardiner beantragt [4]. Dieses Modell war im Grund nur eine Stoppuhr, welche anzeigte, wie lange Strom durch eine Reihe seriell geschalteter Lampen floss. Wieviel Strom tatsächlich gebraucht wurde, konnte dann aus der bekannten Spannung und Stromstärke berechnet werden.

Um 1879 entwickelte Thomas Edison eine langlebigere Glühbirne und startete im Folgenden seine erste Elektrizitätsgesellschaft [4]. Dazu brauchte er eine zuverlässige Art, den Stromverbrauch zu messen, und erfand den ersten chemischen Amperestundenzähler. Diese erste Version basierte auf dem Prinzip der Elektrolyse: Der Strom wird von einem Zinkplättchen zu einem zweiten durch einen Elektrolyten (wie etwa Kupfer- oder Zinksulfat) geleitet. Dabei löst sich Zink vom ersten Plättchen (Anode) und lagert sich auf dem zweiten (Kathode) wieder ab. Die Auflösung und Ablagerung sind proportional zur Stromstärke, sodass durch das Wiegen der Zinkplättchen festgestellt werden kann, wie lange und bei welcher Stromstärke elektrischer Strom durch den Leiter geflossen ist. Ist die Spannung der Leitung bekannt, kann die Arbeit berechnet und dem Konsumenten entsprechend Rechnung gestellt werden. Spätere Elektrolyse-Stromzähler benutzen Platinplättchen, welche nicht aufgelöst werden, und messen stattdessen das Volumen des entstandenen Gases an der Kathode. Diese chemischen Stromzähler sind allerdings sehr fehleranfällig und wurden bald durch mechanische ersetzt.

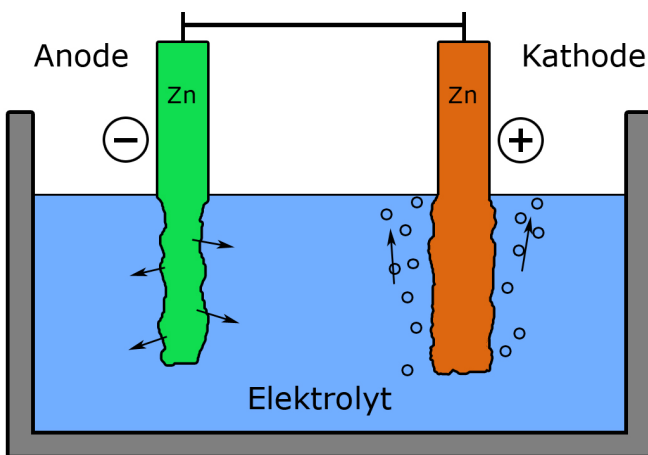


Abbildung 1: Links das Schema einer Elektrolyse wie in Edisons chemischem Zähler, rechts einer der ersten Wattstundenzähler [2].

Der nächste Schritt war die Entwicklung des Induktions-Stromzählers, des bis heute meistverbreiteten Typs. Induktions-Stromzähler bestehen aus zwei Drahtspulen, die ein elektromagnetisches Feld erzeugen, das eine Metallscheibe proportional zum Stromverbrauch drehen lässt. Die Scheibe ist mit Nummernscheiben oder einem Rollenzählwerk verbunden, damit von aussen die verbrauchte Energie abgelesen werden kann. Diese Konstruktion verbraucht typischerweise etwa zwei Watt, was unbedeutend ist, verglichen mit dem übrigen täglichen Stromverbrauch. Obwohl 1888 der erste Induktions-Stromzähler von O. B. Shallenberger entwickelt wurde [4], setzten sie sich erst Ende der 1890er Jahre, mit der Umstellung auf Wechselstrom, durch, da die Konstruktion bei Gleichstrom nicht funktioniert.

Weil die bisherigen Stromzähler nur Amperestunden messen konnten, musste davon ausgegangen werden, dass die Spannung konstant bleibt. Bis 1889 der erste aufzeichnende Stromzähler entwickelt wurde, der Wattstunden mass [4]. Dieser mass also sowohl Stromstärke als auch Spannung und war somit nicht mehr auf eine Konstante angewiesen. Wattstundenzähler hatten sofort kommerziellen Erfolg

und seit dem frühen 20sten Jahrhundert sind Wattstunden die Standardeinheit, in der Stromzähler den Verbrauch anzeigen.

In der ersten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts wurden viele technische Schwachstellen der Induktions-Stromzähler zur Erhöhung ihrer Zuverlässigkeit behoben. Dabei ging es vor allem um einen Schutz gegen Temperaturschwankungen, welche zuvor saisonale Korrekturen notwendig machten. Probleme im Austausch von Geräten verschiedener Hersteller führten dazu, dass um 1934 ein Komitee, bestehend aus Vertretern von Zählerproduzenten, zwei Standards festlegte, was das Auswechseln von Geräten im Folgenden vereinfachte. Mit dem Einsatz im Freien wurden weitere Verbesserungen vorgenommen, um gegen Verfälschungen in der Drehgeschwindigkeit nach Gewittern zu schützen. [4]

In der zweiten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts wurden viele Materialien ersetzt und die Zähler wurden leichter und kleiner. In den 1980er-Jahren wurden die ersten Hybriden produziert, bestehend aus einer bisherigen Induktionsbasis, verbunden mit einem elektronischen Zähl- und Anzeigesystem [4]. Im darauf folgenden Jahrzehnt entstanden die ersten vollelektronischen Zähler, die keine mechanische Basis mehr besaßen und einen besseren Schutz gegen Manipulationen boten. Bis sich um die Jahrhundertwende schliesslich die Funktionalität von Stromzähler das erste Mal verschiebt. Aus dem einfachen Ablesen des Verbrauchs, das über hundert Jahre die einzige Rolle der Stromzähler war, wird ein intelligentes Gerät. Dessen Hauptfunktion ist zwar noch immer die Messung des Stromverbrauchs, aber es wird nun durch viele dynamische Kontroll- und Überwachungsfunktionen erweitert.

3 Stand der Technik

Es wird grundsätzlich zwischen drei verschiedenen Arten von fortgeschrittenen Stromzählern unterschieden:

AMR (Automatic Meter Reading) besitzt die Möglichkeit, den Stromzähler ohne physischen Zugriff abzulesen, wobei dies für weite Distanzen über ein Datenfernkommunikationssystem oder für kurze Distanzen per Funk geschehen kann [3, 12].

AMM (Advanced Meter Management) besitzt eine Kommunikationsmöglichkeit in beide Richtungen, was dem Energieversorgungsunternehmen (EVU) die Möglichkeit gibt, die Stromzufuhr einzugrenzen oder abzuschalten und neue Tarifinformationen an den Stromzähler zu übermitteln. Weiter können sie auch Feedback in der Form von Statistiken an die Nutzer liefern. AMM-Zähler besitzen oft auch Möglichkeiten, weitere Versorgungen anzuschliessen, wie etwa Gas und Wasser. [3, 12]

Smart Meter wird je nach Literatur als dritte und am weitesten fortgeschrittene Variante beschrieben [3] (wobei AMM dann einige der oben beschriebenen Fähigkeiten fehlen) oder alternativ als Überbegriff für alle Stromzähler benutzt [12], die eine direkte Verbindung zum EVU haben. Aufgrund der weiten Verbreitung von AMM-Zähler unter dem Namen Smart Meter, werden die beiden Begriffe in diesem Report synonym benutzt. Eine Unterscheidung zwischen verschiedenen fortgeschrittenen Modellen mit beidseitiger Kommunikation, ist beim momentanen Stand der Smart Meter-Einsätze eine unnötige Komplikation.

3.1 Kommunikation

Zentral für jeden Smart Meter ist die Möglichkeit, Daten über eine Entfernung zu übertragen. Dabei gibt es viele verschiedene Optionen zur Realisierung, je nachdem wie grosse Distanzen überbrückt werden sollten, welche Kosten erlaubt sind und wie zuverlässig das System sein soll. Es gibt grundsätzlich drei verschiedene Möglichkeiten, einen Smart Meter mit dem EVU zu verbinden [3]:

- Es kann eine direkte Verbindung über das existierende (Mobil-)Telefonnetz hergestellt werden.

- Eine existierende Infrastruktur wird zur indirekten Verbindung benutzt, wie zum Beispiel Breitband-Internet.
- Eine zweckbestimmte Kommunikationsinfrastruktur wird installiert, wie etwa die Übertragung über das Stromnetz oder über Funk.

Die Entscheidung, welches Kommunikationssystem benutzt wird, hängt davon ab, welche Möglichkeiten im Einsatzgebiet bereits vorhanden sind. Während Telefonverbindungen beinahe flächendeckend installiert sind, bietet eine Breitband-Internetverbindung eine höhere Übertragungsrate und ist bei bereits bestehender Verbindung eine günstigere Alternative. Eine Breitband-Internetverbindung nur für den Smart Meter zu installieren ist auf der anderen Seite die teuerste Lösung überhaupt, was die Benutzung von Funk oder Stromnetzübertragung zur preiswertesten Lösung macht. Je nach Lösungsansatz müssen auch lokale Datensammelstellen gebildet werden, welche die Daten aus mehreren Haushalten erhalten und dann über eine zentrale Verbindung an das EVU weiterschicken, was, auf Grund der erhöhten Anzahl an Kommunikationskanälen, wiederum die Fehleranfälligkeit erhöhen kann.

Bei einer monatlichen Ablesung wird pro Zähler pro Jahr ca. 0.5 MiB an Daten übertragen, was bei drei Millionen Smart Meter zu 1 TiB an Rohdaten pro Jahr führt [3]. Für heutige Verhältnisse ist das weder für eine Internetverbindung noch zur Speicherung sehr viel, jedoch gilt dies nur bei einer monatlichen Ablesung. Bei kürzeren Ausleseintervallen (Stunden oder Minuten) vervielfachen sich diese Zahlen und das Kommunikationsnetz muss entsprechend ausgerüstet sein, um den anfallenden Datentransfer bewältigen zu können. Ein weiterer Problempunkt ist die zeitgerechte Übermittlung von Daten an die Zähler (etwa zum Abschalten oder Ablesen eines Gerätes). Bei neueren Kommunikationswegen ist es kein Problem, ein Multicastingsystem einzurichten, sodass mehrere Geräte gleichzeitig angesprochen werden können. Eine konventionelle Telefonverbindung unterstützt jedoch kein Multicast, daher müssen Geräte seriell angesprochen werden, was eine längere Zeit in Anspruch nimmt und eine Übertragung in Echtzeit unmöglich macht.

3.2 Nutzerschnittstellen

Ein wichtiger Teil von Smart Meter ist das Bereitstellen von Verbrauchsstatistiken für den jeweiligen Haushalt, um die Benutzer zu besserer Energieeffizienz zu bewegen. Dabei stellen sich viele Herausforderungen im Bereich der Benutzeroberfläche: Wie detailliert sollten Informationen angezeigt werden? Wie oft müssen die Daten aktualisiert werden? Welche Vergleiche sind (nicht) sinnvoll? Es wurde beispielsweise herausgefunden, dass Vergleiche zwischen Haushalten zu negativen Auswirkungen führen können und deshalb historisches Feedback einem externen Vergleich vorzuziehen ist [12].

Als Beispiel seien hier eine Nutzerschnittstelle der EWE AG, einem EVU Deutschlands, gegeben. Die EWE-Box ist eine handgrosse Box, die an der Wand befestigt oder an einem geeigneten Ort abgelegt werden kann. Die EWE-Box zeigt den Energieverbrauch der vergangenen Woche und wird in Echtzeit aktualisiert: Momentan wird sie in 400 Haushalten getestet [1]. Zusätzlich können detailliertere Informationen über ein Internetportal abgerufen werden, welches Statistiken über mehrere Jahre speichert.

Auch Google hat Ende 2009 eine Plattform online gestellt, über welche es möglich ist, den eigenen Stromverbrauch im Auge zu behalten [8]. Bezieht man seinen Strom bereits von einem der Partner von Google PowerMeter, kann man direkt einen Smart Meter des Verteilers beziehen und die Daten so an Google übertragen. Alternativ dazu gibt es Stromzählerleser, welche man auf einem herkömmlichen Stromzähler installieren kann und die dann den abgelesenen Verbrauch periodisch über eine Internetverbindung hochladen.¹

¹Die Preise für Stromzählerleser bei einer Online-Bestellung bewegen sich im Bereich von 100 bis 250 USD.

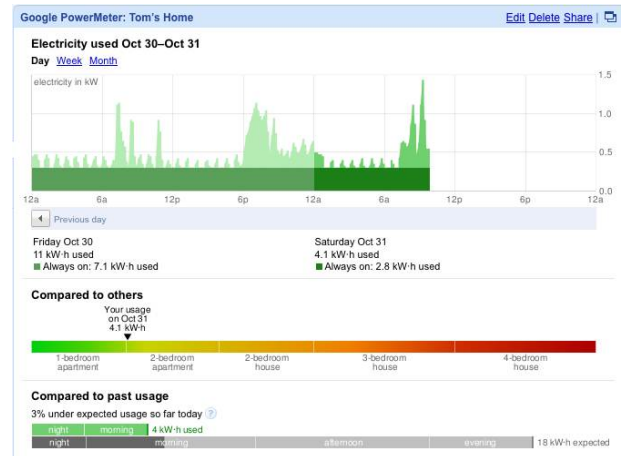
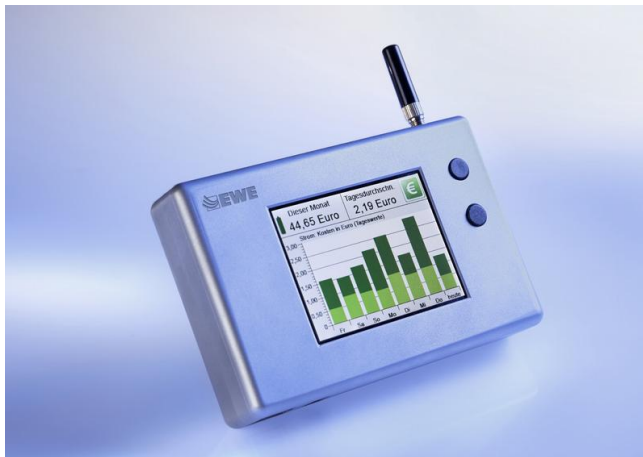


Abbildung 2: Links die EWE-Box [1], rechts Google PowerMeter [8].

3.3 Modellbeispiel: Echelon NES-System

Echelon ist eine amerikanische Firma im Bereich von Netzen zur Überwachung von elektrischen Maschinen. Insbesondere vertreibt sie auch Smart Grid-Komponenten. Das Echelon NES-System (Networked Energy Service) ist eine Infrastruktur, die Smart Meter, Verbindungen, Kontrollstellen und Software in einem System vereint. Echelon-Technologie wurde bereits in über 15 Staaten weltweit eingesetzt und steht zum Beispiel hinter dem italienischen Smart Grid. Zurzeit sind über 1,5 Millionen Smart Meter des Echelon-NES-Systems im Einsatz [5].

Das NES-System zeichnet sich durch beinahe genau die Eigenschaften aus, die bereits angesprochen wurden. Es ist über das Internet mit dem EVU verbunden und kann so aus der Ferne abgelesen werden. Auf diesem Weg kann auch die Firmware aktualisiert werden, falls neue Funktionen eingebaut oder Sicherheitslücken ausgebessert werden müssen. Genauso ist es möglich, verschiedene Einstellungen zu den aktuellen Tarifen und ihren Zeiten vorzunehmen. Es gibt die Möglichkeit, zu beurteilen, wie gut die Strom- und Netzqualität ist oder ob es Fehler in der Übermittlung und Verteilung gibt. Durch automatisierte Analysen des Stromverbrauchs können Stromdiebstahl und Stromausfälle festgestellt und entsprechend behandelt werden. So ist es zum Beispiel möglich, die Stromversorgung eines spezifischen Gerätes zu unterbrechen und erst später wieder aufzunehmen. Das System ist auch auf die Ablesung von Wärme-, Wasser- und Gasverbrauch erweiterbar. [5]

4 Nutzen

Es wurden bereits viele verschiedene Studien betreffend Smart Meter im Zusammenhang mit neuen Stromtarifen und/oder mit Feedback zur Effizienzerhöhung durchgeführt. Im Folgenden werden einige der wichtigsten Erkenntnisse vorgestellt. Alle begutachteten Untersuchungen befassen sich ausschliesslich mit Haushalten und beziehen das Sparpotential durch Smart Meter im Gewerbe- und Dienstleistungsbetrieb nicht mit ein. Für Grossverbraucher gibt es in vielen Ländern Sonderregelungen mit kürzeren Abrechnungsintervallen oder speziellen Abrechnungsschemas, was oft eine frühe Umrüstung zu Smart Metern motiviert.

Studien zeigen zwei grundsätzlich verschiedene Vorteile von Smart Metern. Auf der einen Seite ist die Reduktion im Gesamtstromverbrauch, die durch die Überwachung der aktuellen Daten des eigenen Haushalts motiviert werden kann. Auf der anderen Seite kann der Stromverbrauch zu Spitzenzeiten durch geschickte Preisbildung gesenkt werden und auf weniger belastete Zeiten verlagert werden. Eine

so erreichte geringere Schwankung im Stromkonsum reduziert die Stromimporte zu Spitzenzeiten, vermindert Ausfallrisiken und schränkt die (verlustreiche) Energiespeicherung bei tiefem Verbrauch ein. Für EVUs spielt noch ein dritter Vorteil mit, der aus ihrer Sicht oft der wichtigste ist: Die Möglichkeit, Stromzähler aus der Ferne und in kürzeren Intervallen abzulesen, um dadurch Ausfälle und Stromdiebstahl frühzeitig zu bemerken. Bei Diebstahl kann dann die Versorgung eingegrenzt oder eingestellt werden. Dies geht so weit, dass an einigen Orten Smart Meter im Einsatz sind, ohne dass die Nutzer von einem neuen Tarifsystem profitieren oder Feedback erhalten.

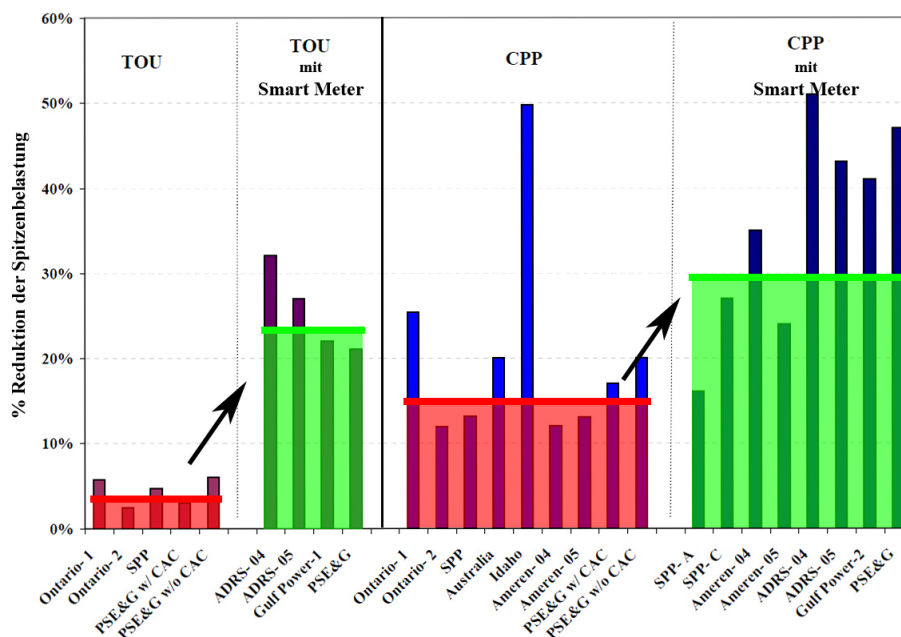


Abbildung 3: Auswirkungen verschiedener Preisschemas¹ aus mehreren Studien auf den Stromverbrauch zu Spitzenzeiten. [7]

Die stärkste Wirkung der ausgeklügelteren Preisschemas ist in der Verschiebung des Verbrauchs aus der Spitzenzeit in die Niedertarifszeit festzustellen. Interessant dabei ist, dass speziell Haushalte mit einer zentralen Klimaanlage den Verbrauch zu Spitzenzeiten prozentual stärker senken. Das Gleiche gilt für Haushalte mit einer höheren Bildung und solchen mit überdurchschnittlichem Verdienst (wobei dies korrelierende Faktoren sind) [6]. In der gleichen Studie wurde aber auch festgestellt, dass die gesparte Energie in Spitzenzeiten nun einfach bei Niedertarif gebraucht und keine Energie gespart wurde, was den sichtbaren Erfolg der Nutzungsverschiebung jedoch nicht mindert.

In Abbildung 3 sieht man eine Übersicht von mehreren Studien über die Reduktion des Spitzenverbrauchs durch neue Tarifsysteme. Es sind für zwei verschiedene Abrechnungsmöglichkeiten je eine Gruppe ohne und eine Gruppe mit Smart Meter-Feedback aufgelistet. Dabei ist klar sichtbar, dass Feedback eine deutliche Verringerung der Belastung zu Spitzenzeiten zur Folge hat.

Die Auswirkung von Feedback auf Nutzer ist nicht immer so klar ersichtlich wie die Änderungen zu Spitzenzeiten, trotzdem gibt es eine Verbrauchsreduktion. Dass beobachtete Veränderungen auch weiter anhalten würden, ist oft schwierig aufzuzeigen, da Studien über eine lange Zeit laufen müssen und nicht immer das Verhalten der Durchschnittsbevölkerung darstellen (wie etwa bei Studien an

¹TOU (Time of Use) erlaubt verschiedene statische Tarife zu unterschiedlichen Tages- und Wochenzeiten. CPP (Critical Peak Pricing) basiert auf dynamischen Tarifzeiten, die sich je nach Situation des Versorgers ändern und kurzfristig angekündigt werden.

Universitäten). Eindeutig ist jedoch, dass unmittelbares Feedback nötig ist und selteneres Feedback (täglich, wöchentlich, monatlich) eine schlechtere Bilanz liefert [12, S. 42].

5 Verbreitung

5.1 Verbreitung Weltweit

In Italien wurden die ersten Smart Meter im Jahr 2001 durch den Stromversorger Enel landesweit eingebaut. Die Installation der 27 Millionen Geräte dauerte 5 Jahre [10]. Mittlerweile werden die Smart Meter auch auf das Gas- und Wassernetz ausgeweitet.

In Schweden wurden die ersten Studien 2001 durchgeführt, was dazu führte, dass die Regierung zwei Jahre später ein Gesetz verabschiedete, welches EVUs verpflichtete, ab 2009 die Stromzähler aller Haushalte monatlich abzulesen. Auf Grund dessen wurden seither flächendeckend Smart Meter eingebaut. Die schwedische Gesetzgebung bewegte die EVUs Finnlands dazu, AMM auf einer freiwilligen Basis einzuführen. Eine entsprechende Gesetzgebung erfolgte erst im letzten Jahr und zielt auf eine Abdeckung von 80% aller Haushalte bis 2013. Dänemark folgte 2004 mit den ersten Projekten. Unterdessen sind acht EVUs dabei, ihre Stromzähler zu aktualisieren, was 33% der dänischen Haushalte betrifft. Die Installationen sollten alle in den kommenden Jahren zu einem Ende kommen. In Norwegen wurde 2005 die stündliche Ablesung für grosse Stromverbraucher gesetzlich verankert. Seit 2007 haben EVUs angefangen auf Smart Meter umzustellen und planen bis 2013 alle Haushalte umgerüstet zu haben. [10, 11]

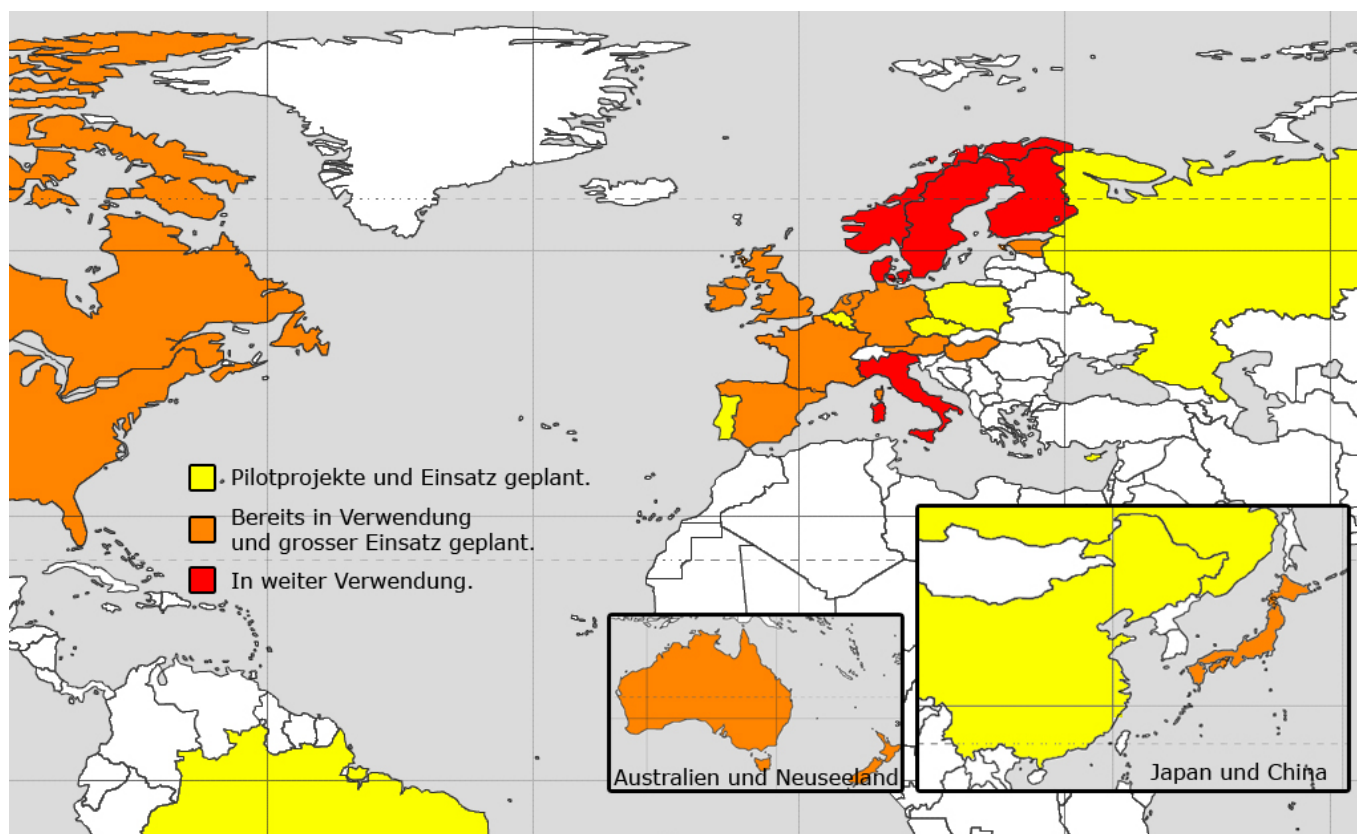


Abbildung 4: Verbreitung von Smart Metern in der Welt. [10, 9, 12, 11]

Die meisten westeuropäischen Staaten befinden sich zur Zeit in der frühen Phase eines grossflächigen Einsatzes von Smart Metern, sind bisher aber noch in einer Mischung von Pilotprojekten und ersten Installationswellen. In Deutschland dürfen zum Beispiel nur noch Smart Meter neu eingebaut werden. Die gesetzlichen Grundlagen sind dabei sehr unterschiedlich. Die EVUs einiger Länder haben gesetzte Ziele zu erreichen, die anderen tun es aus eigenem Antrieb. Osteuropa hat bis auf wenige Ausnahmen noch kein Interesse an Smart Meter-Technologie gezeigt.

In den USA laufen mehrere Projekte in verschiedenen Staaten. Die Regierung hat Ende 2009 3,4 Mrd. Dollar für die Weiterentwicklung des Smart Grids versprochen. China hat im vergangenen Jahr den Plan gefasst, seine ganze Stromversorgung in den nächsten Jahren zu aktualisieren. Dazu wurden Anfang 2010 7,3 Mrd. Dollar für die Entwicklung eines Smart Grids budgetiert, was jedoch erst ein Bruchteil der laut Schätzung benötigten 100 Mrd. ist [11].

Bis 2012 werden voraussichtlich zwischen 25% und 40% aller Haushalte Europas mit einem Smart Meter ausgestattet sein [10], verglichen mit 6% im Jahr 2009. Die grösste noch zu überwindende Hürde sind die fehlenden Standards des heute noch stark proprietären Smart Meter-Marktes. Die meisten anlaufenden Projekte in Industriestaaten haben Ziele zwischen 2015 und 2025. Der Grossteil an Aktualisierungen der Stromzähler sollte also innerhalb der nächsten zwanzig Jahre beendet werden. Wie sich Schwellen- und Entwicklungsländer in dieser Hinsicht entwickeln, ist noch nicht voraussehbar.

5.2 Verbreitung in der Schweiz

In der Schweiz sind bereits an den meisten Orten Time-of-Use-Tarife eingeführt. Der Stromtarif ist dadurch in der Nacht und an Wochenenden tiefer als unter der Woche. Smart Meter sind bisher nur in Pilot-Projekten installiert worden, um geeignete Technologien in Erfahrung zu bringen. Feldversuche im Zusammenhang mit Feedback zum Stromverbrauch wurden noch keine durchgeführt [12, S. 46]. Auch eine verbindliche Gesetzgebung zur Installation existiert noch nicht. Ein erster Schritt wurde jedoch mit einer im November 2009 veröffentlichten Studie zu Smart Metern gemacht. Diese legt den Stand der Technik, die bisherige Verbreitung und Effekte dar und definiert die zukünftigen Ziele von Bund und Kantonen.

Bei einer flächendeckenden Installation von Smart Metern in der Schweiz wird mit einer Einsparung von rund 5% bis 6% des Stromverbrauchs der Schweizer Haushalte gerechnet. Die Kosten dieser Installation läge in der Grössenordnung von 1,5 Mrd. Franken², was innerhalb der Lebensdauer der Geräte beinahe wieder durch Einsparungen wettgemacht würde [12].

²Die Kosten pro Anschluss werden auf rund 400 Franken geschätzt[12].

6 Schlussfolgerungen

Smart Meter sind die logische Evolution des traditionellen Stromzählers. Sie sind ein wichtiger Bestandteil in der Bestrebung nach einer höheren Energieeffizienz und stellen einen Grundbaustein des angestrebten Smart Grids dar. Obwohl noch keine Standards verabschiedet wurden, stehen heute einem grossflächigen Einsatz keine grösseren technischen Probleme mehr im Weg.

Obwohl bislang noch wenige Industrieländer grossflächig Smart Meter Technologie eingesetzt haben, befinden sich viele bereits im Teststadium und/oder haben bereits Gesetze zur Installation von Smart Metern verabschiedet. Länder, die noch keine Anstrengungen in diese Richtung unternommen haben, werden wahrscheinlich in den nächsten Jahren ihren Nachbarländern nachziehen. Es kann davon ausgegangen werden, dass die meisten Haushalte in Industriestaaten innerhalb der nächsten zwanzig Jahre auf Smart Meter umgestellt werden.

Um das Potential von Smart Metern voll ausschöpfen zu können, muss dem Nutzer eine leicht verständliche Verbrauchsstatistik zur Verfügung gestellt werden. Ein Internetportal, das über einen konventionellen Computer abgerufen werden kann, ist ein erster Schritt, aber zweckbestimmte Geräte, welche die Verbrauchsüberwachung allgegenwärtiger machen, haben hier klare Vorteile. Genauso müssen neue Tarifsysteme die veralteten statischen Tarife ablösen, um einen positiven Effekt in der Verbrauchsverteilung zu erwirken. Es bleibt zu hoffen, dass auch EVUs, die momentan ihr Smart Meter-Netz noch als Absicherung gegen Stromdiebstahl betreiben, in naher Zukunft ihren Kunden den Zugang zu Schnittstellen und neuen Preismodellen eröffnen.

Literatur

- [1] EWE AG. <http://www.ewe.de> [Online; Stand 9.3.2010].
- [2] Wikimedia Commons. [http://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Electricity_meters_\(kWh\)](http://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Electricity_meters_(kWh)) [Online; Stand 9.3.2010].
- [3] Geert Deconinck. Metering, Intelligent Enough for Smart Grids? *Z. Lukszo et al.*, pages 143–157, 2010.
- [4] David Dhale. A brief history of meter companies and meter evolution. <http://watthourmeters.com/history.html> [Online; Stand 9.3.2010].
- [5] Echelon. Überblick über NES System. http://www.echelon.de/metering/nes_system_overview.htm [Online; Stand 9.3.2010].
- [6] Ahmad Faruqui und Stephen George. Quantifying Customer Response to Dynamic Pricing. *The Electricity Journal*, 8:53–63, 2005.
- [7] Ahmad Faruqui und Sanem Sergici. The power of experimentation - New evidence on residential demand response, 2008.
- [8] Google. Google PowerMeter. <http://www.google.com/powermeter> [Online; Stand 9.3.2010].
- [9] Gary Paul. Today's Smart Metering, 2009. http://www.capgemini.com/services-and-solutions/by-industry/energy/publications/todays_smart_metering/ [Online; Stand 9.3.2010].
- [10] Meir Shargal. From policy to implementation: The status of europe's Smart Metering Market, 2009. http://www.capgemini.com/services-and-solutions/by-industry/energy/publications/from_policy_to_implementation_the_status_of_europes_smart_metering_market/ [Online; Stand 9.3.2010].
- [11] smartmeters.com. <http://www.smartmeters.com> [Online; Stand 9.3.2010].
- [12] Eidgenössisches Departement UVEK. Smart Metering für die Schweiz - Potenziale, Erfolgsfaktoren und Massnahmen für die Steigerung der Energieeffizienz, 2009.