



Hintergrund und experimentelle Ergebnisse zum Thema „Smart Meter und Datenschutz“

Arbeitspapier¹ – Technischer Report, Status: ENTWURF, Version 0.6, Greveler, 20. Sep. 2011

Labor für IT-Sicherheit der FH Münster: Prof. Dr.-Ing U. Greveler, Dr. B. Justus, D. Löhr MSc.
Forschungsprojekt DaPriM (www.daprim.de)

English Abstract: Advanced metering devices (smart meters) are being installed throughout electric networks in Germany (as well as in other parts of Europe and in the United States). Unfortunately, smart meters are able to become surveillance devices that monitor the behavior of the customers leading to unprecedented invasions of consumer privacy. High-resolution energy consumption data is transmitted to the utility company allowing intrusive identification and monitoring of equipment within consumers' homes (e. g., TV set, refrigerator, toaster, and oven). Our research shows that the analysis of the household's electricity usage profile does reveal what channel the TV set in the household was displaying. Moreover, the data being transmitted via the Internet is unsigned and unencrypted. All tests were performed with a sealed, operational smart meter used for electricity metering in a private home in North Rhine-Westphalia, Germany.

Smart Meter und erhobene Daten

Bundesweit und auch im europäischen Rahmen ist die Einführung von intelligenten Strommessgeräten (Smart Meter) geplant, die vorhandene Stromzähler ersetzen sollen. Stromkunden können mithilfe dieser Geräte detaillierte Informationen über den Stromverbrauch erhalten und sind in der Lage, Stromverbraucher zu identifizieren, Ursachen für hohen Verbrauch zu bestimmen und damit Abhilfe zu schaffen, d. h. insbesondere Stromverbrauchskosten zu senken (Förderung des bewussten Energieverbrauchs).

Für Stromverkäufer und Netzbetreiber sind granulare Verbrauchsdaten ebenfalls von Interesse, da diese zu Planungszwecken, Ausführung von Netzoptimierungen, Vorhersage von Lastspitzen und informierte Beratungen der Kunden herangezogen werden können. Die Energieeffizienz- und Energiedienstleistungsrichtlinie (2006/32/EG) sieht individuelle Zähler, die den tatsächlichen Verbrauch und die tatsächliche Nutzungszeit feststellen [Renner, 2011], vor. Mittelfristig ist daher damit zu rechnen, dass sich Smart Meter gegenüber bisherigen Stromzählern bei Neuverlegungen und dem Austausch alter Zähler durchsetzen.

Aufgrund der Aufzeichnung personenbezogener Verbrauchsdaten durch Smart Meter ergeben sich Anforderungen an Datenschutz und Datensicherheit. Abhängig von der Genauigkeit der Messung und der zeitlichen Auflösung können nach Auswertung der erhobenen Daten Rückschlüsse auf die Verhaltensweisen der sich im Haushalt aufhaltenden Menschen gezogen werden; die Granularität heute eingesetzter Geräte sieht Messpunkte im Abstand von einer Stunde, viertelstündig, minütlich bis hin in den Sekundenbereich vor.

¹ Aufgrund aktueller starker Nachfrage nach den Zwischenergebnissen der Forschungsarbeiten stellen wir diese Entwurfsversion als technischen Report mit einzelnen Vorab-Ergebnissen zur Verfügung. Eine wissenschaftliche Publikation der Ergebnisse in üblicher Form ist beabsichtigt.

Wie von Molina-Markham et al. [Molina, 2010] beschrieben, können Daten, die ca. viertelstündlich erhoben werden, in einer Weise ausgewertet werden, dass feststellbar ist, wann sich Personen zuhause aufhalten, wann sie dort schlafen und wann sie Mahlzeiten zubereiten. Erhöht man die Granularität in den Minuten- oder Sekundbereich, sind auch Aussagen möglich, ob das Frühstück warm oder kalt zubereitet wurde, wann Wäsche gewaschen oder der Fernseher eingeschaltet wurde - oder ob die Kinder alleine zu Hause waren.

Zwischenergebnisse der Untersuchungen

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Fragestellung: Welche Auswertungsmöglichkeiten stehen in der Praxis zur Verfügung und welche Qualität haben die von tatsächlich im Feld befindlichen geeichten Smart Metern erhobenen Daten? Welche Rückschlüsse auf personenbezogenes Verhalten können erfolgreich gewonnen werden?

Getesteter Smart Meter: Das Gerät wurde von der Firma Discovergy GmbH (Heidelberg) nach Abschluss eines Privatkundenvertrags² durch einen von der Firma beauftragten Elektromeister eingebaut. Das geeichte und verplombte Gerät ersetzte den bisherigen von der RWE AG verbauten Stromzähler eines privaten Haushaltes in NRW. Der Strombezug erfolgt vor und nach dem Einbau des Smart Meters über den Versorgungstarif „RWE Klassik Strom“.

Die Discovergy-Lösung verwendet als Modul einen Smart Meter³ der Firma EasyMeter GmbH, Bielefeld (Elektronischer 3-Phasen 4-Leiter Zähler Q3D, Messung im zwei-Sekunden-Intervall) und eine selbst entwickelte Lösung zur Datenentnahme und Weiterleitung über das Internet an einen Server von Discovergy, der dem Stromkunden einen webbasierten Zugriff auf die erhobenen Stromverbrauchsdaten liefert. In der experimentellen Untersuchung werten wir allein die Daten aus, die an Discovergy übermittelt, gespeichert und dem Stromkunden zur Verfügung gestellt werden.

Discovergy weist auf seinem Webaufttritt⁴ die Kunden darauf hin, „komplette Transparenz über den Stromverbrauch“ zu bieten, und das „sekundengenau und in Echtzeit“. Die Granularität der Datenerhebung ist der Firma daher nicht anzulasten; vielmehr ist es als vorbildlich anzusehen, die Kunden im Detail darüber zu informieren, welche Daten erhoben und übertragen werden. Kritisch ist allerdings die nicht eingehaltene Zusicherung in Bezug auf Verschlüsselung der Daten zu sehen.

Alle Mess- und Testergebnisse wurden im August und September 2011 gewonnen.

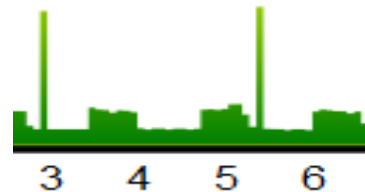
² Der Vertrag enthielt umfangreiche Bestimmungen zum Datenschutz: „Die Discovergy GmbH speichert die personenbezogenen Daten ausschließlich zur Abwicklung der oben aufgeführten Zwecke und gibt diese nicht an Dritte weiter, es sei denn, dieses ist zur Abwicklung des Vertrages erforderlich. Derzeit werden Daten an Dritte weitergegeben zur Erstellung der Abrechnung, im Bereich des Zähl- und Messwesens sowie zur Datenaufbereitung in elektronischer Form. [...] Die Übertragung der Daten im Internet erfolgt verschlüsselt.“ Der Abruf der Daten über die Webschnittstelle war zum Testzeitpunkt nur unverschlüsselt möglich, da TLS nicht unterstützt wurde. Die automatisierte Übertragung vom Smart Meter zum Server erfolgte im Widerspruch zum Vertragstext ebenfalls unverschlüsselt.

³ Übermittelte Messwerte gemäß Herstellerangaben: Zählwerksstand (15-stellig in kWh), drei Phasenleistungen (7,5-stellig in W), Summenleistung (7,5-stellig in W), Protokoll nach EN62056-21 und EN62056-61. Genauigkeitsklasse: A, B gemäß EN50470-1

⁴ www.discovergy.com, zuletzt abgerufen am 19.09.2011

Grundlegende Testergebnisse: Die in der Literatur genannten Identifikationsmöglichkeiten (z. B. [Quinn, 2009]) von elektrischen Geräten konnten erfolgreich verifiziert werden. So war es möglich, anhand des Verbrauchsprofils die Aktivität von

- Kühlschrank (siehe Abb.1),
- Wasserkocher, Kaffeevollautomat,
- Durchlauferhitzer (Warmwasser),
- Toaster, Mikrowelle, Elektrogrill,
- Waschmaschine,
- TV-Gerät,
- Leuchtmittel (Glühlampe oder stromsparend),
- Herd



aus der Datenmenge zu gewinnen.

Abb1.: Nächtliche regelmäßige Kühlschrankaktivität

Bemerkenswertes Einzelergebnis: Durch Auswertung des Stromverbrauchs eines für Privathaushalte typischen TV-Gerätes (Panasonic Viera LCD-TV, HD, 80cm Diag., 130W) konnte nicht nur die bereits in der Literatur genannte Einschaltzeit ([Quinn, 2009]) identifiziert werden. Es war darüber hinaus möglich, das eingeschaltete Programm bzw. den abgespielten Film zu identifizieren. Ein für den Testzweck generierter Testfilm, der Schnitte von hellen und dunklen Szenen im 30s-Wechsel und 10s-Wechsel aufwies, konnte mit geringem Aufwand im Stromverbrauchsprofil lokalisiert werden. Es war möglich zu verifizieren, dass dieser Film abgespielt wurde und zu welcher Zeit welche Filmszene dargestellt wurde, obwohl der eingesetzte Smart Meter den Strom für den gesamten Vier-Personenhaushalt misst – also nicht direkt mit dem TV-Gerät verbunden wurde – und die Daten über den Discovery-Server abgefragt wurden, d. h. dort in dieser Auflösung zentral gespeichert vorliegen.

Wir können dieses Ergebnis insoweit verallgemeinern, dass es durch Auswertung der Fernsehprogramme, die zu einem Zeitpunkt ausgestrahlt werden, möglich ist, nachträglich festzustellen, auf welchen Sender das TV-Gerät eingestellt war. Zudem erscheint es wahrscheinlich, dass auch in einer größeren Datenmenge (z. B. gesammelte Stromverbrauchsdaten mehrere Jahre) die Identifikation eines vorgegebenen audiovisuellen Inhaltes möglich ist; die Wahrscheinlichkeit der Identifikation sinkt, wenn viele weitere Verbraucher gleichzeitig aktiv sind und das Signal verrauschen. Bei Spielfilmen mit einer Abspieldauer von über 90 Minuten ist eine dauerhafte Störung des Signals jedoch eher unwahrscheinlich; zudem werden weitaus kürzere Sequenzen als die volle Spielfilmlänge nach Interpretation erster Testergebnisse als zur Identifikation ausreichend angenommen.

So wäre beispielsweise eine (rechtlich als missbräuchlich anzusehende) Nutzung der Stromverbrauchsdaten zum Auffinden von Konsumenten urheberrechtlich geschützten Materials denkbar. Es könnte nachträglich festgestellt werden, welche Haushalte beispielsweise einen Film abgespielt haben, der zu diesem Zeitpunkt noch nicht auf DVD erschienen war.

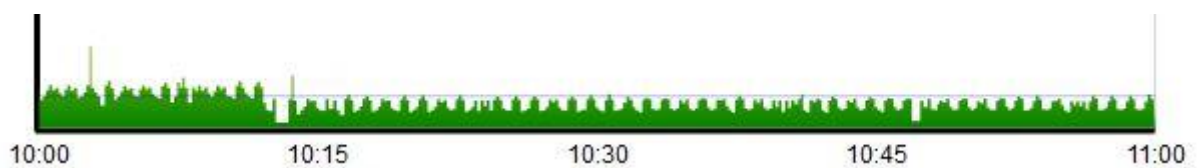
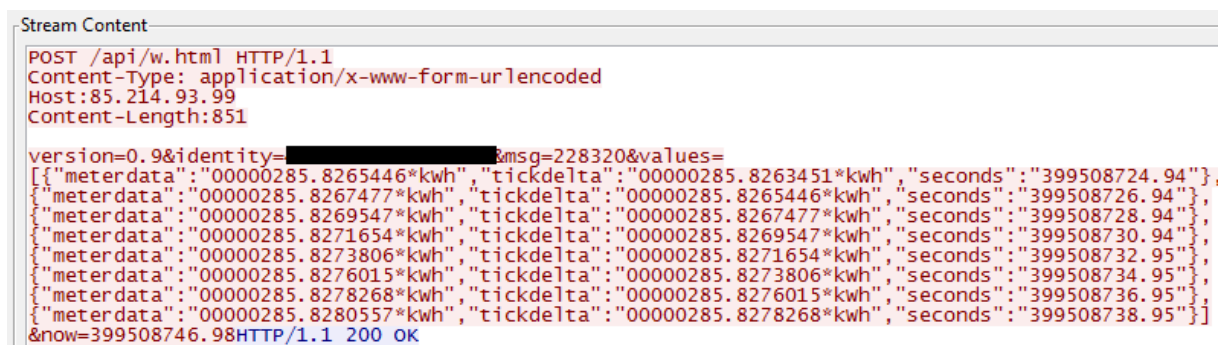


Abb. 2: Beispielhafte Stromverbrauchskurve des Testfilms auf LCD-TV-Gerät mit weiteren Störeinflüssen.

In der Abb.2 kann die Identifikation des Testfilms mit bloßem Auge geschehen. Auf 30 Schnitte nach jeweils 30s Dauer folgt eine Szene mit schnellen Schnitten (10s Dauer), dann wiederholt sich der Testfilm. Es ergeben sich 15 Berge und Täler, anschließend folgt die hochfrequente Sequenz. Die gleichmäßigen Täler mit niedrigstem Verbrauch (z. B. 10.13h, 10.47h) treten sporadisch auf und stellen Messfehler bzw. Übertragungsfehler dar, die sich zwar störend auswirken, hier aber nicht die erfolgreiche Auswertung verhindern.

Datensicherung: Die Übermittlung der Daten vom Smart Meter zum Discoveryg-Server erfolgt über TCP/IP. Das Gerät wird direkt mit dem heimischen LAN/DSL-Router verbunden und erhält von diesem über DHCP seine IP-Adresse. Entgegen den Angaben von Discoveryg erfolgt die Übertragung jedoch nicht verschlüsselt! Die Daten werden in einem textbasierten Format übertragen, so dass sie ohne weitere Decodierung abgelesen werden können. In Abb. 3 ist eine solche Übertragung, die acht Messwerte gemeinsam übermittelt, dargestellt.



```
Stream Content
POST /api/w.html HTTP/1.1
Content-Type: application/x-www-form-urlencoded
Host: 85.214.93.99
Content-Length: 851

version=0.9&identity=[REDACTED]&msg=228320&values=
[{"meterdata": "00000285.8265446*kwh", "tickdelta": "00000285.8263451*kwh", "seconds": "399508724.94"},
{"meterdata": "00000285.8267477*kwh", "tickdelta": "00000285.8265446*kwh", "seconds": "399508726.94"},
{"meterdata": "00000285.8269547*kwh", "tickdelta": "00000285.8267477*kwh", "seconds": "399508728.94"},
{"meterdata": "00000285.8271654*kwh", "tickdelta": "00000285.8269547*kwh", "seconds": "399508730.94"},
{"meterdata": "00000285.8273806*kwh", "tickdelta": "00000285.8271654*kwh", "seconds": "399508732.95"},
{"meterdata": "00000285.8276015*kwh", "tickdelta": "00000285.8273806*kwh", "seconds": "399508734.95"},
{"meterdata": "00000285.8278268*kwh", "tickdelta": "00000285.8276015*kwh", "seconds": "399508736.95"},
{"meterdata": "00000285.8280557*kwh", "tickdelta": "00000285.8278268*kwh", "seconds": "399508738.95"}]
&now=399508746.98HTTP/1.1 200 OK
```

Abb. 3: Mitgeschnittene Daten zw. Smart Meter und Server (meterdata: Zählerstand, seconds: Datum und Zeit, host-IP: discoveryg.com)

Es ist zudem unmittelbar zu erkennen, dass die Daten nicht signiert werden. Durch Kenntnis der „identity“ (in der Abb. 3 geschwärzt) könnten Daten für beliebige andere Zähler an Discoveryg übertragen werden. Der Smart Meter verfügt jedoch über eine digitale Anzeige des Stromverbrauchs, so dass Daten, die am Zähler abgelesen werden, von einer Verfälschung nicht betroffen sind. Die Erstellung der Stromrechnung erfolgt zudem nicht über Discoveryg sondern nach Ablesung durch den Stromanbieter (hier: RWE AG).

Diskussion

Kurze Ablese-Intervalle bei elektronischen Stromzählern stellen einen erheblichen Eingriff in die Privatsphäre der Stromkunden dar. Das datenschutzrechtliche Gebot der Datensparsamkeit und Datenvermeidung steht einer Messhäufigkeit im Sekundenbereich und der vollständigen Speicherung des Stromverbrauchs entgegen. Eine regelmäßige oder durch Fernabfrage ermöglichte Übermittlung dieser Daten an Energieversorger oder Netzbetreiber sollte nicht nur einer ausdrücklichen Zustimmung aller im Haushalt lebenden Personen unterliegen, die Betroffenen sind auch darüber aufzuklären, welche Auswertungsmöglichkeiten sich bei hoher Granularität der Messdaten ergeben. Wir gehen davon aus, dass es dem überwiegenden Anteil der Stromkunden nicht bewusst ist, welche Informationen aus der Privat- und Intimsphäre über die Auswertung von Stromverbrauchsdaten gewonnen werden können.

Die experimentell festgestellte Tatsache, dass die Daten beim getesteten Anbieter unverschlüsselt und nicht signiert übertragen werden, stellt einen Verstoß gegen Grundsätze von Datenschutz und Datensicherheit dar. Diese Tatsache wiegt umso schwerer, da vertraglich zugesichert wird, dass die Übertragung verschlüsselt erfolgt.

Gegenmaßnahmen

Technische Gegenmaßnahmen stellen eine Erhöhung der Zeitintervalle und ein gezieltes Verrauschen des Signals dar. Zudem könnte über eine Anpassung der Firmware bei Geräten, die kurze Messintervalle unterstützen, eine statistische Zusammenfassung der Daten vor der Übertragung erfolgen, um die Übermittlung hoch aufgelöster Verbrauchsdaten zu verhindern. Für die Daten sollten zudem kurze Löschfristen vorgesehen werden; einer jahrelangen Aufbewahrung dieser Daten ohne ausdrückliche Zustimmung der Betroffenen stehen Belange des Datenschutzes klar entgegen. Zur Sicherung der Vertraulichkeit und Integrität der übertragenen Daten sind Verschlüsselung und elektronische Signaturen heranzuziehen.

Quellen:

- [Renner] Stephan Renner: *Smart Metering und Datenschutz in Österreich. Empfehlungen für die Einführung intelligenter Messgeräte*. DuD 8/2011

- [Molina] Andres Molina-Markham et al.: *Private Memoirs of a Smart Meter*. Proceedings of the 2nd ACM Workshop on Embedded Sensing Systems for EnergyEfficiency in Building, 2010

- [Quinn] E. Quinn. *Smart Metering and Privacy: Existing Law and Competing Policies*. A Report for the Colorado Public Utilities Commission, 2009.