

# Folgenabschätzung zu Teilaspekten der Smart Metering Technologie und deren Einführung

DIPLOMARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

**Diplom-Ingenieur**

im Rahmen des Studiums

**Software Engineering & Internet Computing**

eingereicht von

**Reinhard Jud**

Matrikelnummer 9625624

an der  
Fakultät für Informatik der Technischen Universität Wien

Betreuung  
Betreuer: ao.Univ.Prof. Dr. Wolfgang Hofkirchner

Wien, 29.11.2011

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift Verfasser)

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift Betreuer)

# **Erklärung zur Verfassung dieser Arbeit**

„Hiermit erkläre ich, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst habe, dass ich die verwendeten Quellen und Hilfsmittel vollständig angegeben habe und dass ich die Stellen der Arbeit – einschließlich Tabellen, Karten und Abbildungen –, die anderen Werken oder dem Internet im Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, auf jeden Fall unter Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht habe.“

# Danksagung

Ganz besonders danken möchte ich meinen Eltern, die mir das Studium ermöglichten und mir stets helfend zur Seite standen.

Auch meinen Großeltern möchte ich für ihre Unterstützung danken, sowie meinen beiden Schwestern.

Ein spezieller Dank geht an Angie für ihren Beistand und ihre Ermutigungen während meines Studiums. Knus.

Reinhard

Hinweis im Sinne des Gleichbehandlungsgesetzes:

Aus Gründen der leichten Lesbarkeit wird auf eine geschlechtsspezifische Differenzierung, wie z.B. Teilnehmer/Innen, verzichtet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung für beide Geschlechter.

# Kurzfassung

Eine stetig anwachsende Weltbevölkerung und ein damit einhergehender steigender Energiebedarf mit gleichzeitig aber knapper werdenden Ressourcen wird mittelfristig zu ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Problemen führen. Um dieser Problematik zu begegnen, wurde das Leitprinzip der Nachhaltigkeit (sustainable development) entwickelt. In dieser Arbeit wird unter anderem die geschichtliche Entwicklung des Begriffes beleuchtet.

Auf verschiedenen Umweltkonferenzen haben die Staatengemeinschaften über die letzten 40 Jahre hinweg die auf die Menschheit zukommenden Probleme identifiziert und sich Ziele gesteckt, um eine Lösung dieser Probleme oder zumindest eine Abschwächung der Folgen zu erreichen. Diese Lösungen sollen teils durch technischen Fortschritt, aber auch durch ein Einsparen sowie einen bewussteren Umgang mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen erreicht werden.

Auf dem Energiesektor soll die derzeitige in der Einführung befindliche Smart Metering-Technologie ihren Anteil dazu beitragen. Die bis dato auf Ferrariszähler basierende Stromzählertechnik besteht praktisch seit fast 60 Jahren unverändert. Mit der Smart Metering-Technologie sollen intelligente Stromzähler zu einem sparsameren Verbraucherverhalten führen. Auch stellt die flächendeckende Einführung von Smart Metern eine Grundvoraussetzung für das Stromnetz der Zukunft dar, das sogenannte Smart Grid.

In dieser Arbeit soll gezeigt werden, wie versucht wird, die Prinzipien der nachhaltigen Entwicklung auf dem Gebiet des Energieverbrauches mit Hilfe der Technologie des Smart Metering umzusetzen. Des Weiteren werden mögliche Risiken beleuchtet, sei es eine mögliche Gefährdung der Gesundheit, Bedrohung der Datensicherheit oder des Datenschutzes.

# Abstract

A constantly growing world population, which is related to an increasing demand for energy and a subsequent scarcity of resources, is going to lead to ecological, economical and social problems in the medium term. To face this problem, the concept of sustainable development has been formed. First of all, this thesis is going to look at the historical development of this term.

At various conferences on the environment over the last 40 years the community of states has been identifying the problems humanity is going to face and has subsequently been aiming at finding solutions to these problems or at least possibilities to attenuate the negative consequences. Possible solutions include technological progress, but also a cutting down on the consumption of available resources and a more conscious use of them.

In the energy sector, the smart metering technology is currently being established to contribute to this end. The hitherto used technology for metering electricity, based on Ferraris counters, has been virtually unchanged since almost 60 years. The smart metering technology is intended to lead to a more energy-saving consumer behaviour. Moreover, the ubiquitous introduction of smart meters is a precondition for the electricity network of the future, the so-called Smart Grid.

This thesis aims at showing how it is attempted to apply the concept of sustainable development in the sector of energy consumption using the technology of smart metering. Moreover, it is going to highlight some possible risks concerning potential threats to health, data security and privacy protection.

# Inhaltsverzeichnis

|                                                        |     |
|--------------------------------------------------------|-----|
| Erklärung zur Verfassung dieser Arbeit .....           | i   |
| Danksagung .....                                       | ii  |
| Kurzfassung .....                                      | iii |
| Abstract .....                                         | iv  |
| Inhaltsverzeichnis .....                               | 6   |
| 1 Einleitung.....                                      | 8   |
| 1.1 Kapitelübersicht.....                              | 9   |
| 2 Nachhaltigkeit.....                                  | 10  |
| 2.1 Ökologischer Fußabdruck.....                       | 10  |
| 2.2 Ökologischer Rucksack .....                        | 12  |
| 2.3 MIPS – die ökologischen Gesamtkosten .....         | 14  |
| 2.4 Definition „Nachhaltigkeit“ .....                  | 15  |
| 2.5 Begriffsentstehung „Nachhaltigkeit“ .....          | 16  |
| 2.6 Drei-Säulen-Modell .....                           | 18  |
| 2.7 Club of Rome .....                                 | 21  |
| 2.8 Brundtland Report.....                             | 22  |
| 2.9 Umweltkonferenz in Rio de Janeiro / Agenda 21..... | 23  |
| 2.10 Die 20-20-20-Ziele der EU .....                   | 23  |
| 2.11 Zusammenfassung.....                              | 25  |
| 3 Technische Grundlagen .....                          | 27  |
| 3.1 Elektrische Kenngrößen.....                        | 27  |
| 3.2 Erste Stromzähler .....                            | 32  |
| 3.3 Ferrariszähler.....                                | 36  |
| 3.4 AMR, AMI und AMM .....                             | 39  |
| 3.5 Smart Meter .....                                  | 41  |
| 3.5.1 Datenkonzentrator & MUC .....                    | 43  |
| 3.5.2 Sub-metering.....                                | 44  |
| 3.5.3 Datenkommunikation.....                          | 45  |
| 3.5.4 Technische Mindestanforderungen .....            | 50  |

|       |                                                                             |     |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.5.5 | Darstellung der Messwerte .....                                             | 51  |
| 3.6   | Smart Grid .....                                                            | 53  |
| 3.7   | Smart Home.....                                                             | 56  |
| 3.8   | Zusammenfassung.....                                                        | 57  |
| 4     | Smart Meter – Mittel zur Nachhaltigkeit ?.....                              | 59  |
| 4.1   | Die neue Art des Umweltschutzes (Umweltpolitik neuen Stils).....            | 61  |
| 4.2   | Anteilmässige Verteilung des Stromverbrauches .....                         | 68  |
| 4.3   | Hat ein Smart Meter einen höheren Eigenstromverbrauch?.....                 | 70  |
| 4.4   | Stromdiebstahl als Motivation für die Einführung von Smart Metering ? ..... | 72  |
| 4.5   | Zusammenfassung.....                                                        | 73  |
| 5     | Mögliche Risiken bei Einführung der Smart Metering Technologie.....         | 75  |
| 5.1   | Gesundheitliche Risiken .....                                               | 75  |
| 5.2   | Datenschutz und Privacy beim Smart Metering.....                            | 84  |
| 5.2.1 | Entwicklung des Datenschutzes .....                                         | 85  |
| 5.3   | Gefahren für die Datensicherheit und Betriebssicherheit .....               | 86  |
| 5.3.1 | Scada Systems .....                                                         | 90  |
| 5.3.2 | Stuxnet.....                                                                | 92  |
| 5.4   | Zusammenfassung.....                                                        | 93  |
| 6     | Resümee.....                                                                | 94  |
|       | Abbildungsverzeichnis.....                                                  | 99  |
|       | Abkürzungsverzeichnis .....                                                 | 100 |
|       | Literaturverzeichnis .....                                                  | 102 |
|       | Anhang A – Technische Mindestanforderungen .....                            | 112 |
|       | Anhang B – Bilanz der elektrischen Energie für Österreich .....             | 114 |
|       | Anhang C – Grundprinzipien des Datenschutzes nach OECD-Richtlinien .....    | 115 |

# 1 Einleitung

Der Wohlstand der heutigen Zeit, unter anderem herbeigeführt durch Errungenschaften in der Technik und durch eine liberale Gesellschaft, blieb in den letzten Jahrzehnten nicht ohne Folgen für die Umwelt. Ein neues Bewusstsein für diese Umweltproblematik hat Begriffe wie den „ökologischen Fußabdruck“ oder die „Nachhaltigkeit“ geprägt und in der Technik zur Entwicklung von Green Technology geführt, die die Ziele genau solcher Begrifflichkeiten verwirklichen sollen. Eine dieser Technologien ist das „Smart Metering“. Als Argument für die Einführung dieser intelligenten Stromzählsysteme wird ein erreichbarer Einsparungseffekt beim Energieverbrauch der Haushalte genannt, was sowohl der Umwelt als auch dem Stromkunden zugutekommen soll.

Diese Arbeit gibt zunächst einen Überblick über den Begriff der Nachhaltigkeit und die technischen Grundlagen von Smart Metering. In weiterer Folge werden Verknüpfungspunkte beleuchtet und Smart Meter in Hinblick auf den ökologischen und ökonomischen Nutzwert, gesundheitliche Risiken sowie Datenschutz und Datensicherheit beleuchtet.

Um die Größe und Aktualität des Themas zu erahnen, sei die Internetplattform Google Maps<sup>1</sup> genannt. Hier sind in einer Liste über 240 AMR und AMI<sup>2</sup> Projekte weltweit eingetragen und in der Karte verzeichnet. Die Liste ist allerdings bei weitem nicht vollständig.<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup>

<http://maps.google.com/maps/ms?ie=UTF8&hl=en&msa=0&msid=115519311058367534348.0000011362ac6d7d21187&ll=53.956086,14.677734&spn=23.864566,77.519531&z=4&om>

<sup>2</sup> AMR (Automatic Meter Reading), AMI (Automated/Advanced Metering Infrastructure) - siehe Kapitel 3.4

<sup>3</sup> Beispielsweise werden für Österreich in der Liste nur 2 Smart Metering Projekte angeführt. Martin Andreas Groicher hat in seiner Arbeit allein in Österreich 8 Projekte vorgestellt (Groicher, 2010)

## **1.1 Kapitelübersicht**

Die Arbeit beginnt mit einer Ausarbeitung des Begriffes der Nachhaltigkeit bzw. der Nachhaltigen Entwicklung (sustainable development) in Kapitel 2. Es wird das Konzept der Nachhaltigkeit vorgestellt und die geschichtliche Entwicklung sowie Begriffsbildung beleuchtet.

In Kapitel 3 werden die technischen Hintergründe des Smart Metering erklärt. Auch wird ein kurzer Einblick in die Entstehungsgeschichte der Stromzähler gegeben, vom Ende des 19. Jahrhunderts bis hin zum heutigen modernen elektronischen Smart Meter. Da Smart Meter eine Grundvoraussetzung für das Smart Grid darstellen, und dieser Umstand auch als Motivationsgrund für die Einführung der Smart Metering Technologie genannt wird, wird auch hier eine kurze Einführung gegeben.

Kapitel 4 beschäftigt sich mit der Fragestellung, warum Smart Meter eingeführt werden sollen und wer davon profitieren soll.

Kapitel 5 ist den möglichen Gefahren und Risiken gewidmet. Hier wird der Frage nachgegangen, ob gesundheitliche Risiken bestehen und wie hoch das Gefahrenpotential ist. Auch Fragen des Datenschutzes sowie der Datensicherheit werden analysiert und eine Abschätzung der Folgen in diesem Bereich getätigt.

## 2 Nachhaltigkeit

*„Unsere Lebensform ist weder zukunftsfähig noch global ausdehnbar“ (Ekardt, 2010; 2. Auflage, S. 9)*

Die Errungenschaften der Technik sowie eine liberale Gesellschaft haben - vor allem im letzten Jahrhundert – zu einem Wohlstand und einer Freiheitlichkeit verholfen, wovon Menschen früherer Jahrhunderte nicht einmal träumen konnten. (Ekardt, 2010; 2. Auflage, S. 11)

Erdbeeren im Winter, Schi fahren am Gletscher im Sommer, Urlaubsreisen ans andere Ende der Welt, Städteflüge über Tausende km für ein Wochenende. Dies sind nur ein paar wenige unserer Errungenschaften.

Allerdings gilt es auch einen Preis dafür zu bezahlen. Um unseren derzeitigen okzidental Lebensstil aufrecht zu erhalten, verbrauchen wir mehr Rohstoffe als uns eigentlich auf lange Sicht zur Verfügung stehen. Unser ökologischer Fußabdruck<sup>4</sup> ist größer als er für einen dauerhaften Erhalt des Wohlstandes sein dürfte. Trotz der Globalisierung und Vernetzung der Welt, der Erreichbarkeit jedweden Landes in wenigen Flugstunden, ist unsere Denkweise räumlich sowie auch zeitlich beschränkt. Es wird kaum bedacht, dass unser Handeln sich heute nicht mehr nur auf unser Land oder nur unsere Zeit beschränkt. Aktuell werden unsere Wohlstandskosten auf künftige Generationen abgewälzt, wie es zum Beispiel die Entwicklung der Staatsschulden vieler Länder zeigt. Noch bedenklicher ist allerdings, dass uns weltweit wichtige Ressourcen ausgehen werden und das wohl irreversibel, zum Beispiel Trinkwasser, fruchtbare Böden, Fischbestände und Öl. (Ekardt, 2010; 2. Auflage, S. 11)

Im Folgenden werden Begriffe wie Ökologischer Fußabdruck, Ökologischer Rucksack und MIPS erklärt.

### 2.1 Ökologischer Fußabdruck

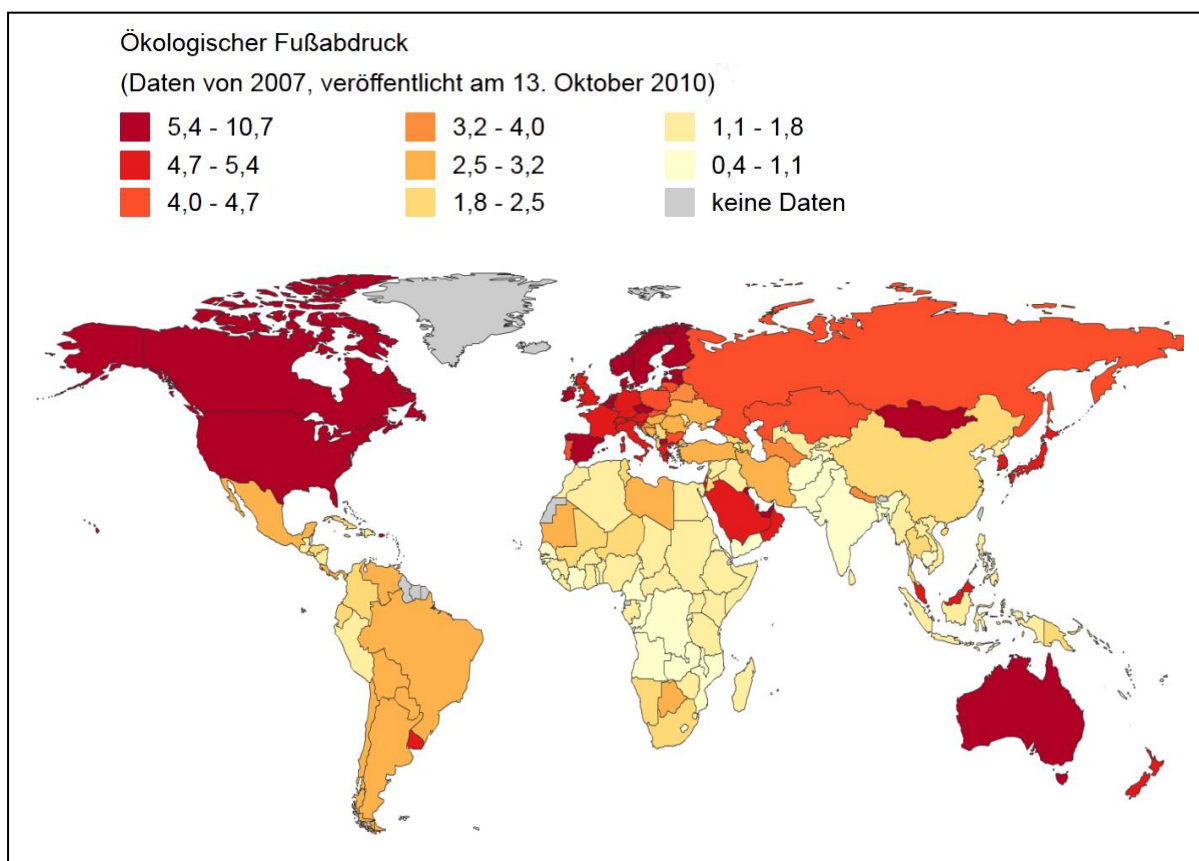
Beim ökologischen Fußabdruck handelt es sich um ein Maß, das den Flächenverbrauch angibt, welcher benötigt wird, um den gegebenen Lebensstandard eines Menschen zu ermöglichen.

---

<sup>4</sup> Siehe Kapitel: 2.1 Ökologischer Fußabdruck

*„Egal ob Fleisch oder Gemüse, Wasser oder Holz, Baumwolle oder Schafwolle, Getreide oder Agrardiesel, alles braucht einen Teil unserer Erdoberfläche, um entstehen zu können. Genauso wie Müll und Abgase von Kraftwerken, Flug- und Autoreisen Naturkapazitäten benötigen, um wieder unschädlich gemacht zu werden.“ (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft)*

Für die Berechnung des Fußabdruckes wird die auf der Erde nutzbar und zur Verfügung stehende Fläche herangezogen und durch die Anzahl der Erdbewohner dividiert. So kommt man derzeit auf einen durchschnittlichen Wert von 1,8ha pro Erdmensch. Wären Güter und Wohlstand gleich verteilt, stünden demnach jedem Menschen 1,8ha zur Verfügung. (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft)



**Abb. 1 - Ökologischer Fußabdruck**  
(Wikipedia - Ökologischer Fußabdruck)

In Abbildung 1 ist der durchschnittliche ökologische Flächenverbrauch pro Person und Nation dargestellt. Zum Beispiel lässt sich ablesen, dass in Europa kein Land

unter 1,8ha/Person liegt. Der durchschnittliche Flächenverbrauch für einen Österreicher liegt hingegen bei 4,9ha, der Schnitt in der Europäischen Union liegt bei 4,8ha. Für die USA ergibt sich ein Wert von 9,6ha, wohingegen ein Chinese durchschnittlich mit 1,6ha auskommt, ein Inder sogar mit nur 0,8ha pro Person. (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft)

Auch unser Energieverbrauch verursacht einen Flächenverbrauch, an dem ein jeder Mensch einen mehr oder weniger großen Anteil trägt - sei es der Abbau von Uranerz für Atomkraftwerke, das Aufstauen von Gewässern, um Wasserkraftwerke betreiben zu können, oder die Herstellung und das Aufstellen von Solarzellen und Windkraftanlagen.

Durch Senkung unseres Energieverbrauches sowie durch den Umstieg auf grüne, ressourcenschonende Energie bzw. Energieerzeugungsformen lässt sich dieser unvermeidbare ökologische Fußabdruck verkleinern.

## 2.2 Ökologischer Rucksack

*„Der ökologische Rucksack ist definiert als die Summe aller in und aus der Natur bewegten Massen – Material Input MI – in Tonnen (Kilogramm oder Gramm) bis zum verkaufsfertigen Produkt in Tonnen (Kilogramm oder Gramm), vermindert um das Eigengewicht des Produktes selbst.“ (Schmidt-Bleek & Wiegandt, 2008 4. Auflage, S. 73)*

Unter Material Input MI werden alle stofflichen Ressourcen verstanden, die zur Herstellung eines Produktes oder Durchführung einer Dienstleistung verbraucht werden (einschließlich Energie). (Schmidt-Bleek & Wiegandt, 2008 4. Auflage, S. 228)

Für sich alleine betrachtet, sagt der ökologische Rucksack nicht unbedingt viel über den tatsächlichen ökologischen Impact, den ein Produkt oder eine Dienstleistung verursacht, aus.

Es werden nämlich drei Faktoren nicht beachtet:

Zum einen die Qualität eines Produktes, zum anderen der Verbrauch an Ressourcen nach der Fertigstellung des Produktes im Zuge seiner Verwendung und schlussendlich die Art und Häufigkeit der Nutzung.

Als Beispiel sollen hier zwei elektrische Haarschneider dienen. Das Modell für den Hausgebrauch soll ein preislich günstiges, qualitativ weniger gutes Produkt sein. Das zweite Modell soll ein hochwertiger Haarschneider für den gewerblichen Einsatz beim Friseur sein. Allerdings ist der ökologische Rucksack des hochwertigen Haarschneiders doppelt so groß, da hochwertigere Materialien und aufwändigere Verfahren bei der Herstellung eingesetzt wurden. Dieser doppelt so große ökologische Rucksack sagt aber noch nichts über die ökologische Gesamtbilanz aus. Folgende Aufzählung zeigt dies für das genannte Beispiel:

- Die bessere Qualität des hochwertigen Haarschneiders ergibt eine fünffach höhere Lebensdauer.<sup>5</sup>
- Die bessere Qualität des hochwertigen Haarschneiders verursacht im Betrieb einen geringeren Stromverbrauch sowie geringeren Standby-Verbrauch.
- Und schlussendlich der Nutzen: ein professioneller Haarschneider wird beim Friseur täglich mehrfach eingesetzt und verwendet. Erfüllt also täglich seinen Zweck. Der Haarschneider im Hausgebrauch hingegen kommt nur 1-2mal im Monat zum Einsatz.

*„Ökologische Rucksäcke bleiben unverändert, wenn ein Produkt ungenutzt in der Ecke steht.“ (Schmidt-Bleek & Wiegandt, 2008 4. Auflage, S. 75)*

Die Auslastung ist bei der ökologischen Betrachtung ein oft unterschätztes Maß. Beim Verbrauch von Betriebsmitteln (Öl, Treibstoff, Verschleißteile) und Energie (Strom) im täglichen Gebrauch ist sie von geringer Relevanz, besitzt aber große Bedeutung beim Herstellungsaufwand. Dieser wird durch den ökologischen Rucksack abgebildet. Konzepte wie Car-Sharing oder Maschinenringe sind Möglichkeiten, die Auslastung zu erhöhen, den Rucksack in Relation zu den Betriebsstunden klein zu halten.

Der ökologische Rucksack lässt also Ressourcenverbrauch im späteren Gebrauch eines Produktes nach seiner Herstellung unbeachtet, er betrachtet nur den Zeitraum *„von der Wiege bis zum fertigen Produkt“* (Schmidt-Bleek & Wiegandt, 2008 4.

---

<sup>5</sup> Anmerkung: zur Verdeutlichung des Gedankenganges wurden hier im Beispiel fiktive Zahlen angenommen

Auflage, S. 73). Um auch den anderen Kosten Rechnung zu tragen, hat Friedrich Schmidt-Bleek das MIPS-Konzept ersonnen.

## **2.3 MIPS – die ökologischen Gesamtkosten**

Um auch den Material- und Energieverbrauch im späteren Gebrauch von Produkten oder bei Dienstleistungen mit zu erfassen, wurde das Konzept des ökologischen Rucksackes erweitert.

$$\text{MIPS} = \text{MI/S} = \text{Materialinput pro Einheit Service}$$

(Schmidt-Bleek & Wiegandt, 2008 4. Auflage, S. 228)

MIPS ist ein Maß, welches nur für dienstleistungsfähige Güter sinnvoll ist. Es macht wenig Sinn, Rohstoffe damit zu bewerten, da diese keinen Dienst erweisen.

Unter Service kann man eine Dienstleistungseinheit verstehen, welche durch ein Produkt erbracht wird, zum Beispiel „einmal Haare schneiden“ oder „eine Stunde Auto fahren“.

Der Materialinput setzt sich zusammen aus den Materialien, die beim Herstellungsprozess des Produktes verwendet wurden, den Materialien, die im Produkt selber stecken sowie den Materialien, die später im Gebrauch verwendet werden. Ein geringer Materialinput und eine hohe Anzahl an Serviceeinheiten sprechen für ein langlebiges Produkt und führen zu einem kleinen MIPS. Es handelt sich somit um ein ökologisch interessantes Produkt. (Schmidt-Bleek & Wiegandt, 2008 4. Auflage, S. 93-98)

Das MIPS-Konzept beschreibt also den Lebenszyklus von Produkten „*von der Wiege bis zur Bahre*“. (Schmidt-Bleek & Wiegandt, 2008 4. Auflage, S. 195)

Eines der erklärten Ziele beim Smart Metering ist das Einsparen von Energie, eine Effizienzsteigerung bei der Energieverwendung. Elektrischer Strom soll zum Beispiel nicht nur sauber und ökologisch erzeugt werden, er soll auch sparsam und effizient eingesetzt werden. Man kann die notwendigen Ressourcen für die Erzeugung des Stromes als Materialinput verstehen und die Arbeit, die mit Hilfe des Stromes verrichtet wird, als Serviceeinheit auffassen. Somit könnte man das MIPS-Konzept meiner

Meinung nach auch auf den Energiebereich anwenden. Smart Metering stellt dann ein Hilfswerkzeug dar, um einen guten MIPS-Wert zu erhalten.

## 2.4 Definition „Nachhaltigkeit“

Der Friedensnobelpreisträger Albert Schweitzer sagte einmal:

*„Der Mensch hat die Fähigkeit verloren, vorauszublicken und vorzusorgen. Er wird am Ende die Erde zerstören.“ (Grober, 2010, S. 34)*

Dieser Aussage von Schweitzer lässt sich die Frage anhängen, ob der Mensch überhaupt jemals diese Fähigkeit besessen hat und mangelnde Nachhaltigkeit nur ein Problem unserer Zeit ist. Auch schon vor Jahrhunderten – im nächsten Kapitel wird darauf näher eingegangen – wurde Raubbau an der Natur betrieben und zum Beispiel Wälder gerodet. Die Auswirkungen sind bis heute sichtbar, verkarstete Landschaften oder Wüstenbildung. Auch hat die Erde heute eine Weltbevölkerungszahl von ca. 8 Milliarden Menschen zu tragen, wobei allerdings ein Großteil der Probleme von einem nur kleinen Teil der Menschheit verursacht wird.

Auch Rachel Carson, eine Meeresbiologin und Umweltaktivistin in den USA der 1950er und 60er-Jahre hat sich von der Seite der Ökologie an den Nachhaltigkeitsbegriff angenähert. In ihrem Buch „Silent spring – Stummer Frühling“ schreibt sie von der „Erhaltung der Erde“ für „zukünftige Generationen“. (Grober, 2010, S. 33)

In einem Leserbrief von ihr an die Washington Post weiters:

*„Der wahre Reichtum der Nation liegt in den Ressourcen der Erde: Boden, Wasser, Wälder, Mineralien und Wildleben. Sie für die gegenwärtigen Bedürfnisse zu nutzen und gleichzeitig ihre Erhaltung für zukünftige Generationen sicherzustellen, erfordert ein sorgfältig ausgewogenes und langfristig angelegtes Programm.“ (Grober, 2010, S. 33)*

Die heute wohl gebräuchlichste Definition von Nachhaltigkeit wurde im sogenannten Brundtland Report „Our Common Future“ im Jahre 1987 publiziert.

*„Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.“ (Lexikon der Nachhaltigkeit [3], 2011)*

Der nächste Abschnitt behandelt die Entstehungsgeschichte und Entwicklung des Nachhaltigkeitsbegriffes.

## **2.5 Begriffsentstehung „Nachhaltigkeit“**

Betrachtet man die heutige Diskussion, entsteht der Eindruck, dass der Begriff der Nachhaltigkeit bzw. der nachhaltigen Entwicklung erst im ausgehenden 20. Jahrhundert entstanden wäre. Unser heutiger Begriff der Nachhaltigkeit wird auch sehr vielfältig verwendet, was zu einer Verwässerung desselben führt. Ulrich Grober führt in seinem Buch „Die Entdeckung der Nachhaltigkeit“ als *Beispiele „Nachhaltigkeit der Diät“, „nachhaltige Befreiung der Kopfhaut von Schuppen“* oder *„nachhaltiger Ausbau der Kapitalkraft“* an, was ein Abdriften des Begriffs in die Sprache der Reklame darstellt. Als weiteres Beispiel führt er die widersinnige Verwendung in der Form *„nachhaltiges Wachstum“* an. (Grober, 2010, S. 16)

Tatsächlich ist der Begriff und seine Bedeutung, wie wir ihn heute kennen, schon wesentlich länger bekannt. Bereits vor 250 Jahren ist der Begriff „nachhaltig“ – zumindest in der Forstwirtschaft – zu einem Fachterminus geworden. (Grober, 2010, S. 20)

Bereits Hans Carl von Carlowitz (1645-1714), Oberberghauptmann am kursächsischen Hof in Freiberg (Lexikon der Nachhaltigkeit [2], 2011), sprach von einer *„nachhaltenden Forstwirtschaft“*.

Holz war zur damaligen Zeit der wichtigste Rohstoff fürs Bauen, Heizen, Kochen, für Schiffsbau und Bergbau. Jahrhundertlang wurden die Wälder in Europa übernutzt. Im Bergbau entstanden aufgrund des Holzmangels bereits Probleme. Die Umgebung der Bergwerke war oftmals bereits kahl geschlagen.

Carlowitz schrieb 1713 in seinem Werk "Sylvicultura oeconomica" erstmals von einer Bewirtschaftung der Wälder. (Lexikon der Nachhaltigkeit [1], 2011)

*„Wird deshalb die größte Kunst darin beruhen, wie die Conservation und den Anbau des Holzes anzustellen, daß es eine continuierliche beständige und nachhaltige Nutzung gebe, weil es eine unentbehrliche Sache ist, ohne welche das Land in seinem Dasein nicht bleiben mag.“ (Carlowitz & Graffenried, 2009)*

Zur damaligen Zeit eine revolutionäre Idee. Das Leben war hart genug. Das Setzen von Bäumen, die einem zu eigenen Lebzeiten nichts mehr einbringen würden, sondern erst späteren Generationen – dieser Gedanke lag noch fern. Der Anbau von Holz ist vom zeitlichen Rahmen her nicht mit dem Ackerbau zu vergleichen. Die Aufforstung ist ein generationsübergreifender Vorgang.

Bereits der Dichter Johann Wolfgang von Goethe, unter anderem auch Minister eines deutschen, verarmten Zwergstaates, schrieb in seinem Bildungsroman „Wilhelm Meisters Lehrjahre“ (1795/96):

*„... gebackenes Brot ist schmackhaft und sättigend für Einen Tag; aber Mehl kann man nicht säen, und die Saatfrüchte sollen nicht vermahlen werden.“  
(Grober, 2010, S. 10)*

Zur selben Zeit (1761) wurde auch bereits an einem Aufforstungsprogramm gearbeitet. Die Wälder des Herzogtums sollten – in einer Anordnung von Herzogin Anna Amalia wörtlich –

*„eine neue und nachhaltige Forsteinrichtung“*

erhalten. (Grober, 2010, S. 9-10)

*„Mitte des 19. Jahrhunderts übersetzte man „nachhaltige Forstwirtschaft“ ins Englische: „sustained yield forestry“.“ (Grober, 2010, S. 20)*

Der jährliche Zuwachs der Wälder beträgt im Durchschnitt 4%. (Müller & Giber, 2010, S. 19) Will man also einen Wald nachhaltig bewirtschaften, dürfen im Schnitt jährlich nur maximal diese 4% entnommen werden.

Eine stärkere und wichtige Bedeutung erlangte der Begriff in der Brundtland-Definition von 1987.<sup>6</sup> Sie ist maßgeblich für die heutige Bedeutung des Begriffes verantwortlich.

Eine große Verbreitung hat in der Nachhaltigkeits-Diskussion das Drei-Säulen-Modell erlangt.

## 2.6 Drei-Säulen-Modell

Eine nachhaltige Entwicklung (engl. *sustainable development*) kann sich nicht nur auf die ökologischen Aspekte wie Umweltschutz oder Klimaschutz beschränken.

Im Abschlussbericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Deutschen Bundestages lässt sich die Motivation für das Drei-Säulen-Modell erkennen:

*„Eine ökologisch dominierte Nachhaltigkeitspolitik wird im gesellschaftlichen Abwägungsprozeß immer dann unterliegen, wenn sich andere Problemlagen als unmittelbarer, spürbarer und virulenter erweisen(...)“ (Enquete-Kommission, 1998, S. 31)*

Und weiters:

*„Menschen haben Prioritäten hinsichtlich der Befriedigung bestimmter Bedürfnisse. Können die materiellen Grundbedürfnisse nicht befriedigt werden, fällt es den Menschen schwer, bestimmte Probleme wahrzunehmen und deren Lösung anzugehen.“ (Enquete-Kommission, 1998, S. 54)*

Ökologische Ziele werden oft nur solange verfolgt, solange man sie sich „leisten“ kann. Wird zum Beispiel durch einen hohen Ölpreis das Wirtschaftswachstum bedroht und es besteht Gefahr für den Arbeitsmarkt, schwindet schnell der Wille, die ökologischen Ziele weiter zu verfolgen. So hat zum Beispiel US-Präsident Barack Obama im Angesichte einer Wirtschaftskrise im Jahr 2010 angekündigt, ein lange Jahre währendes Moratorium, welches ein Bohren nach Öl und Gas entlang der atlantischen Küstenlinie und der nördlichen Küste Alaskas untersagt, aufzuheben. (Broder, 2010)

---

<sup>6</sup> siehe Kapitel: 2.8 Brundtland Report

Grundsätzlich halte ich dieses Vorgehen nicht für falsch. Das Stecken von Zielen im ökologischen Bereich wird immer unter Annahmen der zu der Zeit jeweiligen, gegebenen wirtschaftlichen – und somit meist auch sozialen – Bedingungen gefällt. Wenn sich diese Rahmenbedingungen, welche als Entscheidungsgrundlage dienen, ändern, müssen unter Umständen die Ziele angepasst werden.

Neben der ökologischen Komponente sind deshalb ebenso eine ökonomische Komponente sowie eine soziale Komponente wichtig und zu betrachten, nicht isoliert voneinander, sondern in einem gemeinsamen Kontext.

Diese drei Komponenten werden auch als die „3 Säulen der Nachhaltigkeit“ bezeichnet.

Im sogenannten Brundtland-Abschlussbericht „Unsere gemeinsame Zukunft“ wurde erstmals ein Konzept der nachhaltigen Entwicklung unter einer gemeinsamen Einbeziehung dieser drei Bereiche vorgestellt.<sup>7</sup>

Die 3 Säulen standen im Laufe der Zeit nicht immer gleichermaßen im Mittelpunkt.

Im 19. Jahrhundert waren die sozialen Fragen von größter Wichtigkeit. Mitte des 20. Jahrhunderts lagen die für die Zukunft zu erwartenden Ressourcenengpässe im Blickpunkt. Dies war vor allem ein Verdienst des Berichtes an den Club of Rome im Jahre 1973.<sup>8</sup> In den 80er- und 90er-Jahren rückte die offensichtliche Belastung und möglicherweise Überlastung des ökologischen Systems mehr ins Zentrum des Interesses. Nun, in der aktuellen Diskussionsphase, gewinnt die soziale Komponente mehr und mehr an Bedeutung. Die Probleme im sozialen Sicherungssystem oder Arbeitslosigkeit bedürfen einer nachhaltigen Lösung. (Enquete-Kommission, 1998, S. 30, 54)

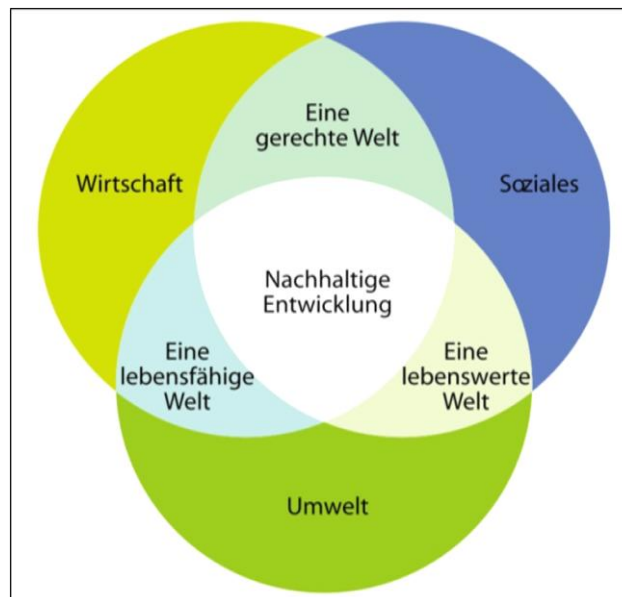
Eine etwas andere Bezeichnung der Säulen findet sich bei L. Wildmann. Er stellt die drei Bereiche in einem Dreieck dar und nennt sie „Ökologische Sicherheit“, „Wirtschaftliche Effizienz“ und „Soziale Gerechtigkeit“. (Wildmann, 2007)

Man kann diese drei Säulen zwar getrennt voneinander betrachten, aber sie ergeben nur gemeinsam das Bauwerk der „Nachhaltigkeit“. Fehlt eine Säule oder wird sie vernachlässigt, ist das Konzept zum Scheitern und das Bauwerk zum Einsturz verurteilt.

---

<sup>7</sup> Siehe Kapitel: 2.8 Brundtland Report

<sup>8</sup> Siehe Kapitel: 2.7 Club of Rome



**Abb. 2 - Säulen der Nachhaltigen Entwicklung  
(Graffenried, 2009)**

In Abbildung 2 wird die Verzahnung der drei Bereiche beschrieben: Nur eine Ausgewogenheit zwischen Ökonomie und Sozialem führt zu einer gerechten Gesellschaft. Wird hingegen der Fokus zu sehr auf wirtschaftliche Belange gelegt und die Umwelt vernachlässigt, führt das auf lange Sicht zu einer nicht lebensfähigen Welt, zumindest so wie wir sie kennen. Genauso führt aber auch ein zu starkes Fokussieren auf die Umwelt unter Vernachlässigen der Wirtschaft zu einer längerfristig nicht lebensfähigen Gesellschaft.

Schlussendlich führt nur ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Umwelt und Sozialem zu einer lebenswerten Welt. Eine soziale Welt darf nicht auf Kosten einer zerstörten Umwelt gehen, und umgekehrt muss der Umweltschutz sozial verträglich sein.

Eine Nachhaltige Entwicklung stellt eine Schnittmenge aus allen Bereichen dar.

## 2.7 Club of Rome

Der 1968 gegründete Club ging aus einer Konferenz in Rom zu den Zukunftsfragen der Menschheit hervor. Seine maximal 100 Mitglieder kommen aus allen Kulturen, Berufen und Wissenschaftsbereichen.

Bekanntheit erlangte der Club durch den Bericht „The Limits to Growth“. 1970 hatte man einem Team von Economic Modelers des MIT (Massachusetts Institute of Technology) den Auftrag gegeben, ein Computermodell in mathematisch fundierter Form zu entwickeln, welches die Entwicklung der Menschheit innerhalb der nächsten 100 Jahren zeigen sollte, unter der Annahme, dass die Wachstumstrends der damaligen 70er-Jahre anhalten würden. Zu der Zeit war der Einsatz von Computermodellen für diesen Zweck ein noch recht neues Wissenschaftsgebiet.

Die Ergebnisse des Berichtes waren derart alarmierend, dass man sich entschied, sie 1972 in Buchform zu veröffentlichen: „The Limits to Growth“. Man kam zum Ergebnis, dass ein Wachstum nicht ewig möglich sein wird und folgerte daraus:

1. Setzt sich der Wachstumstrend unverändert fort, wird es innerhalb der nächsten 100 Jahre zu einen Kollaps unseres Wirtschaftssystems kommen
2. Die aufgezeigten Trends können aber verändert werden; ein Kollaps könnte vermieden werden
3. Je früher gegengesteuert wird, umso größer die Chancen, dass Punkt 2 erfolgreich ist. (Simmons, 2000, S. 11ff)

Eine der Kernaussagen ist, dass bei einer weiter andauernden schnellen Zunahme der Bevölkerung, des industriellen Outputs und des Verbrauchs an Ackerflächen und natürlichen Ressourcen wie in den 70er-Jahren des 20. Jahrhunderts die Menschheit auf massive Einschränkungen und Verknappungen der Ressourcen zusteuert. Am Ende dieser Entwicklung läge ein plötzlicher Niedergang in der Population sowie der industriellen Kapazitäten – ein Kollaps.

Kritiker kritisierten eine mangelnde Datenbasis für die Vorhersagen sowie die Ausblendung technischen Fortschrittes, welcher die Ergebnisse deutlich abmildern würde. Mittlerweile sind nahezu 40 Jahre vergangen. In ihrem 30-Jahres-Update zu „The Limits to Growth“ zeigte der Club of Rome, dass aus dem mathematischen Modell in

den meisten Bereich bereits Wirklichkeit wurde und wir uns bereits im „Overshoot“ befinden. (Sellitsch & Meadows, 2007)

Unter „Overshoot“ wird in der ökologischen Diskussion der Umstand verstanden, dass die Menschheit mehr Ressourcen verbraucht als sie von der Erde zur Verfügung gestellt bekommt. In weiterer Folge wurde auch der Begriff „Earth Overshoot Day“ geprägt, welcher auf jenen Tag im Jahr fällt, an dem der Jahresbedarf an Ressourcen bereits die regenerativen Fähigkeiten der Umwelt übersteigt. (Global Footprint Network, 2009, S. 3)

In der Studie „A Comparison of the Limits to Growth with Thirty Years of Reality“ (Turner, 2008) vergleicht auch Turner Graham Computermodell-Vorhersagen aus „The Limits to Growth“ mit den tatsächlichen Realworld-Daten von 1972 bis 2002. Er zeigt, dass die Vorhersagen des sogenannten „Standard Modells“ mit den tatsächlichen Daten der betrachteten 30 Jahre erstaunlich genau übereinstimmen. Das „Standard Modell“ sieht einen Kollaps für die zweite Hälfte des 21. Jahrhunderts voraus. (Turner, 2008, S. 4ff, 37ff).

Das Buch „The Limits to Growth“ wurde in 30 Sprachen publiziert und über 30 Millionen Mal verkauft (Simmons, 2000, S. 1) und hat so einen großen Anteil an der heutigen Nachhaltigkeitsdiskussion.

„The Limit to Growth“ hat anschaulich durch Computermodelle gestützt Probleme aufgezeigt, auf welche die Menschheit zusteuert. Der Brundtland Report versucht, ein Leitbild zu deren Lösung zu liefern.

## **2.8 Brundtland Report**

Die 1983 durch die Vereinten Nationen gegründete Weltkommission für Umwelt und Entwicklung WCED (World Commission on Environment and Development) veröffentlichte im Jahr 1987 den sogenannten Brundtland-Report, benannt nach der damaligen Vorsitzenden Gro Harlem Brundtland. (Lexikon der Nachhaltigkeit [4], 2011) In diesem Report mit dem Titel „Our Common Future“ („Unsere gemeinsame Zukunft“)<sup>9</sup> wurde versucht, ein Leitbild einer „nachhaltigen Entwicklung“ zu entwerfen.

---

<sup>9</sup> UN Documents – Report of the World Commission on Environment and Development: Our common Future; <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>

Es wurden dabei erstmals normalerweise getrennt betrachtete Problembereiche, wie Umweltverschmutzung, globale Hochrüstung, Schuldenkrisen, Bevölkerungsentwicklung oder Wüstenausbreitung gemeinsam zu betrachten, da einzelne isolierte Maßnahmen zur Lösung nicht ausreichen würden.

Der Bericht hatte großen Einfluss auf die internationale Entwicklungs- und Umweltpolitik und war wohl ausschlaggebend für die Umweltkonferenz in Rio de Janeiro im Jahre 1992. (Lexikon der Nachhaltigkeit [4], 2011)

## **2.9 Umweltkonferenz in Rio de Janeiro / Agenda 21**

Auf der Konferenz für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen (UNCED) in Rio de Janeiro wurde im Jahre 1992 ein umfassendes Aktionsprogramm für das 21. Jahrhundert verabschiedet. Es wurde von mehr als 170 Staaten unterzeichnet. Mit den aufgezeigten und geforderten Schritten soll einer weiteren Verschlechterung der Situation beim Umgang mit den natürlichen Ressourcen entgegengewirkt, und so auf eine nachhaltige Nutzung hingearbeitet und diese erreicht werden. Die Agenda 21 wurde bereits vielerorts zu einer Leitlinie und findet als „Lokale Agenda 21“ in vielen Kommunen ihre Umsetzung und dient als Handlungsprogramm. (Vereinte Nationen, 1992)

## **2.10 Die 20-20-20-Ziele der EU**

Rund 80% des Energieverbrauchs der EU werden durch fossile Brennstoffe gedeckt. Um den Klimawandel zu bekämpfen, muss die Art, wie Energie für die Bevölkerung der EU erzeugt wird, geändert werden. Um dies zu erreichen, hat die EU sich im Jahr 2008 folgende Zielvorgaben gesetzt, die bis zum Jahr 2020 erreicht werden sollen.

- Senkung der Treibhausgasemissionen um 20%
  - Deckung von 20% unseres Energiebedarfs aus erneuerbaren Quellen
  - Verringerung des Energieverbrauchs um 20%
- (Europäische Kommission, 2011)

Als eines der wichtigsten Werkzeuge für eine Senkung der Treibhaus-Emissionen sieht die EU das Emissionshandelssystem. Bei technischen Verfahren setzt man große Hoffnungen auf die Abscheidung und unterirdische Speicherung von Kohlendioxid.

Um weitere CO<sub>2</sub>-Emissionen zu vermeiden, soll der Anteil an erneuerbaren Energien stark gesteigert werden. Es wird hier nicht nur an die Stromproduktion gedacht (Solarenergie, Windkraftwerke, Gezeitenkraftwerke), sondern auch an Energie aus Biomasse, wie zum Beispiel Hackschnitzelanlagen oder Biokraftstoff für den KFZ-Verkehr. Es soll damit aber auch die Abhängigkeit von Energieimporten in Form von Öl und Gas reduziert werden. Diese erneuerbaren Energieformen bringen meist eine Dezentralisierung mit sich, eine hohe Anzahl an kleinen Anlagen. Dies bringt Probleme bei den elektrischen Netzen mit sich, denen mit Hilfe von Smart Grids<sup>10</sup> begegnet werden soll. Eine Voraussetzung für ein funktionierendes Smart Grid ist auch die Einführung der Smart Metering-Technologie.

Die dritte Herausforderung stellt ein Erhöhen der Energieeffizienz dar. Hierfür werden Schritte gesetzt, wie das Verbot von Glühlampen und die Einführung von Energiesparlampen, oder eben die Einführung der Smart Metering-Technologie. Aber vor allem auch in der Gebäudetechnik (verantwortlich für 40% des Energieverbrauchs der EU), dem Straßenverkehr (26%) und der verarbeitenden Industrie (25%) werden große Einsparungspotentiale gesehen. (Europäische Kommission, 2011)

Die Sinnhaftigkeit einer Effizienzsteigerung in allen Bereichen der Energiewirtschaft wird einem nach folgendem Zitat klar:

*„A large amount of the energy we harvest from the world around us is lost in the process of energy generation. [...] More than half is lost in various ways rather than being converted into useful energy.“ (Tomlinson, 2010, S. 34)*

Die Smart Metering-Technologie soll einen Teil dazu beitragen, eine Effizienzsteigerung zu bewirken und diese gesteckten 20-20-20-Ziele der EU zu erreichen.

Ein Teil dieser Bemühungen wurde auch in der „Richtlinie 2006/32/EG über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen“ durch das EU-Parlament festgelegt. In dieser Richtlinie wurde als Ziel für die EU-Mitgliedsstaaten eine Energieeinsparung von 9% im Vergleich zu den Jahren 2001 bis 2005 festgelegt. Dieses Ziel soll bis

---

<sup>10</sup> Siehe Kapitel: 3.6 Smart Grid

2016 realisiert werden. Die Mitgliedsstaaten können sich aber auch selbst ein höheres Ziel als 9% setzen. (Europäische Union, 2006, S. 2ff)

Der Entschließungsantrag betreffend Anreizmodell für Smart Meter-Installationen, welcher 2011 das Parlament passiert hat, sieht die Smart Metering-Technologie als wichtige Weiterentwicklung der Ablesetechnik für den Bereich der Haushaltskunden an und sieht erkennbare Vorteile für die Volkswirtschaft. Es wird von einer Senkung des Stromverbrauches im Haushaltsbereich von 3% - 10% und eine Steigerung der Energieeffizienz ausgegangen und somit auf die Bedeutung des Smart Metering für das Erreichen der Klimaschutzziele hingewiesen. Da internationale Studien einen gesteigerten volkswirtschaftlichen Nutzen bei einer schnellen Einführung zeigen würden, wird eine möglichst rasche Einführung empfohlen. Um die 140 Netzbetreiber Österreichs hierzu zu motivieren, soll in den nächsten Jahren bis 2013 pro installiertem Smart Meter ein Abschreibungsbetrag geschaffen werden. (Abgeordneter Ing. Hofer, 2010)

## **2.11 Zusammenfassung**

Dieses Kapitel gab einen Überblick über die Entstehung der Begriffe „Nachhaltigkeit“ bzw. „nachhaltige Entwicklung“. Es wurde gezeigt, dass es sich hierbei nicht erst um eine Begrifflichkeit unserer Zeit handelt. Schon vor Jahrhunderten gab es Fälle von Raubbau an der Umwelt, welche auch schon viele Generationen betrafen. Sogar heute sind die Auswirkungen und Folgen davon noch zu sehen. Auch damals gab es bereits die Einsicht, dass es zu Problemen führt und dass Nachhaltigkeit notwendig ist. Das globale Ausmaß der Ausbeutung der Ressourcen unserer Umwelt sowie die Notwendigkeit einer „nachhaltigen Entwicklung“ heute ist aber in der Menschheitsgeschichte einzigartig. Die Menschheit hat - bereits vor Jahren - den Punkt überschritten, wo verbrauchte und zur Verfügung stehende Ressourcen sich noch im Gleichgewicht befanden.

Die lange Zeit über praktizierte Umweltpolitik war meist kurzfristig und einzelfallorientiert. (Enquete-Kommission, 1998, S. 32) Durch Berichte wie „The Limit to Growth“ wurde das Bewusstsein geschaffen, dass die Probleme größer sind als ursprünglich gedacht und es somit einer anderen, größeren und globaleren Herangehensweise bedarf, um ihnen zu begegnen.

Die Anknüpfungspunkte zwischen den gesteckten Zielen im Bereich Nachhaltiger Entwicklung und der Smart Metering-Technologie werden in Kapitel 4 beleuchtet.

Im nächsten Kapitel wird auf die Entstehungsgeschichte der Stromzähler und die technischen Grundlagen des Smart Metering eingegangen.

## 3 Technische Grundlagen

### 3.1 Elektrische Kenngrößen

Bei der Diskussion über Stromzähler – seien es noch alte gebräuchliche Analogzähler (zum Beispiel Ferrariszähler) oder die neuen digitalen Zähler (zum Beispiel Smart Meter) – kommt man um einige elektrische Kenngrößen nicht herum. In diesem Kapitel sollen deshalb die wichtigsten und am häufigsten vorkommenden Begriffe kurz erläutert werden.

#### Gleichstrom / Wechselstrom

Neben Gleichstrom und Wechselstrom gibt es ebenfalls die verbreiteten Bezeichnungen Gleichspannung und Wechselspannung. Es wird hierbei dasselbe gemeint.

Beim elektrischen Strom – unabhängig ob Gleich- oder Wechselstrom - handelt es sich um freie Elektronen in Metallen (oder anderen leitenden Materialien, wie zum Beispiel Carbon), welche in eine bestimmte Richtung bewegt werden. Es findet ein gerichteter Ladungstransport statt. (Marinescu & Winter, 2. Auflage 2007, S. 2)

Diese negativen Ladungsträger wandern von einem Pol, der negativ geladen ist, zu einem positiv geladenen Pol. Die Elektronen fließen also vom Minuspol zum Pluspol. Für regelmäßige Irritierung sorgt aber, dass in der Literatur und in der Technik die „technische Stromrichtung“ genau umgekehrt angegeben wird, also von Plus nach Minus. Dies ist noch ein Relikt aus alter Zeit, als man noch annahm, dass die Ladungsträger des elektrischen Stromes positiv wären. Als entdeckt wurde, dass die negativen Elektronen die tatsächlich verantwortlichen Ladungsträger sind, hat man die alte Definition trotzdem beibehalten. Somit gilt: „Die Elektronen fließen von – nach +, der Strom fließt aber von + nach –.“

Bei der technischen Verwendung von Strom wird nun zwischen Gleichstrom und Wechselstrom unterschieden. Unter anderem hat dies auch Auswirkungen auf die Messverfahren, da hier unterschiedliche Techniken verwendet werden müssen.

*„Gleichstrom ist ein elektrischer Strom, der stets in gleicher Richtung und gleicher Stärke fließt.“ (Meister, 13. Auflage 2005, S. 30)*

Im Gegensatz dazu wird Wechselstrom folgendermaßen definiert:

*„Wechselstrom ist ein Strom, der periodisch seine Richtung und Stärke ändert.“ (Meister, 13. Auflage 2005, S. 31)*

Die technischen Gründe dafür, dass unser Stromnetz heute (größtenteils) auf Wechselstrom basiert, obwohl viele Verbraucher im Haushalt auch auf Gleichstrom angewiesen sind, ist auf mehrere Gründe zurückzuführen. Zwei der wohl wichtigsten Gründe sind:

- Bei der Erzeugung elektrischer Energie ist es einfacher, große Leistungen mittels Wechselstrom- bzw. Drehstromgeneratoren zu erzeugen. Auch lassen sich so einfacher höhere Spannungen erzeugen.
- Für eine effiziente, mit möglichst wenigen Verlusten behaftete Übertragung des Stromes über große Entfernungen werden sehr hohe Spannungen benötigt. Diese lassen sich nicht direkt im Generator erzeugen. Sie müssen erst mittels Transformatoren hochtransformiert werden. Gleichstrom lässt sich nicht hochtransformieren bzw. erst seit kurzem und mit wesentlich höherem technischen Aufwand. Wechselstrom hingegen kann relativ einfach in der Spannung hoch- und heruntertransformiert werden.

(Marinescu & Winter, 2. Auflage 2007, S. 139)

Der Siegeszug des Wechselstromes bei der Erzeugung und Übertragung von elektrischer Energie startete bereits Ende des 19. Jahrhunderts. Näheres dazu im Kapitel 3.2 Erste Stromzähler.

Bei unseren heutigen Stromnetzen ist eine sinusförmige Wechselspannung mit einer Frequenz von 50Hz (Europa) bzw. 60Hz (USA) gebräuchlich. Diese Frequenzen ergaben sich aus dem Umstand heraus, dass eine niedrigere Frequenz leichter zu handhaben ist als eine hohe und auf der anderen Seite aber Glühlampen und deren emittiertes Licht nicht im Auge des Betrachters flackern sollte. (Marinescu & Winter, 2. Auflage 2007, S. 140)

Bei Gleichspannung/Gleichstrom liegt eine Gleichspannung an und es fließt ein Gleichstrom. Gleiches gilt für Wechselspannung/Wechselstrom.

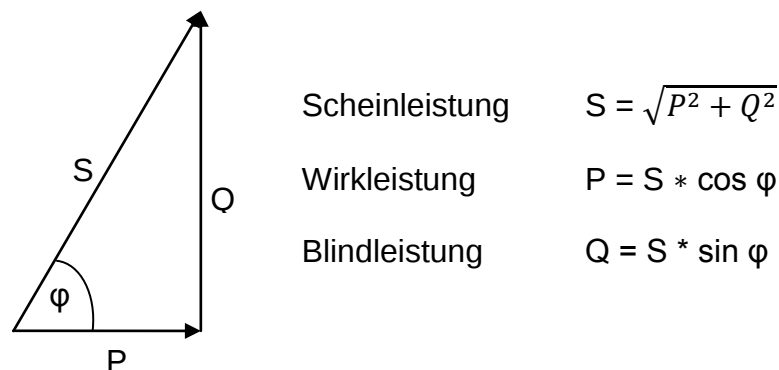
Zu den Unterschieden in den Messverfahren zwischen Gleich- und Wechselstrom wird im Kapitel 3.2 Erste Stromzähler eingegangen.

### Wirkleistung / Blindleistung / Scheinleistung

Im Zusammenhang mit Wechselstrom und in weiterer Folge der Messung von Verbrauchswerten mittels Stromzähler stößt man bald auf die Begriffe Wirkleistung, Blindleistung und auch Scheinleistung. Diese Größen sind folgendermaßen definiert, wobei  $U$  für die Spannung,  $I$  für den Strom und  $\varphi$  für den Phasenverschiebungswinkel steht:

$$\begin{aligned}\text{Scheinleistung:} & \quad S = U \cdot I \\ \text{Wirkleistung:} & \quad P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \\ \text{Blindleistung:} & \quad Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi \\ & \quad (\text{Steffen \& Bausch, 6. Auflage 2007, S. 207})\end{aligned}$$

Um die Zusammenhänge zwischen Wirkleistung, Blindleistung und Scheinleistung besser zu verstehen, eignet sich die Zeigerdarstellung sehr gut:



**Abb. 3 - Leistungsdreieck**  
(Steffen & Bausch, 6. Auflage 2007, S. 207)  
(Marinescu & Winter, 2. Auflage 2007, S. 175)

Im Gegensatz zum Gleichstrom, bei dem die Leistungsbestimmung durch das Messen von Strom und Spannung erfolgt, ist die Bestimmung von Augenblickswerten bei Wechselstrom nicht so einfach möglich. Durch Phasenverschiebung oder einen nicht sinusförmigen Verlauf einer der Größen ist es in der Praxis oft nicht möglich, durch

die gemessenen Effektivwerte die Leistung zu erhalten. Um die Wirkleistung zu messen, wird deshalb über eine Zeitperiode, die ein ganzzahliges Vielfaches der Periodendauer entspricht, ein Mittelwert gebildet. (Wikipedia - Leistungsmesser, 2011)

Die Wirkleistung gibt die elektrische Leistung an, welche zur Umwandlung in andere Leistung (zum Beispiel mechanisch in einem Motor) verfügbar ist. (Wikipedia - Wirkleistung, 2011)

Im Gegensatz dazu steht die Blindleistung für die Leistung, welche eben nicht zur Umwandlung zur Verfügung steht. Blindleistung entsteht durch induktive sowie auch kapazitive Verbraucher. Bei induktiven Verbrauchern (zum Beispiel Transformatoren) werden magnetische Felder erzeugt. Bei kapazitiven Verbrauchern (zum Beispiel Kondensatormotoren oder Erdkabel) entstehen elektrische Felder.

Diese Felder werden aufgebaut und durch den periodischen Vorzeichenwechsel bei Wechselstrom auch wieder abgebaut. Beim Abbau des Feldes fließt Energie zurück ins Netz.

Diese Blindleistung ist eine nicht gewollte elektrische Größe, weshalb versucht wird, sie so klein wie möglich zu halten.

Bei Haushaltsstromzählern (zum Beispiel die derzeit noch am häufigsten gebräuchlichen analogen Ferrarisähler) wird nur die Wirkleistung gemessen. Die Messung der Blindleistung wäre zu aufwändig. Anders sieht es im industriellen Umfeld aus, wo große induktive und auch kapazitive Verbraucher zum Einsatz kommen. Hier wird neben der Wirkleistung auch die Blindleistung gemessen und verrechnet.

Der Vollständigkeit wegen sei in diesem Zusammenhang auch noch die Scheinleistung erwähnt. Sie bezeichnet bei einem elektrischen Verbraucher die ihm zuzuführende elektrische Leistung. Sie kann – abhängig von der Blindleistung – höher sein, als die vom Verbraucher abgegebene Leistung. Sie kann aus dem Produkt aus Spannung und Strom gebildet werden, so wie auch die Leistung beim Gleichstrom ermittelt wird. (Pflüger, 1954, S. 50 ff)

Die Scheinleistung  $S$  setzt sich zusammen aus der Wirkleistung  $P$  und der Blindleistung  $Q$ , es gilt (Wikipedia - Scheinleistung, 2011):

$$S = U * I = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Mit Hilfe der Scheinleistung kann man den für die Energietechnik auch wichtigen Leistungsfaktor berechnen:

$$1 \geq \frac{P}{S} = \cos \varphi \geq 0$$

*„Der Leistungsfaktor gibt an, wie viel Prozent der Scheinleistung S als Wirkleistung P umgesetzt wird.“ (Meister, 13. Auflage 2005, S. 256)*

Es zählt zu einer der wichtigsten Aufgaben in der Energietechnik, diesen Faktor möglichst groß zu halten - je größer der Anteil der Wirkleistung an der Scheinleistung, desto besser, da dann die Blindleistung sehr gering ist. (Marinescu & Winter, 2. Auflage 2007, S. 175)

Obwohl sich bei allen drei Leistungsgrößen die Einheit durch  $V \cdot A$  ergibt, hat man drei verschiedene Bezeichnungen für eine bessere Unterscheidung gewählt.

Scheinleistung wird mit der Einheit „VA“ gemessen, Wirkleistung mit der Einheit „W“ und die Blindleistung mit der Einheit „Var“. (Steffen & Bausch, 6. Auflage 2007, S. 207)

## **Wirbelströme**

*„Wird Metall in einem Magnetfeld bewegt, so entstehen im Metall Wirbelströme, welche die Bewegung bremsen. Wirbelströme entstehen auch, wenn ein magnetisches Wechselfeld Metall durchdringt.“ (ITWissen - Das Große Online-Lexikon für Informationstechnologie)*

Wirbelströme können ein nicht gewünschter Effekt sein, zum Beispiel die Wirbelstromverluste in einem Elektromotor. Die dabei entstehenden Ströme werden aufgrund ihres scheinbar ungeordneten Verlaufs als Wirbelströme bezeichnet. (Meister, 13. Auflage 2005, S. 171). Es entsteht Wärme, welche in einem Elektromotor nicht erwünscht und somit den Verlusten zuzuschreiben ist. In anderen Bereichen hingegen wird der Effekt bewusst ausgenutzt - zum Beispiel bei Induktionskochfeldern. Wirbelströme treten ebenfalls beim heute noch zum Großteil verwendeten Ferraris-Zähler auf und werden als Wirbelstrombremse genutzt, um ein Bremsmoment auf die Ferrarisscheibe wirken zu lassen. Die dabei entstehenden Wirbelströme verursachen Magnetfelder, welche einen bremsenden Effekt auf die leitende Ferrarisscheibe ausüben. (Pflieger, 1954, S. 42)

## **Elektromagnetische Wellen**

Elektromagnetische Wellen sind Wellen, die aus einer Verschmelzung von elektrischen und magnetischen Feldern hervorgehen. Elektrische Felder bilden sich zwischen zwei elektrischen Ladungen mit unterschiedlichen Vorzeichen. Magnetische Felder wiederum entstehen dann, wenn elektrische Ladungen bewegt werden, zum Beispiel in einem stromdurchflossenen Leiter. (Huber & Knirsch-Wagner, 1. Auflage 2007, S. 35)

Die Existenz von elektromagnetischen Wellen wurde von Heinrich Rudolf Hertz um 1886 nachgewiesen. Seine Ergebnisse waren Grundlage für die Entwicklung der drahtlosen Telegrafie, des Radios bis hin zur heutigen Kommunikation von Smart Metern über Funk. (Wikipedia - Heinrich Hertz, 2011)

Die Frequenz, mit der eine elektromagnetische Welle schwingt, wird in „Hertz“ angegeben.

Elektromagnetische Wellen werden auch als Funkwellen bezeichnet, wenn es sich um technisch erzeugte, meist in der Nachrichtentechnik verwendete Radiowellen handelt.

Beim Smart Metering bzw. der Vorstufe (AMR-Technik) werden Frequenzen von 868Mhz benutzt oder bestehende Mobilfunknetze verwendet, mit GSM/GPRS und einem Frequenzbereich um 900Mhz bzw. 1800Mhz oder mit UMTS und einem Frequenzbereich zwischen 1.900 - 2.170MHz. (Bayern, 2006, S. 4) (Huber & Knirsch-Wagner, 1. Auflage 2007, S. 40)

Schon seit Jahren stehen elektromagnetische Wellen in Verdacht, negative Folgen auf die Gesundheit zu haben. Die Einführung von Smart Metern und deren Kommunikation über Funk oder Powerline sorgt in dieser Diskussion für neuen Zündstoff. Dieses Thema wird im Kapitel 5.1 Gesundheitliche Risiken näher beleuchtet.

## **3.2 Erste Stromzähler**

Bereits 1872 wurde der erste Stromzähler vom Amerikaner Samuel Gardiner erfunden und zum Patent angemeldet, bereits 7 Jahre vor der Erfindung der Glühbirne durch den amerikanischen Erfinder Thomas Alpha Edison.

Im Gegensatz zu den heute gebräuchlichen Wechselstromzählern handelte es sich hierbei noch um einen Gleichstromzähler.(kwh-preis.de)

Das Arbeitsprinzip glich einer Stoppuhr. Es wurde angezeigt, wie lange Strom durch Lampen floss.(Winfwiki)

Als Thomas Alpha Edison 1879 die erste Elektrizitätsgesellschaft gründete, entstand die Notwendigkeit, den verbrauchten Strom zu messen. Er erfand einen elektrochemischen Amperestundenzähler. (Winfwiki) Bei diesem wird der Effekt ausgenutzt, dass bei der Elektrolyse der Metalle die abgeschiedene Metallmenge proportional der Amperestundenzahl ist. (Academic dictionaries - Elektrizitätszähler) Thomas Alpha Edison verwendete bei seinem Amperestundenzähler für die Elektrolyse Zinkplättchen. Zwischen zwei Zinkplättchen, welche Anode und Kathode darstellen, wurde Strom durch einen Elektrolyten – zum Beispiel Kupfersulfat – geleitet. Das abgelöste Zink von der Anode lagerte sich an der Kathode an. Die Gewichtsänderung der Plättchen wurde nach einem gewissen Zeitintervall durch Abwiegen gemessen. Da die Ablösung an der Anode und die Ablagerung an der Kathode proportional zur Stromstärke war, konnte so festgestellt werden, wie viel Strom durch den Leiter geflossen war. Das Wiegen musste sehr genau erfolgen, weshalb das Verfahren recht fehleranfällig war.

In einer späteren Weiterentwicklung verwendete Thomas Alpha Edison ein Zählwerk, welches durch die Gewichtsänderung der Elektroden angetrieben wurde. Anode und Kathode wurden hierbei mechanisch unter einem Waagebalken hängend in ein Gleichgewicht gebracht. Durch den Stromfluss löste sich Zink von der Anode, welche dadurch leichter wurde. In gleichen Masse lagerte sich das Zink dann an der Kathode ab, wodurch diese schwerer wurde.

Das Absinken der Kathode wurde über eine Achse an das Zählwerk übertragen. Um einen kontinuierlichen Messvorgang zu erreichen, musste nun nur noch die Stromrichtung umgepolt werden um Kathode und Anode zu vertauschen. Der Prozess kehrte sich somit um und die Achse drehte sich wieder in die andere Richtung. Das Zählwerk war dabei so konstruiert, dass es in beiden Drehrichtungen der Achse zu einem vorlaufenden Zählvorgang kam. (Academic dictionaries - Elektrizitätszähler)

Ebenfalls aus jener Zeit stammt der Aronsche Pendelzähler, der nach seinem Erfin-

der Hermann Aron, Professor auf dem Gebiet der Elektrotechnik, benannt wurde. (Wikipedia - Hermann Aron) (Electrosuisse)

Bei diesem 1884 von Aron erfundenen Zähler wurden im Prinzip 2 Pendeluhrn verwendet. Eine Pendeluhr diente als Referenz. Das Pendel bewegte sich frei und unbeeinflusst. Hingegen wirkte auf das Pendel der zweiten Pendeluhr das Magnetfeld einer Spule, die von dem zu messenden Strom durchflossen wurde. Dadurch wurden Geschwindigkeit und Ausschlag des Pendels beeinflusst. Die Differenz wurde über ein Differentialgetriebe auf ein Zählwerk übertragen. Floß kein Strom durch die Spule, gab es auch keine Differenz der Pendelgeschwindigkeiten, und das Zählwerk stand still. Vorteil des Aronschen Pendelzählers gegenüber einem elektrochemischen Zähler von Edison war die höhere Genauigkeit. (Electrosuisse) (Academic dictionaries - Elektrizitätszähler) Eine noch höhere Genauigkeit wurde später mit der Weiterentwicklung der Aronschen Pendelzähler erreicht, den Wattzählern. Hier wurden beide Pendel durch Verbrauchsstromspulen im entgegengesetzten Sinn beeinflusst. Dadurch wurde ein Pendel beschleunigt und ein Pendel abgebremst. Eventuelle Laufunterschiede der Pendel im Leerlauf - kein Strom fließt – wurden so ausgeglichen.

Zu jener Zeit gab es noch kein Stromnetz, wie wir es heute kennen. Um 1890 war noch nicht klar, worauf die Vereinigten Staaten von Amerika bei der flächendeckenden Stromversorgung setzen sollten: Gleichspannung oder Wechselspannung<sup>11</sup>. Eine Übertragung von Strom über weite Distanzen war noch nicht möglich, beschränkte sich bei Gleichspannung auf wenige Dutzend bis hundert Meter. Die beiden Erfinder Thomas Alva Edison (favorisierte Gleichspannung) und George Westinghouse (favorisierte Wechselspannung) trugen ihren Streit, welche Technik sich besser für eine flächendeckende Stromversorgung eignen würde, über Tageszeitungen aus. Dabei handelte es sich nicht um einen rein wissenschaftlichen Diskurs, sondern es ging um die Marktvorherrschaft. Heute wird diese damals öffentliche, über die Medien ausgetragene Auseinandersetzung als der „Stromkrieg“ bezeichnet. Sie gilt als die erste wirtschaftliche Auseinandersetzung um eine technische Standard-Lösung der Industriegeschichte. (Wikipedia - Stromkrieg) In der jüngeren Geschichte gab es zum Beispiel solch einen „Formatkrieg“ zwischen den Speichermedien Blu-Ray und HD-DVD, welchen die Blu-Ray für sich entscheiden konnte.

---

<sup>11</sup> Anmerkung: Umgangssprachlich wird auch von Gleichstrom und Wechselstrom gesprochen.

Stromzähler für die Messung von Gleichstrom arbeiteten mithilfe eines Gleichstrommotors. Die Drehzahl ist proportional zum Strom der durch den Anker des Motors fließt und wird somit zur Registrierung der Elektrizitätsmenge verwendet indem über eine Getriebeübersetzung ein Zählwerk angetrieben wird. (Pflieger, 1954, S. 160ff)



**Abb. 4 - Historischer Gleichstromzähler  
(Wikipedia - Stromkrieg)**

Ein Experiment im Jahre 1891 in Deutschland von Oskar von Miller erregte weltweit Aufsehen. Es gelang ihm auf 15.000 Volt hochtransformierten Wechselstrom über eine Überlandleitung 175 Kilometern weit zu transportieren.

Zur damaligen Zeit konnte Gleichstrom gerademal einige 100 Meter weit transportiert werden. (Mission X: Der Stromkrieg, 2006, S. 6)

Es dauerte nicht mehr lange, bis ein Sieger im sogenannten Stromkrieg feststand. Der Bau des ersten großen Kraftwerkes am Fluss Niagara im Jahre 1895 führte zum Durchbruch des Wechselstromes. Bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts waren in Europa die Gleichspannungsnetze praktisch vollkommen verschwunden. In Amerika hat sich die Versorgung durch Gleichstrom noch länger in Nischen halten können. Erst im Jahre 2007 wurde vom New Yorker Stromlieferanten ConEdison der Betrieb des letzten Gleichspannungsnetzes in Manhattan eingestellt. Im Zeitraum zwischen 1998

und 2007 wurden so über 6000 Gleichstromzähler und 4500 Kunden aus dem System entfernt. Es handelte sich hier hauptsächlich um die Versorgung von Liften. (conEdison, 2007)

Bei der Verbrauchsmessung im Wechselstromnetz hat sich im Haushaltsbereich der Ferrariszähler durchgesetzt. Er wird nun seit ca. 100 Jahren verwendet.

### 3.3 Ferrariszähler

Ein Ferrariszähler (auch Haushaltszähler genannt) ist ein elektromechanischer Stromzähler und basiert auf dem Induktionsprinzip. Benannt ist er nach dem italienischen Physiker und Ingenieur Galileo Ferraris (1847 – 1897), der sich in seinen wissenschaftlichen Arbeiten mit der Wechsel- und Drehstromtechnik befasste. Der Ferrariszähler ist bis zur heutigen Zeit der am häufigsten anzutreffende Haushaltszähler.

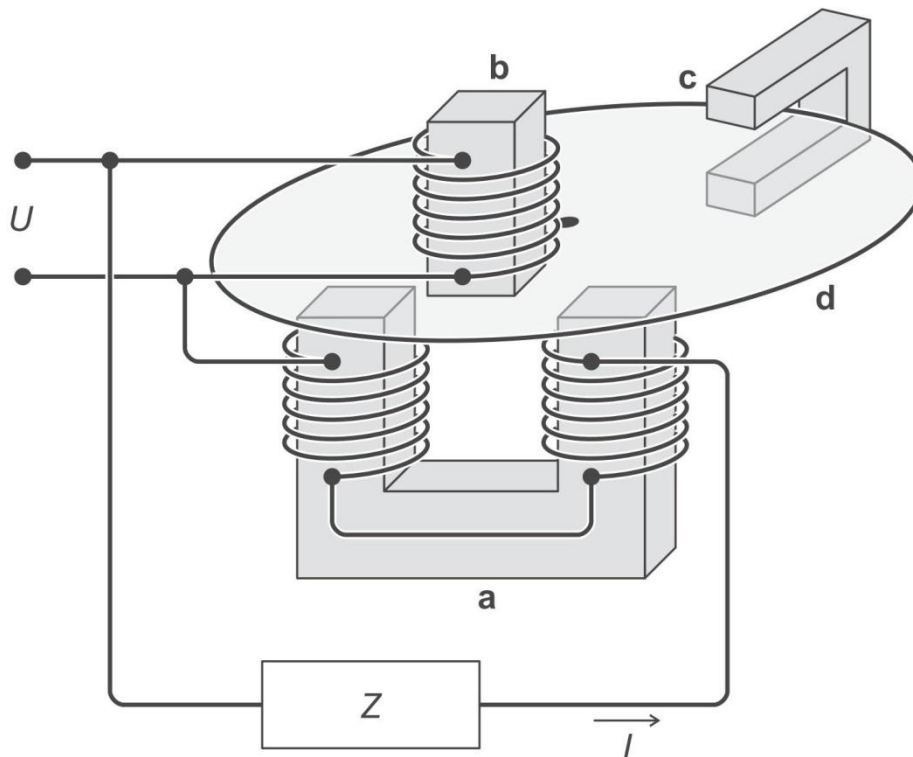


**Abb. 5 - Haushaltszähler  
(Kergigo.de)**

#### Funktionsweise

Herzstück eines Ferrariszählers ist eine Aluminium- oder Kupferscheibe oder eine Scheibentrommel. Bei den in Haushalten meistens verbauten Ferrariszählern wird eine Aluminiumscheibe verwendet, die auch von außen durch ein Sichtfenster zu betrachten ist. Diese Ferrarisscheibe [Abb. 6, d] kann sich frei drehen und ist zwischen zwei Erregerspulen gelagert, die Spannungsspule [Abb. 6, b] im Spannungskreis  $U$ , sowie die Stromspule [Abb. 6, a] im Verbraucherstromkreis mit den angeschlossenen Verbrauchern  $Z$ .

Durch die entstehenden Magnetfelder wirkt ein Drehmoment auf die Scheibe, welches proportional zum Produkt aus Strom und Spannung ist. Über die induzierten Wirbelströme wird die Scheibe angetrieben.



**Abb. 6 - Wechselstromzähler  
(Leybold Didactic)**

Zusätzlich wird ein Permanentmagnet [Abb. 6, c] verbaut, der auf die Aluminiumscheibe wirkt und so als Wirbelstrombremse fungiert. Dies ist nötig, weil ohne ein Bremsmoment die Umdrehungsgeschwindigkeit der Aluminiumscheibe immer weiter ansteige, da die Beschleunigung stetig aufintegriert werden würde. Durch die Wirbelströme wird die Drehbewegung dermaßen abgebremst, dass sich eine Drehzahl proportional zur elektrischen Wirkleistung einstellt. Durch eine korrekte Kalibrierung des Zählers führt die Blindleistung dann zu keinem zusätzlichen Drehmoment, wird also nicht gezählt. Die Drehung der Scheibe wird dann über eine Welle und ein Schneckengetriebe stark verlangsamt an ein Zählwerk weitergegeben. (Pfler, 1954, S. 82-97) (Leybold Didactic)

Das Drehmoment, welches durch die Spannungs- und die Stromspule auf die Scheibe wirkt, könnte man zum Beispiel auch über eine Feder bremsen und so einen auf der Welle montierten Zeiger die Momentanleistung anzeigen lassen.

Für die Messung von Dreiphasenstrom (Drehstrom) gibt es einen erweiterten Ferrariszähler. Hier werden dann zwei Ferrarisscheiben verbaut, die über eine Welle fix miteinander verbunden sind. Die Anzahl der Spannungs- sowie der Stromspulen wird im Gegensatz zum Einphasenstromzähler dann von jeweils einer auf jeweils drei Spulen erhöht. (Leybold Didactic, S. 4)

In der Industrie sind bereits seit Jahren auch sogenannte Lastgangzähler in Verwendung. Der einfache Ferrariszähler in den Haushalten misst nur den verbrauchten Strom. Wird einmal jährlich der Verbrauch abgelesen, kann nur festgestellt werden, wie viel Strom in diesem Zeitraum in Summe verbraucht wurde, aber nicht, wann dies geschah. Beim Lastgangzähler wird zusätzlich zur erfassten verbrauchten Strommenge auch die Leistung in einer bestimmten Registrierperiode gemessen, zum Beispiel in Intervallen von 15, 30 oder 60 Minuten. (Verband der Netzbetreiber VDN e.V., 2003, S. 24) Diese Werte können vom Stromlieferanten herangezogen werden, um Lastprofile zu erstellen. Für den Haushaltskunden, bei dem das nicht möglich ist, werden Standardlastprofile verwendet. Der technische und organisatorische Aufwand eines Lastprofilzählers wäre für Kleinkunden oder Haushalte zu groß. (Otto Kalab)

Die neuen Smart Meter sollen aber auch diese Funktionalität bieten.

### **Optische Fernauslesung bei elektromechanischen Ferrariszählern**

Eine Vorstufe zum Smart Meter stellt die optische Fernauslesung für mechanische Zähler dar. Hier wird der mechanische Ferrariszähler beibehalten und mit einem Zusatzmodul ergänzt (siehe Abbildung 8). Der Stand des Zählwerkes wird über einen Spiegel umgelenkt und von einem Scanner abgelesen. Mittels eines OCR-Prozesses (Optical Character Recognition), werden die Bildinformationen in Byte-Werte umgewandelt und sind so bereit, verschickt zu werden.

Der Versand der Daten an den Stromlieferanten kann dann kabelgebunden oder über Funk (zum Beispiel mittels GSM/GPRS)<sup>12</sup> erfolgen, wobei es sich hier nur um eine unidirektionale Verbindung handelt, es können nur Werte abgelesen werden. (Xemtec - optical sensing solutions)

---

<sup>12</sup> Siehe Kapitel: 3.5.3 Datenkommunikation



**Abb. 7 - Comet© Optical Meter Reader der Firma Xemtec  
(Xemtec - optical sensing solutions, S. 2)**

Diese Art der Datenübermittlung wird (vom Hersteller Xemtec) bereits zur Kategorie des AMR gezählt.

### **3.4 AMR, AMI und AMM**

Es gibt bis heute keine klare Definition, was genau ein Smart Meter ist. Folgende Begriffe werden aber im Kontext mit Smart Meter verwendet und für eine Kategorisierung eingesetzt.

#### **Automatic Meter Reading (AMR)**

Hierbei handelt es sich um eine nur unidirektionale Kommunikation. Verbrauchsdaten werden ermittelt und an den Stromversorger übermittelt. Dies kann auf verschiedenen Übertragungswegen passieren, zum Beispiel durch GSM/GPRS oder TCP/IP. Aber auch das Auslesen der Daten mittels mobilen Datensammlers über Funk durch Personal des Messdienstes vor Ort ist möglich, wobei durch die Funkübertragung ein Ablesen im Treppenhaus oder sogar bereits vom Vorgarten aus möglich ist – „walk-by“ meter reading. Ein ähnliches System, „drive-by“-meter reading, wird in Fahrzeugen installiert. Das Stromablesepersonal muss dann nur in dem Servicebereich eine vorgegebene Route abfahren, und die Daten der AMR-Meter werden automatisch ausgelesen. (ARAD Technologies LTD.) (Homerider Systems) (Qundis [2], S. 3ff)

Beide Systeme bieten den Vorteil, dass Terminabsprachen mit Kunden und Mietern nicht nötig sind.

Je nach System können vom Kunden auch direkt am Gerät die Verbrauchsdaten abgelesen werden.

In der Regel handelt es sich bei AMR-Zählern um elektronische Stromzähler, also es wird keine Ferrarisscheibe mehr für die Verbrauchsermittlung verwendet. (M&C Energy, S. 3) Das in Abb. 8 dargestellte Optical Meter Reading Modul für elektromechanische Ferrariszähler der Firma Xemtec stellt hier eine Ausnahme dar, und wird von Xemtec selber zur AMR-Kategorie gezählt. (Xemtec - optical sensing solutions, S. 1)

### **Automated/Advanced Metering Infrastructure (AMI)**

AMI stellt die Erweiterung der einfacheren AMR-Systemen dar. Es handelt sich hier um ein System, das in beide Richtungen kommuniziert. Das bedeutet, dass nicht nur Messdaten weitergeleitet, sondern dass auch Steuerbefehle empfangen werden können. Zum Beispiel ist es so möglich, einen Stromanschluss eines zahlungssäumigen Kunden zu deaktivieren oder eine Strommengenbeschränkung zu aktivieren. Erst bei Bezahlung der Rechnung wird dann der Stromanschluss wieder über denselben Kommunikationskanal freigeschaltet.

Auch eine Kommunikation mit anderen Messgeräten, wie zum Beispiel mit Gas- oder Wasserzählern, kann bei AMI-Systemen ermöglicht werden, sowie die Ansteuerung von Stromverbrauchern, um auf die Anforderungen des Strommarktes (Vermeidung von Spitzenlasten) zu reagieren. AMI beinhaltet also nicht nur den Stromzähler an sich, sondern auch externe Sensoren, In-Home Displays, Software und die Kommunikationstechnologie. (M&C Energy, S. 4)

Wird heute von Smart Meter („Intelligenter Stromzähler“) und deren flächendeckende Einführung gesprochen, dann sind hier fast immer Systeme der Kategorie AMI gemeint, also Systeme mit echter 2-Wege-Kommunikationsmöglichkeit. Bereits seit längerer Zeit installierte „Smart Meter“ hingegen sind oft noch den AMR-Systemen zuzuordnen.

## **Automated Meter Management (AMM)**

Geht es bei AMI und vor allem beim AMR um das Messen von Daten, so beinhaltet das AMM auch die Auswertung und Verarbeitung dieser Daten. Mit der Verarbeitung der Daten entsteht die Möglichkeit, dem Kunden zusätzliche Service anzubieten, wodurch dem Kunden ein zusätzlicher Mehrwert entstehen soll. (M&C Energy)

Das allumfassende AMM wird auch oft als „Smart Metering“ bezeichnet, und Smart Meter stellen einen Teil davon dar. (M&C Energy)

## **3.5 Smart Meter**

Häufig wird der Smart Meter gleichgesetzt mit Smart Metering. Smart Metering ist aber mehr. Es handelt sich nicht nur um den Vorgang des Messens der Verbrauchswerte, sondern umfasst die Kommunikation mit dem Energieversorgungsunternehmen und dem Aufarbeiten der gewonnenen Daten.

„Smart Metering“ ist ein modischer Begriff der heutigen Zeit. Vieles wird heute mit dem netten Zusatz „Smart“ „verschönt“, und der Begriff „Metering“ (= Zählwesen) deckt ebenfalls einen weiten Bereich ab. Für den Begriff „Smart Metering“ gibt es vielleicht auch deshalb keine einheitliche Definition. Dies zeigt sich auch dadurch, dass Smart Metering nicht nur für das Messen von Stromverbrauchswerten benutzt wird, sondern auch bei den Wasserzählern, Gaszählern, Wärme- sowie Kältezählern zum Einsatz kommt.

In dieser Arbeit steht der Smart Meter als Stromzähler im Vordergrund. Es ist auch der Bereich, welchem heute in den Medien die meiste Aufmerksamkeit zuteil wird.

Es gibt verschiedene Auslegungen, die sich meist im Funktionsumfang des Smart Meters und seiner Integration im Strom- und Kommunikationsnetz sowie der Art der Kommunikation unterscheiden. (PricewaterhouseCoopers, 2008, S. 13)

Beim Gerät an sich, dem Smart Meter oder auch „intelligenter Stromzähler“, überspannt dies einen Bereich vom simplen AMR-Zähler, der nur über eine 1-Kanal-Kommunikation verfügt, bis hin zum Zähler, der mit dem Energieversorger in beide Richtungen kommunizieren sowie auch elektrische Geräte im Haushalt steuern kann oder in einem vorhandenen Hausautomatisierungssystem integriert ist.

Das Smart Metering als Konzept des Messwesens reicht vom reinen Ablesen und elektronischen Übermitteln der Messwerte bis hin zum elektronischen Sperrwesen und zur Laststeuerung, zu angepassten Tarifstrukturen und Zusatzdiensten. (PricewaterhouseCoopers, 2008, S. 13)

Die ESMA (European Smart Metering Alliance) hat eine Definition mittels einer Funktionsbeschreibung festgelegt:

*„Smart Metering hat folgende Funktionen:*

- *Automatische Verarbeitung, Transfer, Management und Verwendung von Messdaten*
- *Automatische Abwicklung von Messungen*
- *2-Wege Datenübertragung mit Zählern*
- *Lieferung aussagkräftiger und zeitnaher Verbrauchsdaten an die relevanten Akteure und ihre Systeme, auch an den Energieverbraucher*
- *Unterstützung von Diensten, die die Energieeffizienz des Energieverbrauchs und Energiesystems verbessern (Erzeugung, Übertragung, Verteilung und vor allem Endnutzung)“*

*(Projekt: European Smart Metering Alliance, 2008, S. 4)*

Im Gegensatz zum Ferrariszähler gibt es beim Smart Meter keine mechanisch beweglichen Teile mehr. Das Zählwerk wird durch Halbleiterbauteile ersetzt und durch eine intelligente Elektronik ergänzt, die weit mehr bietet als nur das Aufsummieren von Verbrauchswerten, wie es ein mechanisches Zählwerk macht. Die bewegliche Ferrarisscheibe zur Verbrauchsermittlung wird durch Sensoren der Elektrotechnik bzw. Elektronik ersetzt. (e-control [1])

Hierbei kommen Mess-Shunts, Rogowski-Spulen sowie Hall-Effekt-Sensoren für die Strommessung zum Einsatz. (Conner, 2009)

Bei der Messung von Einphasen-Wechselströmen werden meist Mess-Shunts verwendet, da sie einfach und billig sind. Auch wird die Messung weder durch Magnetfelder noch Induktionsfeldern beeinflusst (Manipulationssicherheit). Aber auch Hall-Effekt-Sensoren kommen zum Einsatz. Diese sind zwar weniger genau und unterliegen einer höheren Temperaturabhängigkeit, bieten aber ebenfalls den Vorteil eines günstigen Preises. Rogowski-Spulen werden hingegen hauptsächlich im dreiphasigen Drehstrombereich eingesetzt. (Conner, 2009)

Weiters bietet ein Smart Meter die Möglichkeit, Messdaten über einen längeren Zeitraum zu speichern. Die e-control hat für Österreich in den von ihr festgelegten Mindestanforderungen<sup>13</sup> einen Zeitraum von mindestens 1 Monat festgelegt.

Die größte augenscheinliche Neuerung gegenüber den Ferrariszählern ist aber die Kommunikationsfunktionalität, sei es zwischen dem Smart Meter und dem Energieversorgungsunternehmen oder zwischen Smart Meter und angeschlossenen Verbrauchern bzw. externen Messeinheiten, wie zum Beispiel Wasserverbrauchszählern oder Gaszählern.

Durch die Kommunikation mit dem Energieversorger ist es zudem für diesen deutlich einfacher, Stromdiebstahl festzustellen.

### **3.5.1 Datenkonzentrator & MUC**

Der MUC (Multi-Utility-Communicator) bzw. MUC-Controller dient beim Smart Metering als Gateway zwischen dem Smart Meter und dem Stromversorger, er stellt einen wichtigen intelligenten Kommunikationsknoten innerhalb des Smart Metering dar. Er bietet meist verschiedene Schnittstellen an um mit verschiedenen Zählern, Messgeräten oder auch In-Home Displays kommunizieren zu können. (solvimus.de) (Knemeyer, 2009, S. 133)

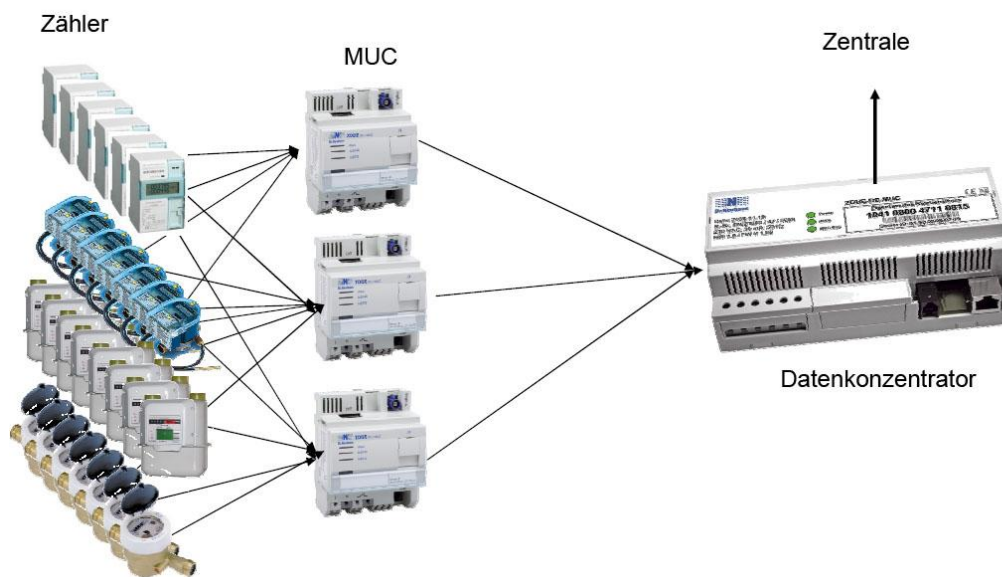
Ein MUC wird auch manchmal dafür verwendet, einen älteren elektronischen Zähler der AMR-Kategorie zu erweitern. So übermittelt der ARM seine Messwerte nur an den MUC, welcher sie dann erst an den Energieversorger weiterleitet. So ist es aber beispielsweise möglich, auch weitere Zähler (zum Beispiel für Wasser oder Gas) in das System einzubinden, oder die Messwerte des AMR auf einem In-Home Display darzustellen, obwohl der AMR selber diese Funktionalität gar nicht bieten würde. An einem MUC kann durchaus auch nur ein einzelner Zähler angeschlossen sein. Bei vielen Smart Metern tritt er heute nicht mehr explizit als eigenständiges Gerät in Erscheinung, da ein MUC Controller bereits in der Smart Metering-Hardware inkludiert ist. (Druckheim, Bersau, Rödenbeck, & Bublit, 2010)

Ein Datenkonzentrator erfüllt in einer Smart Metering-Umgebung eine ähnliche Funktion wie ein MUC. Im Unterschied zum MUC sammelt ein Datenkonzentrator meist

---

<sup>13</sup> Siehe Anhang A

Daten von einer größeren Anzahl an Smart Metern, um sie dann an den Energieversorger weiterzuleiten. Er ist deshalb meist nicht in der Wohnung des Kunden montiert, sondern wahrscheinlich bei einer Trafostation des Energieversorgers. Er sammelt dann die Werte aller Smart Meter in der näheren Umgebung, um sie dann zum Beispiel über GSM an den Energieversorger zu senden. Somit benötigt in diesem Fall nicht jeder Smart Meter eine GSM-Verbindung, sondern es kann eine günstige PLC-Verbindung zwischen Smart Meter und Datenkonzentrator gewählt werden. (Quante, 2009)



**Abb. 8 - MUC und Datenkonzentrator in einer Smart Metering Umgebung**  
(Quante, 2009, S. 6)

In Abbildung 8 ist der Unterschied zwischen MUC und Datenkonzentrator noch einmal übersichtlich dargestellt. Die Messwerte der verschiedenen Zähler eines Hauses werden an den MUC des Hauses weitergeleitet. Die MUCs aller Häuser einer Straße übermitteln die Daten weiter an einen Datenkonzentrator, welcher dann seinerseits die Daten gebündelt an die Zentrale weitergibt.

### 3.5.2 Sub-metering

Auf großen Liegenschaften ist ein einzelner Smart Meter meist nicht ausreichend. Es wäre eine Vielzahl an Smart Metern mit bidirektionaler Verbindung zum Energieversorger nötig, zum Beispiel bei mehreren Gebäuden auf einem Universitätscampus

oder einem Apartmentkomplex mit Mietwohnungen. Es gibt für den Energielieferanten hier jeweils nur einen Kunden. In diesem Fall wird ein sogenannter „Master-Meter“ installiert. Dieser misst den Gesamtverbrauch der Liegenschaft, welcher dann vom Energieversorgungsunternehmen verrechnet wird. Der Besitzer wiederum installiert seine eigenen privaten „Sub-Meter“, welche die individuellen Verbrauchswerte von einzelnen vermieteten Wohnungen ermitteln.

Die Verbrauchswerte werden dann am Master Meter gesammelt und stehen dem Liegenschaftsbesitzer nun jederzeit zur Verfügung, entweder über mobile Anzeigeeinstrumente oder über ein Online Daten- und Verrechnungssystem auf einem Internetportal. Es können die Verbrauchsdaten auch automatisiert täglich per E-Mail zugesandt werden. So können die anfallenden Strom-, Gas- oder Wasserkosten den Mietern weiterverrechnet werden. (Master Meter Inc.) (energystar.gov, 2002, S. 1 ff) (Qundis [1])

Dieses Sub-metering lässt sich mit seiner unidirektionalen Kommunikation zwischen Master Meter und den Sub-Metern in die Kategorie der AMR einordnen. (Carbon Trust, 2010, S. 3)

Das Energieversorgungsunternehmen hat auf diese Weise nur einen Kunden, dem es die Abrechnung zu stellen hat.

### **3.5.3 Datenkommunikation**

Bei der Datenkommunikation existieren im Bereich Smart Metering die unterschiedlichsten Lösungen. Grundsätzlich muss zwischen der Nahbereichskommunikation und der Fernbereichskommunikation unterschieden werden, sowie zwischen einer kabelgebundenen und einer Übertragung mittels Funk.

Unter Nahbereichskommunikation versteht man den Bereich innerhalb von Gebäuden. Dabei geht es um die Kommunikation zwischen dem Smart Meter und jeder Form von angeschlossenen Geräten. Das können Anzeigemodule, sogenannte Inhouse-Displays, sein oder angeschlossene Zähler (Wasser, Gas, Wärme, Kälte). Auch Energieeinspeiseanlagen wie Solaranlagen oder Blockheizkraftanlagen können so an den Smart Meter angebunden werden oder Verbraucher, deren Einschaltzeiten vom Smart Meter gesteuert werden sollen. Auf die Anbindung solcher Geräte könnte

- wenn auch unüblich - verzichtet werden. Sie erweitern den Einsatzbereichs des Smart Meters, sind aber für dessen Funktion nicht nötig. Die Kommunikation kann hier zum Beispiel über PLC, Bluetooth, W-LAN oder kabelgebundenes LAN erfolgen.

Unter der Fernbereichskommunikation versteht man die Datenübertragung vom Smart Meter zum Energieversorger. Dieser Kommunikationskanal ist unbedingt nötig, da die Kommunikation zwischen Smart Meter und Energieversorger die Grundfunktionalität des Smart Metering darstellt. Für die Kommunikation können hier Techniken wie PLC, BLC, GSM/UMTS oder DSL eingesetzt werden.

(SAENA - Sächsische Energieagentur)

### **PLC (Powerline Communication) / BLC (Broadband Powerline Communication)**

Bei der Powerline Kommunikation werden die Daten über das bereits vorhandene Stromnetz und dessen stromführenden Kabel übertragen.

Diese Art der Übertragung wird schon lange im 230V-Netz verwendet. Als Beispiel für den Haushaltsbereich seien hausinterne Gegensprechanlagen oder Babyphones genannt. Da die Stromnetze grundsätzlich nur für die Energieübertragung ausgelegt sind und nicht für die Datenübertragung, ist der erzielbare Datendurchsatz beschränkt. (Elektronik Kompendium [1], 1997-2010)

Bei speziell für die Datenübertragung entwickelten Kabeln werden die zur Übertragung genutzten Leitungen durch einen metallischen Mantel umgeben, welcher zusätzlich noch geerdet wird. Dies verhindert sowohl eine Abstrahlung, welche andere Geräte stören könnte, als auch eine Einflussnahme der Datenübertragung durch Störstrahlung von außen. Bei Kabeln des Stromnetzes fehlt unter anderem diese Abschirmung, wodurch sie sich wie Antennen verhalten. Die Übertragung reagiert empfindlicher auf Störeinflüsse, was zu einer deutlich geringeren durchsetzbaren Bandbreite führt. Dies verhindert zum Beispiel den Einsatz der Powerline-Technik für die Breitband-Internet-Übertragung. Beim Einsatz im Smart Metering Bereich stellt das weniger ein Problem dar, da hier nicht so große Datenmengen anfallen. (Elektronik Kompendium [1], 1997-2010)

Beim Smart Metering kann die Powerline Kommunikation bei der Anbindung eines MUC an einen Datenkonzentrator verwendet werden. Der Datenkonzentrator kann so mit mehreren MUCs verbunden sein, um die an ihn übermittelten Daten zu sammeln

und anschließend zum Beispiel über das Mobilfunknetz an den Energieversorger zu senden. (Heitland, S. 8) Aber auch eine direkte Kommunikation zwischen Smart Meter oder MUC und dem Energieversorger kann über PLC erfolgen. (Smart Energy, 2010)

Auch im Bereich des Sub-Metering kann die Kommunikation mittels PLC zum Einsatz kommen.

In Zukunft soll die mittlerweile in die Jahre gekommene PLC Technik aber auch durch die BPL (Broadband Power Line) erweitert werden und im Bereich Smart Metering und Smart Grids zum Einsatz kommen. Im Gegensatz zur PLC-Technik, die im Kilohertz-Bereich arbeitet, wird bei BPL der Megahertzbereich bis 30MHz verwendet. Als Vorteil gegenüber der älteren PLC-Technik ergibt sich eine höhere mögliche Anzahl an verwendbaren Kanälen. Störungen, die bei PLC im Bereich unter 150kHz auftreten, fallen weg. Auch die Energieeffizienz der Übertragung steigt, da mit geringeren Pegeln gearbeitet werden kann. (Arzberger, 2011)

## **GSM/GPRS/EDGE**

GSM (Groupe Spécial Mobile) stellt den führenden Standard in den digitalen, leitungsvermittelten Mobilfunknetzen dar. Durch seine hohe Verbreitung ist in vielen Teilen Europas eine nahezu 100% Netzabdeckung gegeben. Eine Kommunikation zwischen Smart Meter und Energieversorger über die bestehenden GSM-Mobilfunknetze bietet sich somit an. Durch die Übertragung über Funk sind bei der Installation des Smart Meters oder MUCs keine zusätzlichen Kabelleitungen für die Kommunikation zu verlegen. (Elektronik Kompendium - GSM)

Allerdings hat ein Pilotversuch der Stadtwerke Hannover AG („enercity“) gezeigt, dass die Kommunikationskosten je Smart Meter bei GSM deutlich höher liegen im Vergleich zu einem Vollausbau der PLC-Kommunikation. Für die GSM-Kommunikation errechnete sich ein Betrag von 19 Euro pro Jahr je Smart Meter, wohingegen für die PLC-Kommunikation nur ein Betrag von 1,20 Euro pro Jahr ermittelt wurde. Auch die Anschaffung der GSM-Module war im Pilotversuch 4,5mal höher als die der PLC-Module. (Smart Energy, 2010)

GSM arbeitet in einem Frequenzbereich von 900Mhz bzw. 1,8Ghz. Durch verschiedene Maßnahmen, wie eine codierte Übertragung der Daten sowie Authentifizierung

des Nutzers über persönliche Teilnehmerschlüssel sowie des Frequenzsprungverfahrens für eine zyklische Änderung der Übertragungsfrequenzen, ergibt sich eine hohe Sicherheit für den Datenverkehr innerhalb des GSM-Netzes. (IT-Wissen.info - GSM)

Da GSM für die Datenübertragung grundsätzlich nicht vorgesehen war und zu niedrige Übertragungsraten bietet, wurden verschiedene Erweiterungen eingeführt. Die zwei bekanntesten sind GPRS und EDGE. (Elektronik Kompendium - GSM)

GPRS (General Packet Radio Service) stellt in diesem Zusammenhang eine verbindungslose, paketerorientierte Datenübertragung dar, und setzt auf GSM auf. Verbindungslos bedeutet, dass nur bei Bedarf eine Verbindung aufgebaut wird. Dies hat den Vorteil, dass die verfügbare Bandbreite auf die gerade aktiven Nutzer aufgeteilt wird. Werden zu einem Zeitpunkt nur von wenigen Nutzern gleichzeitig Daten verwendet, kann die zur Verfügung stehende Bandbreite unter diesen aufgeteilt werden, die Datenübertragungsgeschwindigkeit erhöht sich. Im Mittel lassen sich Übertragungsgeschwindigkeiten von 33,6 bis 50kBit/s erreichen. (Elektronik Kompendium - GPRS)

EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) stellt unter anderem eine Erweiterung für die Datenübertragung mittels GPRS dar. Wird EDGE zur Beschleunigung von GPRS verwendet, spricht man von E-GPRS. Durch Bündelung von Kanälen und eine Verdreifachung der Datenrate innerhalb der Kanäle ist damit eine Steigerung des Datendurchsatzes im Bereich von 400% bis 900% möglich. Bei fehlerhafter Datenübertragung kann EDGE mittels besserer Fehlerkorrektur im Vergleich zu GPRS reagieren. (Elektronik Kompendium - EDGE)

## **UMTS / HSDPA**

Das UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) ist ebenfalls ein Mobilfunkstandard und stellt den Nachfolger von GSM dar. Auch wenn GSM immer noch der weltweit dominierende Mobilfunkstandard ist und wohl noch längere Zeit bleiben wird, bietet UMTS einige Vorteile.

Neben Vorteilen bei der Signalqualität durch breitbandigere Frequenzkanäle und Skalierbarkeit sowie Umlegung physikalischer Prozesse auf mathematische Prozesse, die gut von Mikroprozessoren bearbeitet werden können, bietet UMTS in erster Linie einen höheren Datendurchsatz.

Mit UMTS sind Datenraten von 383kbit/s möglich. Durch den Einsatz des UMTS-Turbos HSDPA kann dieser Wert aber auf 7,2Mbit/s im Download beschleunigt werden. Neuere Geräte können sogar mit Datenraten bis 14,4Mbit/s aufwarten. (UMTS-infosite.de, 2004-2011)

Auch wenn so hohe Datenraten bei der typischen Smart Meter – Anwendung nicht wirklich benötigt werden, werden auch mit diesem Mobilfunkstandard Kommunikationslösungen im Smart Meter-Bereich angeboten. Der UMTS-Standard wird weltweit immer wichtiger. Die Einführung der Smart Meter Technologie ist für Europa bis 2020 flächendeckend vorgesehen - im Bereich der Mobilfunk-Kommunikation ein langer Zeitraum, in dem UMTS weiter an Bedeutung gewinnen wird.

## **ISDN / DSL**

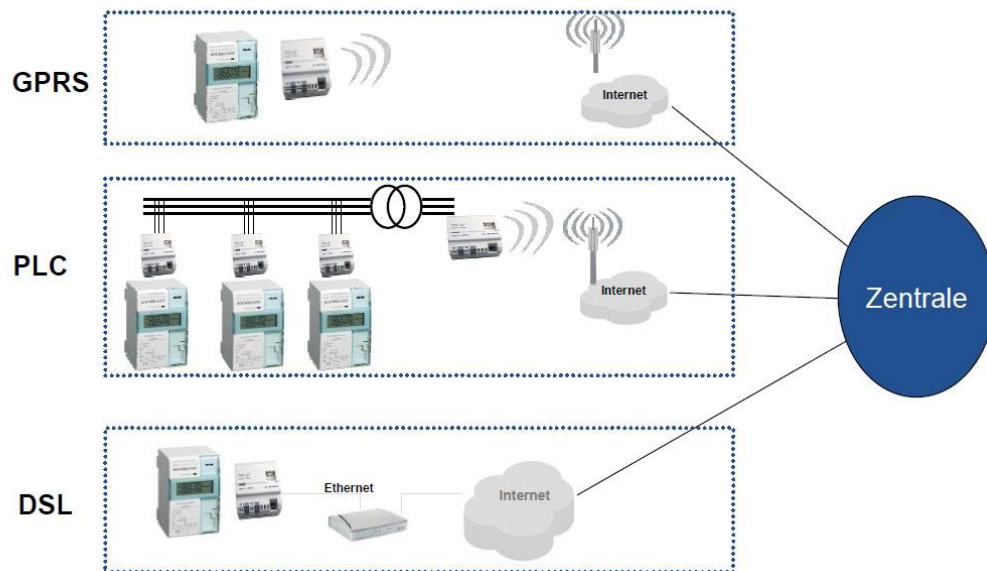
Sowohl bei ISDN (Integrated Services Digital Network) als auch bei DSL (Digital Subscriber Line) handelt es sich um drahtgebundene Übertragungsstandards. DSL bietet im Gegensatz zu ISDN deutlich höhere Übertragungsraten, was aber auch hier im Anwendungsfall des Smart Metering keine Rolle spielt, da der anfallende Datenverkehr auch ohne Probleme mit ISDN übertragen werden kann.

Wenn der Stromkunde zum Beispiel bereits einen Breitband-Internetanschluss über DSL verfügt, bietet es sich an, den Smart Meter ebenfalls über diesen Anschluss mit dem Energieversorger kommunizieren zu lassen. Hierfür ist nur ein Modem mit einer freien LAN Anschlussbuchse oder aber eine W-LAN Verbindung zwischen Smart Meter und Modem über Funk nötig.

Als Nachteil kann gewertet werden, dass das Anschlussmodem eine ständige Verbindung aufrecht erhalten muss. Modem und Router sind Geräte, die auch vom Kunden selber an- und ausgeschaltet oder durch ein anderes Modell ersetzt werden können. Auch kann der Kunde selber ein Firmware-Update durchführen. Kurzum: es kann nicht gewährleistet werden, dass die Funktion des Modems immer sichergestellt ist, was in weiterer Folge auch die zuverlässige Aufrechterhaltung der Verbindung zwischen Smart Meter und Energieversorger in Frage stellt.

So könnte zum Beispiel ein Kunde, der seine Stromrechnung nicht bezahlt hat, sein Modem abschalten, um der fernausgelösten Abschaltung bzw. Drosselung des Stromanschlusses durch den Energieversorger zu entgehen.

Die Abbildung 9 stellt nochmals die wichtigsten Übertragungsvarianten im Überblick dar:



**Abb. 9 - Datenübertragungsvarianten**  
(Quante, 2009, S. 3)

### 3.5.4 Technische Mindestanforderungen

Die e-control als behördlicher Regulator des österreichischen Strommarktes hatte die Aufgabe, die technischen Mindestanforderungen, welche an die künftigen Stromzähler gestellt werden, zu definieren. Die Elektrizitätsbinnenmarktrichtlinie 2009/2/EG der EU Kommission vom 15. Januar 2009 sieht vor, dass bis zum Jahr 2020 mindestens 80% aller Endkunden mit einem Smart Meter-Stromzähler ausgerüstet werden. (e-control: IMA-VO, 2011) Die österreichische Umsetzung dieser Richtlinie wurde im Elektrizitätswirtschafts- und Organisationsgesetz (ELWOG) mit der Novelle 2010 beschlossen.

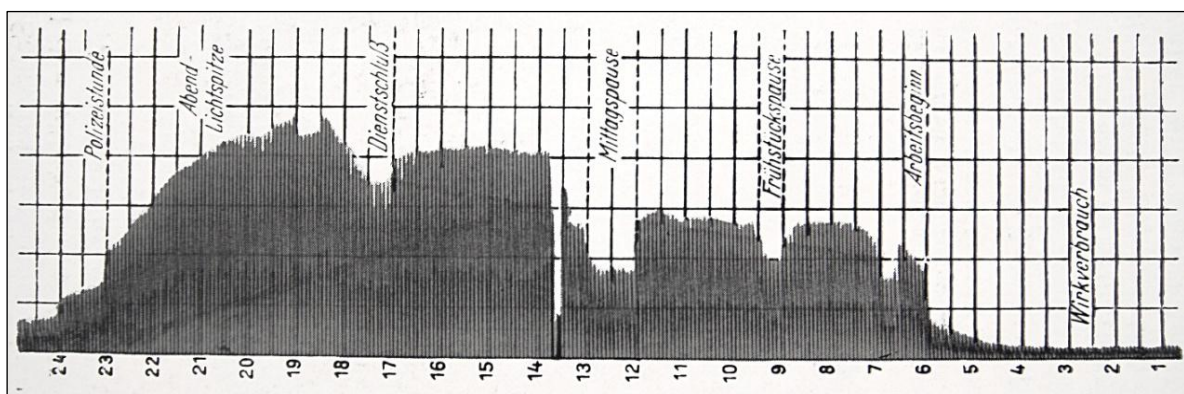
Am 28.10.2011 wurde von der e-control eine Verordnung veröffentlicht, welche die technischen Mindestanforderungen an die Stromzähler festlegt.

Dies soll sicherstellen, dass mit den von den Netzbetreibern zu kaufenden und installierenden Smart Metern die Zukunftssicherheit gewährleistet ist. Die Technischen Mindestanforderungen sind im >Anhang A< zu finden. (e-control: IMA-VO, 2011)

Diese Mindestanforderungen betreffen nur Zählpunkte, die eine gewisse Anschlussleistung (50kW) bzw. gewisse Verbrauchswerte (100.000kWh/Jahr) nicht übersteigen. Hierzu zählen typischerweise Haushalte oder Verbraucher mit geringer Anschlussleistung. (e-control: Erläuterungen zu IMA-VO, 2011)

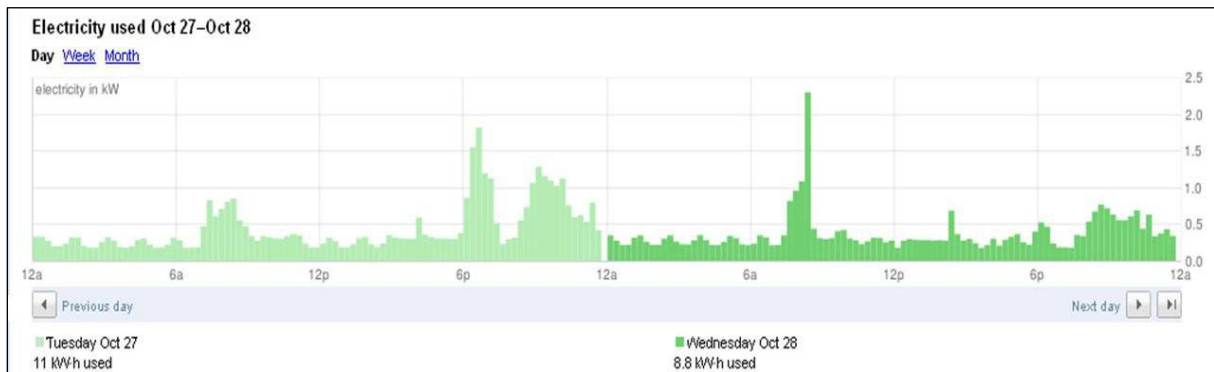
### 3.5.5 Darstellung der Messwerte

Die in den Haushalten heute noch größtenteils gebräuchlichen mechanischen Ferraris-zähler lassen nur ein Ablesen des aktuellen Zählerstandes zu. Eine der Ideen hinter den Smart Metern, nämlich unter anderem dem Kunden eine Verlaufsanzeige seines Verbrauches zu ermöglichen, ist nicht so neu, auch wenn es heute zum Beispiel über ein Webinterface realisiert wird. Bereits vor 60 Jahren war eine Verbrauchsverlaufsanzeige bei Industriezählern nicht unüblich, wie beim sogenannten „Maximumschreiber“ (Pflüger, 1954, S. 226)



**Abb. 10 - Aufzeichnung eines Maximumschreibers für Wirkverbrauch**  
**Papiervorschub 10mm/Std.; Dauer der Maximumperiode: 5min**  
**(Pflüger, 1954, S. 227)**

In Abbildung 10 wird der Wirkverbrauch über eine Periode von 24h gezeigt.



**Abb. 11 - Ausschnitt einer Google Power Meter Aufzeichnung  
Darstellung über Webinterface (Quelle\_1)**

Im Vergleich dazu die Darstellung des Verbrauches eines Users mit dem Internet-Webtool „Google Power Meter“ in Abbildung 11. Google Power Meter ist ein Projekt, das von Google im Jahr 2009 gestartet wurde. Die Software ermöglicht es dem Endverbraucher, überall Zugang zu seinen Verbrauchsdaten in nahezu Echtzeit zu erhalten. Hierfür werden die Verbrauchsdaten vom Smart Meter an Google übermittelt, was allerdings eine Verbindung des Smart Meters mit dem Internet voraussetzt. Google ist hierfür einige Kooperationen mit verschiedenen Energie-Lieferanten eingegangen, hauptsächlich in den USA. Für Endverbraucher aus vielen anderen Ländern ist eine Nutzung von Google Power Meter leider nicht möglich.

Dem Nutzer ist es nicht nur möglich, seinen eigenen Energieverbrauch zu überwachen und zu protokollieren, sondern ihn auch mit dem Energieverbrauch anderer Nutzer zu vergleichen und so einen zusätzlichen Anreiz zum Energiesparen zu bekommen. Im Juni 2011 hat Google leider die Einstellung des kostenlosen Dienstes bekannt gegeben. (Google Power Meter, 2011)

Auch Microsoft bietet ein ähnliches, ebenfalls kostenloses Onlinetool an: „Microsoft HOHM“. Leider wurde auch hier die Einstellung des Services mit Mai 2012 bekanntgegeben. (Microsoft HOHM, 2011)

In einer Studie von CenterPoint Energy Inc. und dem Department of Energy wurde bei einem Pilotprojekt mit In-Home Displays ermittelt, dass die übersichtliche Darstellung und schnelle Verfügbarkeit der Smart Meter Messwerte von den Testpersonen gut angenommen wurde.

In-Home Displays<sup>14</sup> ähneln vom Aussehen her einem Smartphone bzw. die größeren Varianten einem Tablet-PC. Sie können sowohl fix an einem gut einsehbaren Ort in der Wohnung montiert sein, oder sie sind tragbar und können überall in der Wohnung verwendet werden. Sie kommunizieren über eine Funkverbindung mit dem Smart Meter und können aktuelle Messwerte darstellen oder auch Statistiken über den Stromverbrauch anzeigen.

Aus der Testgruppe der zuvor erwähnten Studie gaben 71% der Personen an, dass sie - aufgrund der Informationen, die sie durch das In-Home Display erlangten - Schritte unternommen haben, den Energieverbrauch zu reduzieren. Weitere 17% gaben an, dass sie vorhaben, innerhalb des nächsten Jahres Schritte in diese Richtung zu setzen. Die Frage, ob sie das In-Home Display weiter benutzen werden, konnten 84% mit einem definitiven ja beantworten, weitere 13% meinten, dass sie es wahrscheinlich tun werden. (CenterPoint Energy, 2011)

Die hohe Akzeptanz und das positive Feedback der In-Home Displays bei den Testpersonen macht es umso bedauerlicher, dass die beiden kostenlosen Dienste „Google Power Meter“ und „Microsoft Hohm“ eingestellt wurden. Google begründete seinen Schritt damit, dass nicht schnell genug Kunden für den Dienst gewonnen werden konnten, wie von Goggle erhofft. (FOCUS Online, 2011)

Allerdings ist das Smart Metering noch jung, und die richtig große Welle bei der Neuinstallation von Geräten wird erst für die kommenden Jahre erwartet. Es ist zu vermuten, dass zu gegebener Zeit wieder solche Dienste gestartet werden. Bis dahin bieten aber auch die Hersteller von Smart Metering Lösungen selber bzw. die Stromlieferanten Onlinelösungen an.

### **3.6 Smart Grid**

Oft wird in den Medien in Zusammenhang mit Smart Metering auch vom sogenannten Smart Grid gesprochen, und dass das Smart Metering die Grundvoraussetzung für Smart Grids sei. Die Europäische Kommission beauftragte 2005 einen Expertenrat zu klären, wie die Herausforderungen in der Zukunft an die Stromnetze aussehen werden. Das Eingliedern von Wind- und Sonnenenergie, Kleinkraftwerken und auch

---

<sup>14</sup> Es ist ebenfalls der Begriff „In-House Display“ gebräuchlich

Elektroautos stellt durch die stark schwankenden Energietransfers eine enorme Herausforderung für die Netzinfrastruktur dar. (Fenchel & Hellwig, 2010, S. 221) Im Bericht „(Commission, 2006)“ wurde der Begriff “Smart Grid” das erste Mal verwendet. Er hat sich mittlerweile weltweit durchgesetzt. (Fenchel & Hellwig, 2010, S. 221)

Aber was ist ein Smart Grid? Eine sehr allgemein gehaltene Definition stammt aus den USA:

*„Smart Grids sind elektrische Netze in denen eine intensivere Anwendung verfügbarer innovativer Technologien erfolgt.“ (Fenchel & Hellwig, 2010, S. 223)*

Eine etwas präzisere Definition lautet:

*„Ein Smart Grid ist ein elektrisches Netz, das die Aktionen aller angeschlossenen Nutzer – Erzeuger, Verbraucher, Speicher – intelligent koordiniert, um Effizienz in der nachhaltigen, ökologischen, wirtschaftlichen und zuverlässigen Stromversorgung zu gewährleisten.“ (Fenchel & Hellwig, 2010, S. 221)*

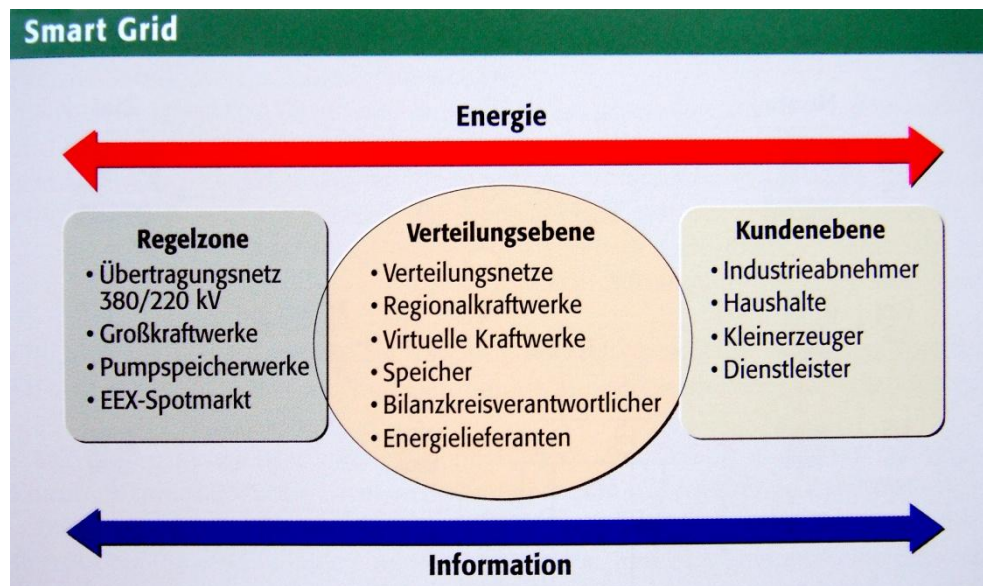


Abb. 12 - Energie und Informationsfluss im Smart Grid  
(Fenchel & Hellwig, 2010, S. 227)

*„... Kennzeichen der Smart Grids besteht also darin, dass neben dem Energiefluss auch ein Informationsfluss zwischen allen Ebenen und Teilnehmern des Netzes stattfindet.“ (Fenchel & Hellwig, 2010, S. 227)*

Ein grundlegendes Merkmal der Smart Grids ist also die Gewinnung und Bereitstellung von Informationen über den Zustand des Netzes. Diese Informationen sind nötig, um Steuerfunktionen und Einflussnahme auf geänderte Situationen wahrnehmen zu können.

*„**Smart Networks, Smart Grid and Intelligent Utility Networks** are all these terms that describe an environment where computer-based electronics called 'digital technologies' are incorporated into utility networks to achieve substantial increases in customer service and network reliability, while catering for present and future environmental and sustainability initiatives (like distributed renewable energy resources such as wind power and solar power).“  
(Greenlivingpedia.org)*

Bei der Zuverlässigkeit der Netze wird hier nicht nur an Ausfälle durch Naturkatastrophen gedacht. Im Zuge der Einführung von umweltverträglichen Technologien im Energiebereich ergeben sich mehr und mehr Probleme für die Netzstabilität.

Früher wurde der Strom hauptsächlich durch große zentrale Kraftwerke bereitgestellt. Das Stromnetz konnte für diese großen Kraftwerke, welche dann recht konstant und vorhersagbar Energie lieferten, ausgelegt werden.

Heute kommen mittlerweile mehr und mehr dezentrale, kleine Kraftwerkskapazitäten dazu, zum Beispiel Windkraftanlagen oder Solaranlagen. Diese sind in ihrer Stromlieferung weit weniger vorhersagbar oder steuerbar.

Auch die Einführung der Elektromobilität im großen Maßstab kann hier zu Problemen für die Netzstabilität führen. (Siemens, 2010)

Zum einen soll der Zeitpunkt durch das Smart Grid beeinflusst werden, wann ein Elektrofahrzeug geladen wird, idealerweise zum Zeitpunkt höchster Energieverfügbarkeit und somit niedrigster Energiepreise.

Auf der anderen Seite soll aber auch die Autobatterie als Speicher für das Stromnetz dienen, um Spitzenlasten abzufedern. Ein Auto wird im Schnitt nur zwei Stunden am Tag verwendet, könnte also 22 Stunden am Tag am Stromnetz hängen und so als Pufferspeicher dienen. (Siemens, 2010)

### 3.7 Smart Home

„Smart House“, „Intelligentes Wohnen“ und „Vernetztes Haus“ sind weitere synonym verwendete Begriffe. Ein Smart Home zeichnet sich dadurch aus, dass ein Kommunikationsnetzwerk in die Haustechnik integriert ist. Mit Hilfe dieses Netzwerkes werden Teile der Haustechnik (Heizungssteuerung, Lichtsteuerung, Jalousiesteuerung, etc.), Sicherheitstechnik (Alarmanlagen, Feuermelder etc.), Elektrohaushaltsgeräte (Herd, Kühlschrank etc.) sowie Multimediageräte (HiFi-Anlage, Fernseher etc.) miteinander zentral verbunden. Meist geschieht dies über ein Bussystem<sup>15</sup> oder aber über eine direkte Funkanbindung. (Wikipedia - Intelligentes Wohnen)

Das Vernetzen der Hausautomation, Sicherheitssysteme, Audio- und Videosysteme und EDV-Netzwerke miteinander soll für den Hausbewohner einen Gewinn an Komfort und Sicherheit bieten. Es soll auch das Wohnen für ältere Menschen erleichtern sowie ein einfaches Energiesparen ermöglichen. (Wikipedia - Intelligentes Wohnen) (Hollmann, 2010 2. Auflage, S. 186)

Eine Verbindung von Smart Metering-Technologie mit Hausautomatisierungssystemen drängt sich geradezu auf.

Geräte, die bereits in einem solchen Netzwerk eingebunden sind, können so zusätzlich von den Möglichkeiten, die eine Smart Metering-Infrastruktur bietet, profitieren. So könnten in Zukunft beispielsweise Einschaltzeiten gewisser Verbraucher auf sich ändernde Stromtarifkosten automatisch abgestimmt werden.

Verbrauchsvisualisierungen (wobei dies nicht nur zwingend Stromverbrauchsdaten sein müssen, es kann sich hier auch um Wasser- oder Gasverbrauch handeln) sollen in Zukunft gemeinsam über separate Displays, Smartphones oder über den Heimcomputer darstellbar sein. [Hollmann, 2010, S. 187]

---

<sup>15</sup> „functional unit for the transfer of data between several participants (functional units for data processing) via a common transmission path, wherein participants are not involved in the transfer of data between other participants“ [IEV number 351-32-10] (International Electrotechnical Commission IEC)  
Die Datenübertragung in einem Bussystem kann über Kabel, Powerline oder Funk erfolgen.

### 3.8 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurden die technischen Grundlagen und Aspekte des Smart Metering behandelt sowie die in diesem Zusammenhang grundlegenden elektrischen Kenngrößen erklärt.

Ein geschichtlicher Überblick sollte den Werdegang vom Gleichstromzähler hin zum klassischen Ferraris-Wechselstromzähler zeigen. Hierzu wurde auch der Stromkrieg Ende des 19.-Jahrhunderts erwähnt, aus dem der Wechselstrom als Sieger hervorging und seit damals (größtenteils) für die Verteilung des elektrischen Stromes über die Stromnetze verwendet wird.

Die bis zum heutigen Tage eingesetzten Ferraris-Zähler zur Messung des Stromverbrauches in den Haushalten werden nun nach und nach durch den elektronischen Smart Meter („Intelligenter Stromzähler“) abgelöst.

Der Smart Meter ist aber nicht nur ein nicht-mechanischer, elektronischer Ersatz für den Ferraris-Zähler, sondern bietet einen wesentlich größeren Funktionsumfang und Einsatzbereich als sein Vorgänger, der Ferraris-Zähler.

AMR mit seiner unidirektionalen Kommunikation wird zwar oft als Smart Meter bezeichnet, den Smart Meter zeichnet aber eigentlich die bidirektionale Kommunikation aus, weshalb der AMR eigentlich eine Vorstufe des Smart Meters darstellt.

Es wurden die verschiedenen gebräuchlichen Datenkommunikationen erläutert, deren sich das Smart Metering bedient, wie Powerline Communication oder GSM/GPRS.

Die Veröffentlichung der Richtlinie für die technischen Mindestanforderungen soll die Zukunftssicherheit der installierten bzw. von den Energieversorgern und Stromnetzbetreibern anzukaufenden Smart Metern sicherstellen.

Das Messen der Verbrauchswerte ist aber nur ein Teil der Aufgabe des Smart Metering. Ein Ziel des Smart Metering soll eine Effizienzsteigerung beim Verbrauch von elektrischer Energie (aber auch Wasser, Wärme, usw.) sein. Um dies zu erreichen, um eine Verhaltensänderung bei den Kunden zu bewirken, ist eine Verarbeitung der Daten und eine Darstellung der-selben für den Kunden notwendig. Hier wurde auf Google Power Meter und In-Home Displays eingegangen.

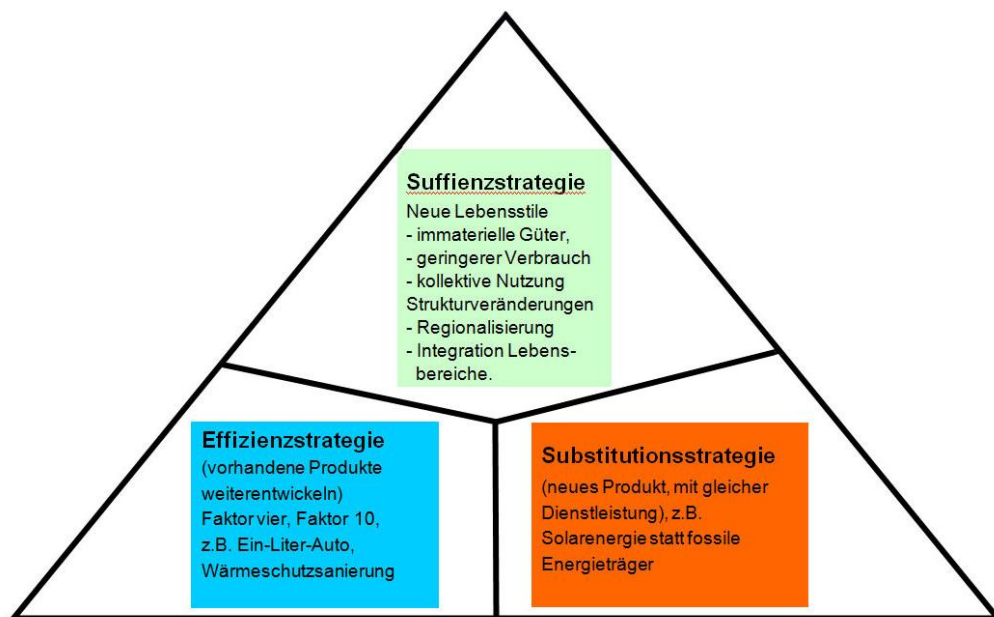
Ein weiterer Motivationsgrund für die Installation von Smart Metern ist aber deren Notwendigkeit für die Errichtung eines Smart Grids, welches in naher Zukunft die Stabilität des Stromnetzes sicherstellen soll. Hier kommt durch die mehr und mehr dezentralisierte Stromerzeugung durch erneuerbare Energieformen (wie Windkraft oder Solarenergie) eine Belastung auf das Stromnetz zu, welcher mit Hilfe der intelligenten Netze (Smart Grids) begegnet werden soll.

Schlussendlich wurde noch das „Intelligente Wohnen“ (Smart Home) angesprochen. Hier wird es in Zukunft zu einer Vernetzung zwischen dem Smart Meter und den im Smart Home eingebundenen Geräten kommen, unter anderem auch mit dem Ziel, eine Stromersparnis zu erreichen.

## 4 Smart Meter – Mittel zur Nachhaltigkeit ?

Die Einführung von Smart Metering soll für alle Beteiligte – Stromlieferanten, Netzbetreiber und Stromkunden – Vorteile bringen. Oft wird in diesem Zusammenhang eine „nachhaltige Entwicklung“ erwähnt, und dass das Smart Metering einen Baustein dazu darstellen würde.

Hinsichtlich des Energiesektors könnte man meinen, dass durch den Ausbau von Ökostromangeboten wie zum Beispiel Wasserkraft, Solarenergie oder Windkraft doch bereits alles für eine Nachhaltigkeit getan wird. Leider stehen uns diese sauberen Energieformen nicht unbegrenzt zur Verfügung. Um eine nachhaltige Entwicklung zu erreichen, muss an mehreren Stellschrauben gedreht werden.



**Abb. 13 - Strategieansätze einer Nachhaltigen Entwicklung**  
(Rogall, S. 17)

Ein Modell für „Nachhaltige Entwicklung“ besagt, dass hierfür 3 Strategien angewendet werden können:

- Substitutionsstrategie
- Effizienzstrategie
- Suffizienzstrategie

Eine Substitutionsstrategie wäre es, unsaubere Energieerzeugungsvarianten wie Gaskraftwerke durch saubere Energieformen wie Solar oder Windenergie zu ersetzen. Wind- und Sonnenenergie stehen im Gegensatz zu Erdgas unbeschränkt zur Verfügung und verbrauchen sich nicht, also kann man hier von Nachhaltigkeit sprechen.

Leider scheint die Sonne nur tagsüber, und das auch nicht immer. Ähnliches gilt für die Windenergie, auch diese ist nicht ständig verfügbar. Der Eigenverbrauch eines Smart Meters in der Funktion als Messgerät ist geringer als der eines elektromechanischen Ferraris-Zählers. Man kann hier typischerweise von rund zwei Drittel Einsparung ausgehen. (Luhmann, 2007) Die Funktion des Messens wird hier also durch eine sparsamere Variante ersetzt.

Um einen weiteren Schritt in Richtung Nachhaltigkeit zu setzen, kann man versuchen, den Umgang mit der Energie im Verbrauch zu optimieren und effizienter zu gestalten. In Abbildung 13 wird dies als Effizienzstrategie bezeichnet.

Hier kann man nur durch den Einsatz von effizienterer Technik Einsparungspotential erreichen, ohne dass der Nutzer etwas am Verhalten ändern muss. Smart Metering kann helfen, Stromfresser zu identifizieren und dem Nutzer so klar zu machen, wo Einsparungspotentiale liegen.

Bei der Suffizienzstrategie ist der Nutzer angehalten, auch an seinem Verhalten bezüglich Stromverbrauch etwas zu ändern. Smart Metering kann hier zum einen helfen, indem es Verbraucher identifiziert, welche besonders viel Strom verbrauchen. Zum anderen ist es eines der erklärten Ziele des Smart Metering, Lastspitzen im Stromnetz zu vermeiden. Hierfür sollen Stromverbraucher erst dann eingeschaltet oder verwendet werden, wenn eben gerade keine Lastspitze vorhanden ist.

Dies kann durch eine Verhaltensänderung des Nutzers passieren, der dazu aufgrund der Informationen, die er vom Smart Meter bekommt, angehalten wird. Es kann aber auch automatisch durch den Smart Meter gesteuert passieren, sofern das jeweilige Gerät eine Datenverbindung mit dem Smart Meter besitzt. Aber auch hierfür ist eine Verhaltensänderung der Nutzer nötig, denn es muss die Bereitschaft vorhanden sein, die Entscheidung an den Smart Meter abzugeben. Der Smart Meter wählt dann z.B. einen Zeitpunkt hoher Energieverfügbarkeit aus. Das ist gut für den Netzbetreiber

und den Energieversorger, und wenn dies zu einem niedrigeren Stromtarif führt, ist es letztendlich auch gut für den Nutzer.

#### **4.1 Die neue Art des Umweltschutzes (Umweltpolitik neuen Stils)**

Die Umweltpolitik befindet sich in einem Wandel.

*„Die alte Umweltpolitik funktioniert nach dem Prinzip: die Menschen produzieren, essen, trinken, waschen, fliegen – mehr oder minder unbekümmert. Und am Ende fangen Kläranlagen, Filter und Katalysatoren für viel Geld einen Teil der Schadstoffe ab.“*

*(Schmidt-Bleek & Wiegandt, 2008 4. Auflage, S. 60 ff)*

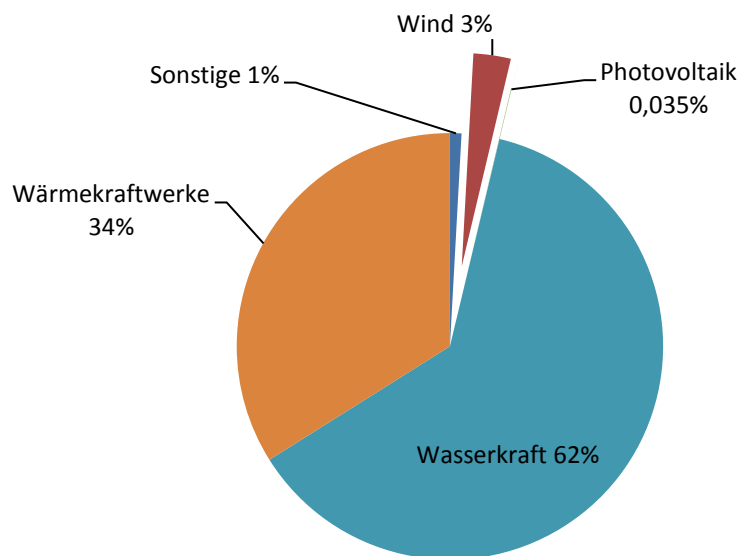
Auf den Bereich Elektrizität angewendet könnte man also sagen: „Lasst eure Lichter an, ignoriert den Standby-Verbrauch eurer Multimediageräte, Klimaanlage in jedem Raum – keine Sorge, wir verwenden ja Ökostrom!“

Unter Ökostrom („sauberen Strom“) kann man den elektrischen Strom verstehen, der ohne CO<sub>2</sub>-Emission und ohne Atomkraft erzeugt wurde, also zum Beispiel durch Wasserkraft oder Windenergie, thermische Solarenergie oder Photovoltaik. Eine weitere Eigenschaft bzw. Definitions-Grundlage von Ökostrom wäre die Erneuerbarkeit, also Unabhängigkeit von schwindenden Ressourcen wie Öl, Gas, Kohle oder Uran.

Man könnte also leicht der Meinung verfallen, dass durch ein Umstellen auf sauberen Strom es keine Rolle mehr spielt, wie viel davon wir letztendlich verbrauchen.

Leider ist auch beim Ökostrom nicht alles ökologisch, und erneuerbare Energiequellen wie Wasserkraft oder Holz stehen nicht in unbegrenztem Maße zur Verfügung. Auch regt sich oft Widerstand in der Bevölkerung - seien es Anrainerbeschwerden gegen Windkraftanlagen aufgrund von Lärmbelästigung oder Bürgerinitiativen gegen deren Errichtung, da ein negativer Einfluss auf die Vogelwelt befürchtet wird. Das gleiche Bild zeigt sich vielerorts bei geplanten Standorten für Wasserkraftwerke. Die Herstellung der technischen Komponenten (zum Beispiel Solarzellen) ist ebenfalls ein energieaufwändiger Prozess und darf nicht vernachlässigt werden. Und schlussendlich: Ökostrom steht uns hier, heute und jetzt nur im begrenzten Maße zur

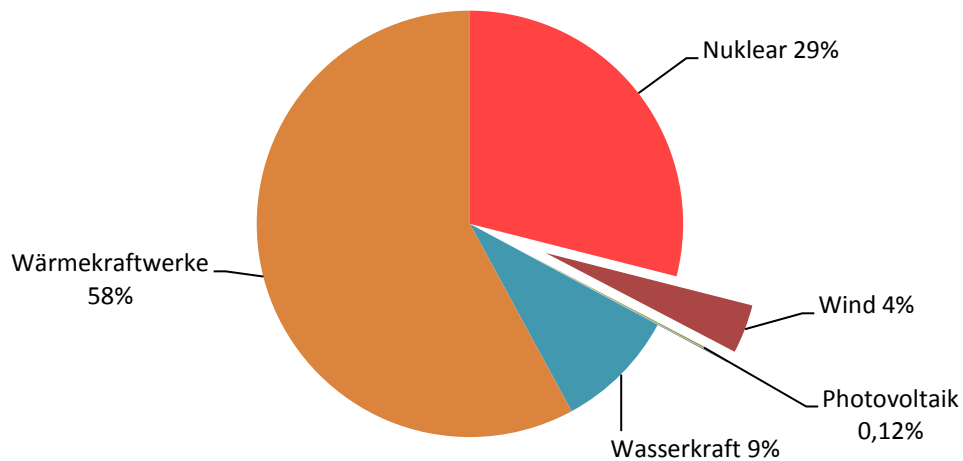
Verfügung. Das mag vielleicht in 100 oder 200 Jahren anders sein, aber derzeit stellt sich die Situation folgendermaßen dar:



**Abb. 14 - Eigene Darstellung: Stromerzeugung in Österreich 2009**  
(e-control [2], 2010, S. 24)

Abhängig davon, ob Wasserkraft in die Kategorie Ökostrom mit einbezogen wird oder nicht, hatte Österreich 2009 einen Anteil von 65% Ökostrom mit Wasserkraft bzw. nur 3% Ökostrom ohne Wasserkraft. Diese Zahlen stellen nur die erzeugte Strommenge dar. Der Stromverbrauch in Österreich ist allerdings höher, weshalb Österreich im Moment auch auf Stromimporte (unter anderem auch Atomstrom) angewiesen ist.

Photovoltaik trug 2009 mit gerademal einem Dreitausendstel zur gesamten erzeugten Strommenge bei.



**Abb. 15 - Eigene Darstellung: Strommix in der EU27 – 2007**  
(Power Systems VDMA, S. 7)

Verglichen mit dem Strommix der EU27 steht Österreich mit einem hohen Ökostromanteil da – sofern man die Wasserkraft mit einbezieht.

Unter Einbeziehung der Wasserkraft weist der Strommix für die EU27 einen Anteil von 13% bei Ökostrom aus. Ohne die Wasserkraft liegt er bei 4% und somit etwas höher als in Österreich. Der Anteil an Nuklear-Energie ist mit 29% recht hoch. Nuklearenergie und Wärmekraftwerke zusammen sind für 87% der Stromerzeugung verantwortlich. Das bedeutet, dass in der EU 87% des Stromes aus nicht erneuerbaren, nicht nachhaltigen Energiequellen gewonnen wird. (Vergleiche Abbildung 15)

Diesen hohen Anteil nennenswert zu reduzieren ist keine leichte Aufgabe. Auch stellt es nur eine Seite der Medaille dar. Es wird hier nur die Stromerzeugung betrachtet. Es gibt aber noch eine andere Stellgröße, an der man etwas verändern kann, nämlich den Verbrauch.

*„Umweltpolitik des neuen Stils funktioniert anders: Die Menschen verbrauchen von Anfang an weniger Wasser, Rohstoffe und Energie – und das nicht ,*

*weil sie sich einschränken und auf Lebensqualität verzichten, sondern dank eleganter Technik, guter Ideen und neuem Produktdesign.“ (Schmidt-Bleek & Wiegandt, 2008 4. Auflage, S. 61)*

Die Möglichkeit des Kunden, seinen Stromverbrauch durch Smart Meter jederzeit einsehen und bewerten zu können, mit dem Ziel, einen Effekt des Stromsparens zu erreichen, kann man als ein Konzept der Umweltpolitik neuen Stils verstehen. Neben immer stromsparenderen Elektrogeräten und effizienteren Heizanlagen, für die sich der Kunde bereits beim Kauf entscheidet, bietet ihm der Smart Meter auch die Möglichkeit, im täglichen Gebrauch eine weitere Optimierung seiner Verbrauchswerte vorzunehmen. Die Anschaffung von stromsparenden Geräten wird ihm hierbei in der Regel weder Einschränkungen in seiner Lebensqualität oder beim Komfort bringen, noch einen Verzicht.

Ein energiesparender Kühlschrank erfüllt seinen Zweck, nämlich Lebensmittel zu kühlen, genauso gut wie ein älteres Modell, welches noch nicht so energieeffizient arbeitet. Genauso verhält es sich mit den niedrigen Verbrauchswerten im Bereitschafts- und im Aus-Zustand von neuen elektrischen Geräten, wie sie zum Beispiel für Haushaltsgeräte oder Unterhaltungselektronik in der Verordnung (EG) Nr. 1275/2008 (Verordnung (EG), 2008) festgelegt wurden. Auch hier entsteht dem Kunden dadurch kein Nachteil, dass sein Fernseher im Bereitschaftszustand (Stand-by) nur noch 1 Watt (Verordnung (EG), 2008, S. 6) braucht, statt beispielsweise 6 Watt wie bei älteren Geräten. Es entsteht also ein Einspareffekt rein durch technische Maßnahmen, ohne dass der Stromkunde sein Verbrauchsverhalten ändern müsste.

Nicht mehr ganz so klar ist dieser Sachverhalt etwa bei der Energiesparlampe. Hier wird oft moniert, dass sie im Vergleich zur klassischen Glühlampe bei der Qualität von Farbtemperatur und Lichtfarbe ein Rückschritt ist. Die Glühbirne bietet ein Vollspektrumlicht während Energiesparlampen dieses nicht bieten können. Hier entsteht dem Kunden – zumindest in diesem Bereich – ein Nachteil, den er in Kauf nehmen muss, will er Energiesparlampen einsetzen. Natürlich profitiert er auf der anderen Seite durch den ca. um 70% bis 80% niedrigeren Stromverbrauch der Energiesparlampen sowie einer höheren Lebensdauer derselben. In diesem Beispiel ist es also nicht gelungen, einen 100%-Ersatz durch „elegante Technik“ zur Verfügung zu stellen. Es müssen bei der Lichtqualität Abstriche gemacht werden.

In manchen Bereichen wird leider der Einsparungseffekt, welchen neue, effizientere Technologien bieten sollen, wieder durch „Steigerung des Lebensstandards“ zunichte gemacht.

Der Energieverbrauch von sparsameren Fernsehern (Flatscreens) ist dann oft trotzdem nicht niedriger, weil statt einer 60cm-Bilddiagonale es heute eine 120cm-Bilddiagonale sein muss. Sparsamere Verbrennungsmotoren führen leider bei den Fahrzeugen nicht zu den Treibstoffeinsparungen, die möglich wären, da im Gegenzug die Größe der Autos, deren Gewicht und die Motorleistungen erhöht wurden.

Auch bleibt zu hinterfragen, wie sinnvoll es eigentlich überhaupt ist, ein 2000kg-Fahrzeug zu verwenden, um eine 80kg-Person plus 10kg-Einkaufstüte zu transportieren.

Im Flugverkehr haben sparsamere und effizientere Flugzeuge mitunter zu billigeren Flügen geführt. Allerdings sind auch die von Urlaubsreisenden zurückgelegten Flugmeilen über die Jahre gestiegen – 20.000km Flugstrecke für eine Urlaubsreise sind heute keine Seltenheit.

Einer der ursprünglichsten Zwecke von Technik und Technologie war und ist es, die Sicherheit unseres Lebens zu erhöhen und das Leben einfacher zu machen, oder auch anders ausgedrückt: eine Steigerung des Lebensstandards herbeizuführen. Es drängt sich aber die Frage auf, wann es genug ist! Oder sind wir in vielen Bereichen schon übers Ziel hinausgeschossen? Ist alles, was machbar ist, auch sinnvoll machbar, in Hinblick auf die Zukunft nachfolgender Generationen und eventuell negativer Auswirkungen auf diese? Die Politik vergangener Jahrzehnte hat uns bereits gezeigt, wie schwierig es selbst für unsere Staatenlenker ist, ein oder zwei Generationen in die Zukunft zu denken. Die verschuldeten Staatshaushalte sind ein Beleg dafür. Auf der anderen Seite wird Tag für Tag und Jahr für Jahr Atommüll angehäuft. Zum Beispiel weist das in Kernreaktoren entstehende Plutonium-239 eine Halbwertszeiten von 24.110 Jahren auf (Rutherford Online-Lexikon der Elemente, 2006) – ein Umstand, der wohl noch viele hunderte Generationen nach uns beschäftigen wird.

Man stelle sich vor, Gaius Julius Cäsar hätte vor 2000 Jahren einen Atomreaktor betrieben. Das damals entstandene Plutonium-239 wäre heute noch zu über 95% vorhanden und strahlend und müsste immer noch und für weitere viele Jahrtausende sicher verwahrt werden.

Mit Blick auf die Generationengerechtigkeit, die Teil des Konzeptes Nachhaltigkeit ist, wird meiner Meinung nach klar, dass die Atomenergie in der heutigen Form (Kernspaltung) keinen langfristigen Platz in einer nachhaltigen Zukunft haben kann.

Nur wie kann eine Zukunft ohne Atomenergie aussehen - vor allem im Angesicht knapper werdender fossiler Brennstoffe?

Die gute Nachricht: weltweit wird nur ca. 6% der Primärenergiegewinnung durch Kernkraft bewerkstelligt. Rein auf die Stromerzeugung bezogen liegt der Anteil der Kernkraft weltweit bei 16%. BP sieht in ihrem Energy Outlook 2030-Bericht den Anteil der erneuerbaren Energie für das Jahr 2030 ähnlich groß wie den Anteil der Kernkraft. (BP Statistica, 2011, S. 18) Derzeit ist dieser Anteil leider noch verschwindend gering.

Die schlechte Nachricht: Nimmt man die drei großen nicht erneuerbaren Energieträger Erdöl, Erdgas und Kohle aus der Betrachtung heraus, wächst der Anteil der Kernkraft an den verbliebenen Energielieferanten (Wasserkraft, erneuerbare Energien und Kernkraft) auf über 45% an. (BP Statistical Review of World Energy, 2007, S. 1)

Daraus lässt sich ableiten, dass erneuerbare, nachhaltige Energieformen ausgebaut werden müssen. Zum einen, um das in naher Zukunft Knapperwerden der fossilen Ressourcen, vorrangig Erdöl, zu kompensieren, zum anderen, um die Perspektive einer atomfreien Zukunft wahr werden zu lassen. Des Weiteren gilt es auch zu bedenken, dass die Kernenergie in Form der Kernspaltung nicht für unbegrenzte Zeit zur Verfügung steht.

Die Uranvorkommen sind nicht unerschöpflich. Allerdings gehen die Meinungen zur Versorgungsreichweite – wie man bereits auch von der Diskussion zu den Erdölréserven oder beim Thema Klimaveränderung kennt – zwischen Atomenergiebefürwortern und -gegnern naturgemäß auseinander:

Walter Hohlefelder, Präsident des Deutschen Atomforums, in einer Eröffnungsansprache:

*„Fakt ist dagegen, dass von der IAEIO und der Bundesanstalt für Rohstoffe und Geowissenschaften Uranreichweiten von über 200 Jahre errechnet wurden.*

*{...} (Bei einer Steigerung der Urankosten um 200% würden die Gesamtkos-*

*ten lediglich um 4-5% ansteigen.) Der Einsatz von Kernkraftwerken schützt vor der Volatilität der Rohstoffpreise., (Hohlefeldt, 2007, S. 12)*

Astrid Schneider, Mitglied im wissenschaftlichen Beirat der „Energy Watch Group“<sup>16</sup> und Sprecherin der deutschen „Bundesarbeitsgemeinschaft (BAG) Energie“ in einem Interview zur Versorgungslage mit Uran:

*„Schon seit Beginn der 90er-Jahre können die Uranminen den aktuellen Bedarf nicht decken. Der Rest kommt aus Lagerbeständen. Die Lagerbestände kommen zu einem großen Teil aus abgerüsteten russischen Atomraketen. Ab 2013 wird Russland die Lieferung von Uran aus abgerüsteten Waffen an die USA einstellen. Dann entsteht schlagartig eine Lücke von mehr als 10 Prozent des heutigen Weltbedarfes. In manchen Ländern könnten Reaktoren schlichtweg abgeschaltet werden müssen.“ (Schneider, 2010)*

Auch wenn sich Hohlefeldt und Schneider über die Versorgungslage mit Uran nicht einig sind, kann man trotzdem eines ableiten: die Versorgung wird nicht für ewig sichergestellt sein. Früher oder später kommt es also auch hier zu einem Versorgungsproblem, die Atomenergie ist auf lange Sicht also auch - was den Energieträger Uran betrifft - nicht nachhaltig, wie auch schon bei der Entsorgungs- und Endlagerungsproblematik festgestellt wurde.

Dies führt wieder zu der Situation, dass wir zum einen Energie einsparen und zum anderen auf ökologische Energieformen wechseln müssen. Dies führt nahezu zwangsläufig zu einer Dezentralisierung der Energieversorgung, was zu einer Belastung für das Stromnetz führt. Um dem zu begegnen, werden Smart Grids benötigt, für die wiederum der Smart Meter eine Grundvoraussetzung darstellt.

Es besteht allerdings die Möglichkeit, dass all diese Maßnahmen schlussendlich nicht ausreichen werden. Es wird wohl auch zu einer Verhaltensänderung der Menschen kommen müssen.

---

<sup>16</sup> <http://www.energywatchgroup.org/>

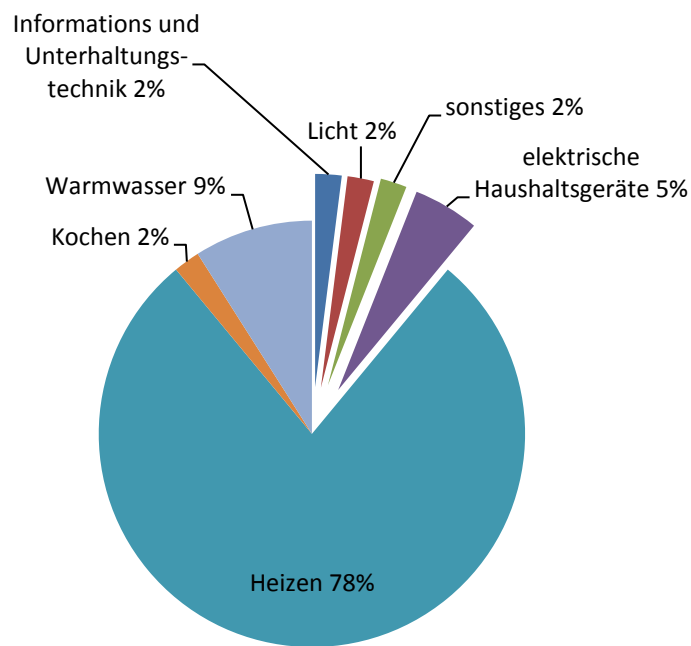
Moderner Umweltschutz bedeutet meiner Meinung nach nicht nur, dass wir dort einsparen, wo es für uns bequem ist oder wo es durch den Einsatz von neuer, effizienteren Technik ohne jeglichen Verzicht möglich ist.

Als Beispiel sei die Elektromobilität genannt. Elektroautos gibt es bereits seit über 100 Jahren. Erst heute hat sich aber die Akkutechnologie weit genug entwickelt um an eine Ablöse der durch Verbrennungsmotoren betriebenen Autos zu denken. Trotz der Fortschritte der Technologie in diesem Bereich wird es aber nicht ganz ohne Verzicht gehen. Bei Autos mit Verbrennungsmotor sind wir Reichweiten von 800 – 1000 km gewohnt. Und es gibt überall Tankstellen, wo in kürzester Zeit wieder weitere 800 – 1000 km nachgetankt werden können. Im Prinzip sprechen wir also von einer unbegrenzten Reichweite. Mit dem Elektroauto wird das nicht möglich sein. Zum einen wird die Reichweite pro Akkuladung vorerst, vielleicht aber auch für länger oder für immer, hinter der Reichweite von Verbrennungsmotorkraftfahrzeugen zurückstehen. Zum anderen wird die Ladezeit nicht annähernd an das schnelle Betanken eines Autos mit Benzin herankommen. Das bedeutet: wenn jemand ein Elektroauto fahren will, dann muss er mit diesen Einschnitten bei der Reichweite leben. Er muss möglicherweise ein Stück seiner Freiheit hergeben, die einem ein Auto mit Verbrennungsmotor verspricht.

Es wäre schön, wenn Nachhaltigkeit nur durch technischen Fortschritt und Effizienzsteigerung zu erreichen wäre. Die Wirklichkeit sieht womöglich anders aus.

## **4.2 Anteilsmässige Verteilung des Stromverbrauches**

Im Mittelpunkt der derzeitigen Smart Meter-Diskussion steht immer der elektrische Stromzähler. Um das Energieeinsparungspotential von Haushalten besser beurteilen zu können, ist es notwendig sich die anteilmässige Verteilung des Energieverbrauches anzuschauen. Für österreichische Haushalte sieht diese so aus:



**Abb. 16 - Eigene Darstellung: Energieverbrauch österr. Haushalte  
(Bayer, Tributsch, & Streif, 2009, S. 11)**

Es fällt sofort auf, dass der größte Teil der verbrauchten Energie für Heizen und Warmwasser verwendet wird, nämlich in Summe 87%. Sofern also das Warmwasser nicht elektrisch erhitzt wird, entfallen nur ca. 13% des Energieverbrauches im Haushalt auf elektrische Verbraucher. In der derzeitigen Diskussion steht der elektrische Stromzähler im Mittelpunkt, obwohl das Einsparungspotential im Verhältnis zum Gesamtenergieverbrauch eines Haushaltes eher gering erscheint. Die Richtlinie der technischen Mindestanforderungen für Smart Meter sieht aber als Anforderung die Einbindung von Gas- und Wasserverbrauchszählern vor<sup>17</sup>.

*„Die intelligenten Messgeräte haben die Möglichkeit zu bieten, über eine Kommunikationsschnittstelle mit jedenfalls vier externen Mengemessgeräten die Kommunikation in beide Richtungen aufzubauen und die Datenübertragungen für diese externen Geräte zu gewährleisten.“*  
(e-control: IMA-VO, 2011)

<sup>17</sup> Siehe Anhang A – Technische Mindestanforderungen – Punkt 5

Diese Forderung sieht vor, dass Mengenummessgeräte (zum Beispiel Wasserzähler, Wärmezähler oder Gaszähler) mit dem Smart Meter für Strom kommunizieren können.

Ein weiterer – indirekter - Einspareffekt lässt sich bei der Erhebung der Verbrauchsdaten auf Seiten der Energieversorger erzielen.

Mark Osborn, Smart Grid Manager für Portland General Electric in Texas, hierzu:

*„...we avoid the emissions and costs of meter readers driving around to people's houses. These meters all report how much energy is being used through a radio system, so we're able to avoid the hassles of trying to get out to meters.” (Profita, 2011)*

Die neuen elektronischen Smart Meter unterliegen genauso wie die elektromechanischen Ferrariszählern den eichrechtlichen Vorschriften. Somit wird auch weiterhin in regelmäßigen Abständen eine Inspektion durch Wartungspersonal vor Ort notwendig sein. Aber das jährliche Zählerstandablesen vor Ort, so wie es bisher üblich war, entfällt. Wobei hier erwähnt sei, dass bereits heute bei vielen Energieversorgungsunternehmen in Österreich das Selbstablesen des Zählerstandes am Ferrariszähler durch den Kunden möglich ist. Die abgelesenen Werte werden mittels Formular am Postweg oder per Telefon an den Stromversorger übermittelt, so zum Beispiel bei der Wien Energie.

#### **4.3 Hat ein Smart Meter einen höheren Eigenstromverbrauch?**

Der Umstand, dass beim Smart Meter nicht nur der Verbrauch gezählt wird, sondern auch weitere Funktionen implementiert sind, lässt die Vermutung entstehen, dass der Eigenverbrauch eines Smart Meters höher sein muss als der eines elektromechanischen Ferrariszählers, welcher außer der Verbrauchszählung keine weitere Funktionalität besitzt. Funktionen wie Leistungsmessung, Protokollierung, Datenspeicherung sowie Kommunikation mit MUC/Datenkonzentrator oder direkt mit dem Energieversorgungsunternehmen erwecken beim Smart Meter diesen Eindruck.

Was den Teil des Messvorganges ansich betrifft, ist hier der Smart Meter dem Ferrariszähler klar überlegen. Die Induktive Strommessung beim Ferrariszähler ist deutlich energieaufwändiger. Zum Beispiel muss ein Bremsmoment - erzeugt durch einen Dauermagneten und entstehende Wirbelströme – auf die Ferrarisscheibe wirken, damit diese nicht immer schneller und schneller dreht (siehe Kapitel 3.3 Ferrariszähler).

Tatsächlich haben elektromechanische Ferrariszähler einen Eigenverbrauch von typischerweise 30kWh/Jahr (einphasiger Wechselstromzähler) bzw. 90kWh/Jahr (dreiphasiger Drehstromzähler). Smart Meter hingegen verbrauchen typischerweise nur ein Drittel dieser Menge. Um sich die Energiemenge von 30kWh/Jahr zu vergegenwärtigen: damit könnte eine 9Watt Energiesparlampe 1 Jahr lang täglich neun Stunden lang betrieben werden.

Für Deutschland mit 44 Millionen Anschlussstellen bzw. Zählpunkten entspräche das einem Einsparungspotential von 900 bis 2500GWh/Jahr. (Luhmann, 2007)

In Österreich gibt es derzeit ca. 5,5Millionen Zählpunkte. Bis zum Jahr 2020 müssen davon 80% - also 4,4 Millionen – mit einem Smart Meter ausgerüstet sein. So sieht es die EU-Richtlinie im dritten Binnenmarktpaket für den Elektrizitätsbinnenmarkt vor. ( Österreichs E-Wirtschaft, 2010)

Für Österreich käme man so auf ein Einsparungspotential von 90 bis 250GWh/Jahr. Um die genannten Energiemengenzahlen in Relation zu Zahlen aus der Praxis zu setzen, sei an dieser Stelle der erzeugte Strom aus Photovoltaik-Anlagen genannt:

In Deutschland – dem Weltmarktführer im Bereich Photovoltaik (Henkel, 2010) – wurden im Jahr 2010 12.000GWh Solarstrom erzeugt. (Solarenergie für Deutschland, 2005-2011)

In Österreich waren es im Jahr 2008 bescheidene 25GWh Solarstrom. (Stanzer, 2011)

Vergleicht man diese Zahl für Österreich mit dem möglichen Einsparungspotential durch die Einführung von Smart Metern, so erkennt man, dass auch bereits die Einsparung beim Eigenverbrauch einen erwähnenswerten Faktor darstellt, wenn auch nur einen sehr kleinen. Die Zahlen zeigen außerdem, wie klein in Österreich doch noch die produzierte Strommenge durch Photovoltaik ist, im Vergleich zum Marktführer Deutschland.

Diese Eigenschaft der Smart Meter, der geringere Eigenstromverbrauch gegenüber den elektromechanischen Ferrariszählern, wird so in den Medien kaum kommuniziert. Es handelt sich um einen generellen Einspareffekt, der mit einer Verhaltensänderung der Stromkunden noch gar nichts zu tun hat. Der eigentliche Stromspareffekt soll ja durch ein Bewusstmachen des eigenen Stromverbrauches bei den Kunden entstehen, da diese dann ihre Verhaltensweisen ändern sollen, sei es beim Umgang mit Strom, bei den Einschaltzeiten, beim Kauf stromsparender Elektrogeräte, bei Investitionen in Haussteuerungssystemen, etc.

#### **4.4 Stromdiebstahl als Motivation für die Einführung von Smart Metering ?**

Als ein Argument für die Einführung von Smart Metering wird unter anderem auch die Möglichkeit Stromdiebstahl besser erkennen und feststellen zu können genannt.

Unter Stromdiebstahl versteht man die „Entziehung elektrischer Energie“, was einen Straftatbestand darstellt. In Mitteleuropa stellt dies weniger ein Problem dar, da Fälle von Stromdiebstahl recht selten vorkommen.

In anderen Ländern kann er aber derartige Ausmaße annehmen, dass dort der Stromdiebstahl sogar einen Hauptmotivationsgrund für eine Einführung der Smart Metering-Technologie darstellt. Dies spiegelt eine Anfrage des niederösterreichischen Landtagsabgeordneten Gottfried Waldhäusl an den Landeshauptmann Dr. Erwin Pröll wider. In dieser Anfrage will Herr Waldhäusl erfahren, ob in Mazedonien und Bulgarien der Stromdiebstahl tatsächlich in erster Linie für die hohen Verluste der EVN AG verantwortlich ist. (Waldhäusl, 2010)

Aber auch in anderen südlichen Teilen Europas kann der Stromdiebstahl zu einer treibenden Kraft bei der Installation von Smart Metering-Technologie werden, wie der italienische Stromkonzern ENEL bestätigt. (Stromtipp.de)

Einen ganz speziellen Grund, Stromdiebstählen besser nachgehen zu können, liefert folgendes Zitat aus den USA:

*“Why are antitampering methods important in the United States? At increasingly high electricity rates, a 4% loss is enough to get the utilities’ attention. But, even more important, stolen power is the most common power source for*

*illegal marijuana “grow houses.” The power bill for such houses in urban areas can easily hit \$10,000 a month, and stealing power from nearby power lines is a convenient way to get it. Neither nearby residents nor utilities are in favor of grow houses, so using smart meters is potentially an effective way to curb the activity.” (Conner, 2009)*

Man sieht, dass die Prioritäten für die Einführung der Smart Metering-Technologien in anderen Ländern eine andere Gewichtung haben können.

#### **4.5 Zusammenfassung**

Die Umweltpolitik befindet sich in einem Wandel. Lag früher der Fokus recht einseitig bei der Vermeidung von Umweltschäden zum Beispiel durch Filter, so versucht man heute, grundsätzlich weniger Abgase zu erzeugen, die gefiltert werden müssten. Hierfür wird eine Effizienzsteigerung des Energieverbrauches sowie ein generelles Einsparen von Energie immer wichtiger. Eine Stellschraube alleine reicht nicht aus. Um Nachhaltigkeit zu erreichen, muss an mehreren Schrauben gedreht, an mehreren Stellen angesetzt werden.

Die anteilmäßige Verteilung des Stromverbrauches im Haushalt wird von den Verbrauchern oft falsch eingeschätzt. Unterhaltungselektronik und Beleuchtung haben heute, gerade mit modernen Geräten, einen viel geringeren Verbrauch als vermutet zumindest im Vergleich zu den großen Verbrauchern Elektroherd und Warmwasser. Auch beim Heizen lässt sich sehr viel Energie einsparen. Bereits das Absenken der Raumtemperatur um 1°C birgt hier große Einsparnis.

Beim Eigenstromverbrauch schneidet der Smart Meter deutlich besser ab als sein alter elektromechanischer Vorgänger, der Ferraris-Zähler. Der Umstieg wird mit bis zu einem Drittel geringerem Stromverbrauch des Zählers belohnt. Bei der europaweiten Umstellung von Millionen Zählstellen auf Smart Meter ergibt sich auch hieraus bereits eine nicht zu vernachlässigende Einsparung, wenn auch der erhoffte Einspareffekt durch eine Verhaltensänderung des Kunden wesentlich größer sein soll.

Nicht in allen Ländern ist der Gedanke ans Energiesparen und Effizienzsteigern die vordergründige Motivation für die Einführung von Smart Metern. Auch der Kampf gegen den Stromdiebstahl ist in Ländern des Südens (zum Beispiel Italien) ein Grund für die Stromlieferanten, auf die neue Technologie zu setzen.

## **5 Mögliche Risiken bei Einführung der Smart Metering Technologie**

Die Einführung der Smart Metering Technologie soll für alle daran beteiligten Parteien viele Vorteile bringen – so wird es jedenfalls von den Energieversorgern und der Regulierungsbehörde kommuniziert. Aber gibt es wirklich nur Vorteile?

Smart Meter besitzen eine Datenübertragungsverbindung zum Energieversorger. Oft wird diese über Funk realisiert. Gibt es hier negative Auswirkungen auf die Gesundheit der Endverbraucher, wenn in ihrem Wohnbereich ein Smart Meter installiert wird?

Smart Meter sammeln und speichern Daten, mit deren Hilfe es den Energieversorgern möglich sein soll, Lastprofile zu erstellen, die nicht nur auf statistische Daten basieren.

Doch ist das immer mit den Datenschutzbestimmungen zu vereinbaren?

Und wie ist es um die Datensicherheit bestellt? Die Vergangenheit hat gezeigt, dass – egal ob es sich um E-Mail-Konten, Sim-Karten, Webservices, Onlineportale etc. handelte – früher oder später die meisten Vorrichtungen zur Wahrung der Datensicherheit geknackt oder umgangen wurden. Wie sieht es hier bei der Smart Metering Technologie aus? Wie sicher sind die Verbrauchsdaten der Konsumenten, und wie steht es um die Sicherheit der Stromversorgung?

In diesem Kapitel wird auf diese Punkte näher eingegangen.

### **5.1 Gesundheitliche Risiken**

Die flächendeckende Einführung von Smart Metern wird nicht überall so positiv gesehen und wahrgenommen, wie es vielfach durch Berichte in Medien dargestellt wird. So hat beispielsweise im Januar 2011 in den USA der Landkreis Marin County in Kalifornien ein einjähriges Moratorium gegen die Installation von Smart Metern befürwortet. (SFGate [1], 2011)

In einer entsprechenden Verfügung (co.marin.ca.us, 2011) werden einige Punkte aufgeführt, welche gegen den Einsatz von Smart Metern zu sprechen scheinen.

Es wird unter anderem von inkorrekten Messwerten durch die neuen – aber laut Verfügung fehlerhaften – Smart Meter berichtet, die bei Kunden zu falschen und überhöhten Abrechnungen führten. Auch ein Eingriff in die Privatsphäre wird geortet, da der Energieversorger mit Hilfe der durch den Smart Meter übermittelten Daten Rückschlüsse auf die Lebensgewohnheiten der Endverbraucher ziehen kann, sei es, wann geduscht wird oder wann der Endverbraucher sich im Urlaub befindet. Auch werden durch Smart Meter verursachte Probleme mit Amateurradio-Kommunikationssystemen sowie Notfall-Kommunikationssystemen erwähnt.

Der tatsächliche Nutzen von Smart Metering – nämlich eine von den Befürwortern prognostizierte Effizienzsteigerung bzw. das Einsparen von Energie – wird in Zweifel gezogen, ja die Meinung vertreten, dass der Stromverbrauch durch den Einsatz von Smart Metering sogar steigen könnte.

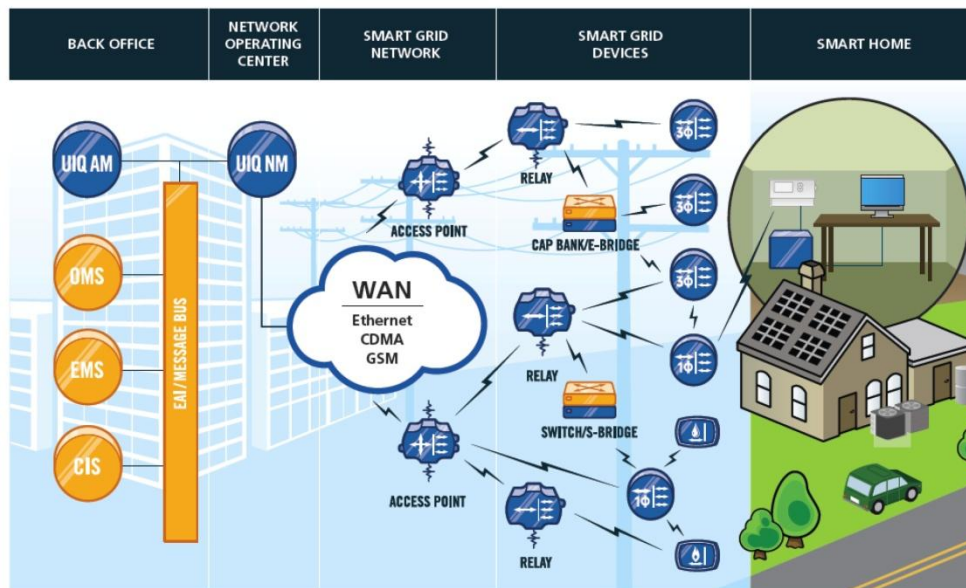
Als wichtigster Punkt werden aber gesundheitliche Bedenken geäußert. (co.marin.ca.us, 2011, S. 2) Konkret werden erhöhte EMF-Werte (electromagnetic frequency radiation), welche durch die drahtlose Kommunikation der Smart Meter entstehen, angeführt:

*„{...} safety standards do not exist for chronic long-term exposure to EMF or from multiple sources, and reported adverse health effects from electromagnetic pollution include sleep disorders, irritability, short term memory loss, headaches, anxiety, nausea, DNA breaks, abnormal cell growth, cancer, premature aging, etc. Because of untested technology, international scientists, environmental agencies, advocacy groups and doctors are calling for the use of caution in wireless technologies;“ (co.marin.ca.us, 2011, S. 2)*

Tatsächlich wird, wie Abb. 17 veranschaulicht, bei PG&E<sup>18</sup> ein großer Teil des Datenverkehrs in der Smart Meter-Infrastruktur über wireless communication abgewickelt. Wireless communication wiederum ist für erhöhte EMF-Werte verantwortlich.

---

<sup>18</sup> Kalifornischer Stromversorger



**Abb. 17 - Komponenten des PG&E Smart Meter Programmes  
und den Gebrauch von RF-Signalen zur Kommunikation zwischen  
Smart Meter, Relais, Access Points, etc.  
(Tell, 2008)**

Nun stellt ein Smart Meter in unserer heutigen technisierten Welt nicht die einzige Quelle elektromagnetischer Strahlung dar. Auch andere Geräte in unserem täglichen Leben emittieren hochfrequente Strahlungen, wie zum Beispiel Mikrowellenherde, Wireless LAN-Netzwerke und vor allem auch Mobiltelefone. Das sind nur einige Geräte, wie sie heute in nahezu jedem Haushalt oft mehrfach zu finden sind. Aus diesem Grund sollte nicht nur die mögliche Gefährdung durch Smart Meter betrachtet werden, sondern vor allem auch die emittierte Strahlung in Relation zu anderen Geräten gesetzt werden. Dies wird in diesem Kapitel zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen.

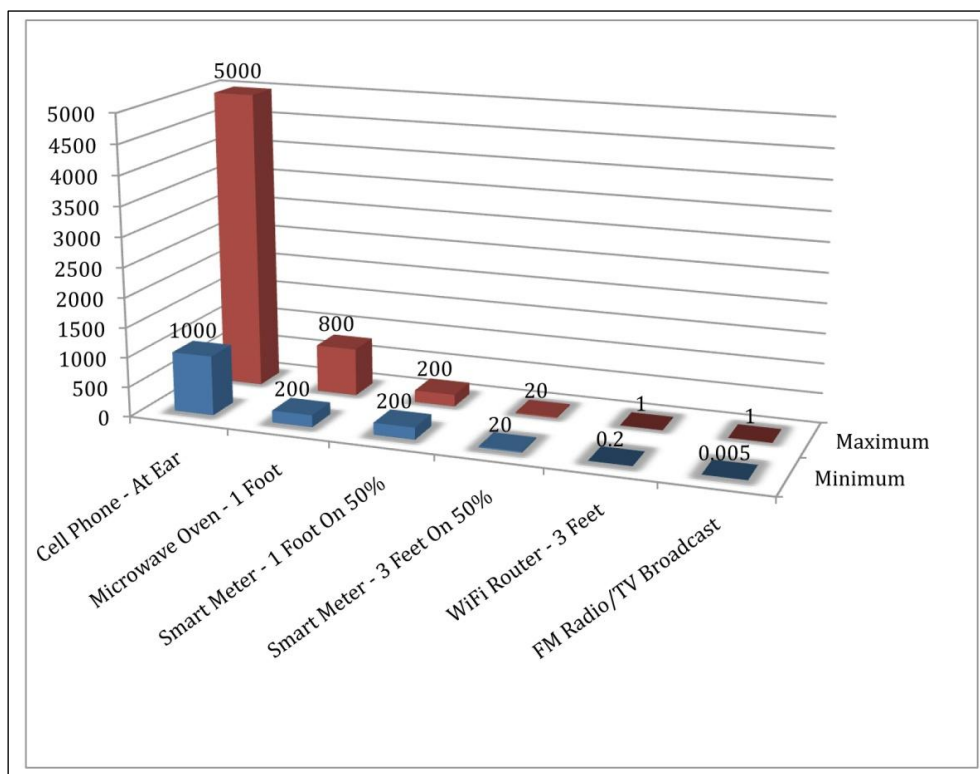
Radiowellen und Mikrowellen, welche von Antennen ausgestrahlt werden, sind eine Form von elektromagnetischer Energie. Im Englischen wird auch von „radiofrequency energy“ oder „RF energy“ oder „RF radiation“ gesprochen. Bei Vorhandensein von elektromagnetischer Energie wird auch von „elektromagnetischen Feldern“ bzw. „Radiofrequency Fields“ gesprochen. Auch die Bezeichnung „HF-Strahlung“ (high frequency) wird verwendet. Es wird hier in allen Fällen von derselben Energieform gesprochen. (rfcafe.com)

Aufgrund einer Nachfrage zweier kalifornischer Abgeordneter an den Kalifornischen Rat für Wissenschaft und Technik (The California Council on Science and Technolo-

gy, CCST) hat dieser am 11. Januar 2011 einen Report „Gesundheitliche Auswirkungen der Hochfrequenzfelder von Smart Metern“ zur Stellungnahme veröffentlicht. (SFGate, 2011)

Die CCST ist eine unabhängige, Non-Profit-Institution, welche der kalifornischen Regierung in wissenschaftlichen und technischen Fragen Ratschläge und Lösungsvorschläge zur Verfügung stellen soll. Sie setzt sich dabei aus einem Expertenrat zusammen, der aus Akademikern und Wissenschaftlern besteht. (CCST [1], 2009)

Die endgültige Version des Berichtes (CCST [2], 2011) wurde am 31. März 2011 veröffentlicht. Es wird darin der Frage nachgegangen, ob die Standards der FCC (Federal Communications Commission) zum Schutze der Gesundheit bei Smart Metern ausreichen, oder ob weitere technische Spezifikationen nötig sind, um den Schutz der Gesundheit gewährleisten zu können. (CCST [2], 2011)



**Abb. 18 - Power Intensität der unmittelbaren Radiowellen verschiedener Geräte des täglichen Gebrauchs (CCST [2], 2011, S. 21)**

In Abb. 18 wird der Smart Meter im Vergleich zu Geräten des täglichen Gebrauchs dargestellt. Hierbei wurde für den Smart Meter ein Worst-Case-Szenario, nämlich

50% Duty Cycle gewählt. Das bedeutet, dass der Smart Meter 50% der Zeit sendet und 50% der Zeit ruht bzw. von der Servicestation empfängt.

Vom Standpunkt der Gesundheit aus betrachtet, interessiert bei der Betrachtung aber nur der Zeitraum, in dem der Smart Meter sendet, da hier die größten Strahlenwerte auftreten. Im Diagramm wurde hier der Worst Case mit 50% Duty Cycle angenommen. Selbst in diesem hypothetischen Worst Case-Szenario ist die Abstrahlungsintensität eines Smart Meters deutlich geringer als die eines Handys. (CCST [2], 2011)

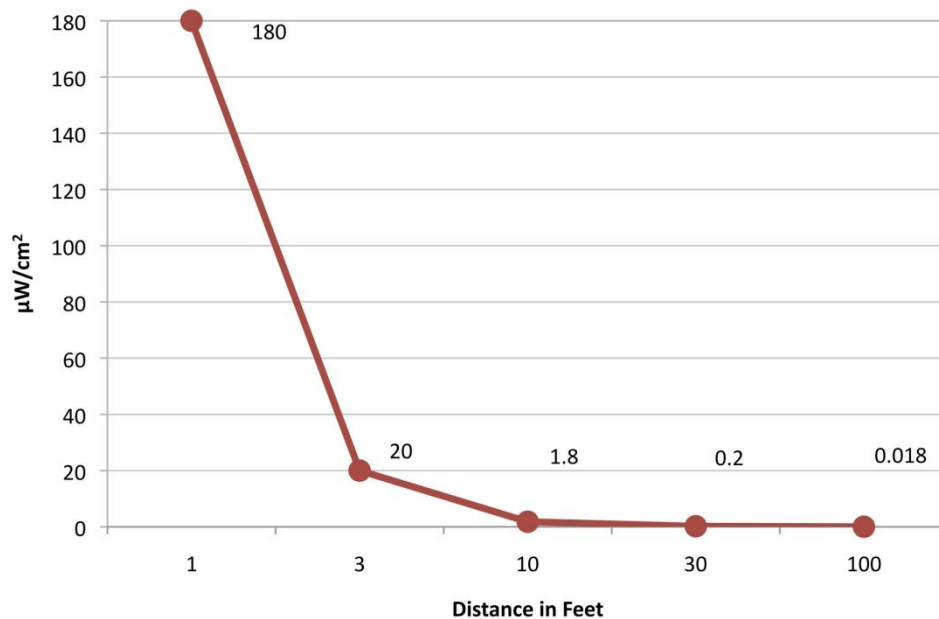
Die Belastung in 1 Meter Entfernung zum Smart Meter ist um den Faktor 50 bis 250 geringer als jene, die bei einem Telefonat mit einem Handy am Ohr auftritt. Hält man sich also 24 Stunden direkt in 1 Meter Entfernung zum Smart Meter auf, entspricht das einer Strahlenbelastung eines 6- bis 30minütigen Telefongesprächs.

Dieser Vergleich ist aber meiner Meinung nach nicht einfach auf die Praxis übertragbar. Beim Telefonieren mit einem Handy wird man dieses ans Ohr halten. Das bedeutet, dass die Strahlenbelastung während des ganzen Telefonates über in unmittelbarer Nähe des Ohres auftritt. Im Gegensatz dazu wird man sich aber kaum stundenlang in unmittelbarer und ausschließlicher Nähe zu einem Smart Meter aufhalten. Auch spiegelt die Annahme eines 50% Duty Cycles nicht die Realität wieder; PG&E<sup>19</sup> gibt den Duty Cycle ihrer Smart Meter mit 1 – 5% an, also um mindestens den Faktor 10 kleiner.

Die Strahlenbelastung nimmt mit dem Quadrat der Entfernung ab.

---

<sup>19</sup> Kalifornischer Stromversorger



**Abb. 19 - Strahlenintensität in Abhängigkeit zur Entfernung**  
**Smart Meter mit 1-Watt Sendeleistung und 50% Duty-Cycle. (EPRI, 2011, S. 20)**

Dies bedeutet, dass bei doppelter Entfernung zum Smart Meter die Intensität der Strahlung bereits auf  $\frac{1}{4}$  des ursprünglichen Wertes absinkt. Vervieracht man den Abstand zum Smart Meter sinkt die Strahlenbelastung bereits auf ein Sechzehntel. In Abb. 19 kann man diesen Sachverhalt ablesen: die Strahlenintensität von  $180\mu\text{W}$  bei 1 Fuß Entfernung fällt bei einer Distanz von 10 Fuß zum Smart Meter bereits auf  $1,8\mu\text{W}$  ab, was nur noch 1% Intensität des ursprünglichen Wertes bedeutet. Da sich der Endverbraucher im täglichen Leben wohl kaum stundenlang in 1m Entfernung zum Smart Meter aufhalten wird, ergeben sich in der Realität somit niedrigere Werte als in Abb. 18 dargestellt.

Der Duty Cycle, also der Zeitanteil während dessen der Smart Meter sendet, ist in der Praxis ebenfalls deutlich niedriger als in der Worst Case-Annahme, in Abb. 18 mit 50% angegeben. In der Praxis kann dieser Wert um den Faktor 10 und mehr kleiner sein.

PG&E gibt für den von ihnen verwendeten Smart Meter einen Duty Cycle von 1- 5% an.

Die FCC (Federal Communications Commission) regelt seit 1934 in allen Bundesstaaten der USA alle Belange bezüglich Kommunikation via Radio, Fernsehen, Kabel und Satellit. (FCC)

Seit 1996 sind die überarbeiteten Richtlinien in Kraft, welche Grenzwerte für die maximal zulässige Intensität von Radiowellen festsetzen, denen Menschen ausgesetzt werden dürfen. Hierbei wird allerdings nur der thermische Effekt von absorbierten Radiofrequenz-Emissionen berücksichtigt. (CCST [2], 2011, S. 16)

*„The FCC’s current exposure guidelines, as well as those of the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) and the International Commission on Non-ionizing Radiation Protection, are thermally based, and do not apply to chronic, nonthermal exposure situations.“ (emrpolicy)*

Das bedeutet, dass die FCC sich bei der Erstellung der Richtlinien zu den Grenzwerten bei Radiofrequenz-Emissionen auf die rein thermischen Effekte, die auf den menschlichen Körper einwirken, beschränkt hat.

Unter dem Thermischen Effekt wird die Eigenschaft von Radiowellen verstanden, von Körpern, auf die sie treffen, absorbiert zu werden und diese dabei zu erwärmen. Nichts anderes passiert zum Beispiel auch in einem Mikrowellenofen, nur dass hier der Effekt gewollt ist.

Als eine der Kenngrößen wird hier von einer “spezifische absorption rate” (SAR) gesprochen.

Dabei beschreibt die Kenngröße der SAR die Absorptionseigenschaften eines Körpers bestimmten Materials. Für den menschlichen Organismus gilt dabei ein Grenzwert von 4W/kg, bevor es zu Schädigungen des Gewebes kommen kann.

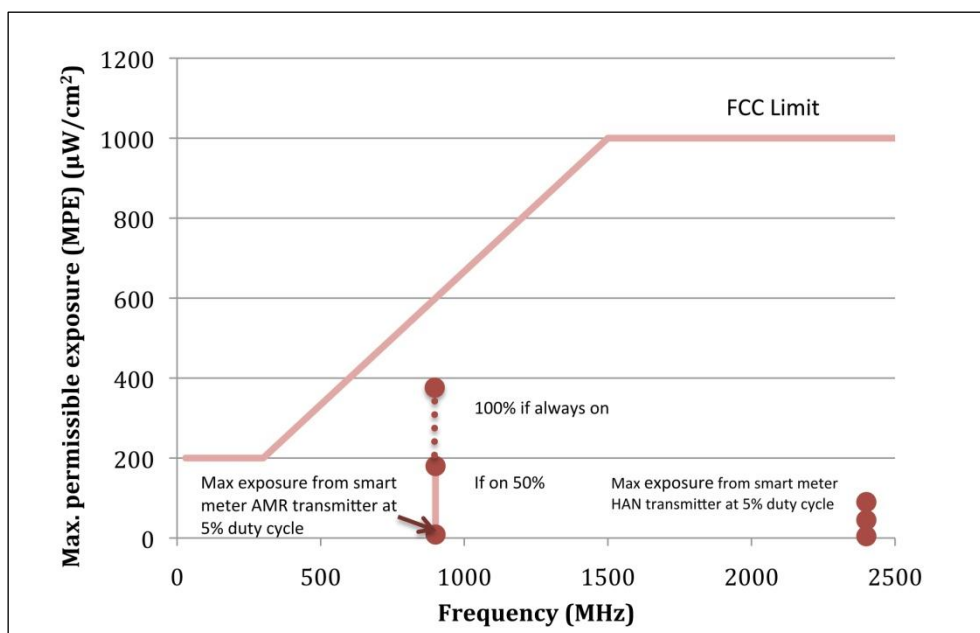
Als Grenzwert für diese SAR wird ein Wert von 4W/kg angesehen. Ab dieser Einstrahlleistung kommt es zu negativen Effekten für den menschlichen Organismus, zu einer Erwärmung des Gewebes. Die FCC hat in ihren Limits einen SAR-Wert von 1,6W/kg festgelegt, wodurch ausreichende Sicherheitsreserven gegeben sind. (CCST [2], 2011, S. 17)

Eine weitere Kenngröße wird als maximum permissible exposure (MPE) bezeichnet. Sie wird für die Betrachtung der - siehe Abbildung 20 – maximal zulässigen Strahlungsintensität, die auf einen Körper auftrifft, herangezogen. Sie wird in Mikrowatt pro Quadratcentimeter ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) angegeben. (CCST [2], 2011, S. 17) Mit diesem Maß wurden auch von der FCC die Limits festgesetzt.

In Abbildung 20 sind die Limits für die EMF-Belastung abzulesen. Aus der Grafik erkennt man, dass als Limit kein konstanter Wert in  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  gesetzt wurde. Dies

lässt sich damit erklären, dass der menschliche Körper elektromagnetische Strahlung abhängig von der Frequenz verschieden stark absorbiert. Niedrigere Frequenzen haben eine höhere Eindringtiefe und führen zu einer stärkeren Gewebserwärmung als höhere Frequenzen, weshalb für Frequenzen oberhalb von 1500Mhz ein MPE-Limit von  $1000\mu\text{W}/\text{cm}^2$  festgesetzt wurde, bei Frequenzen unterhalb von 300Mhz aber nur ein MPE-Limit von  $200\mu\text{W}/\text{cm}^2$ .

In Abbildung 20 scheinen auch die Werte für zwei verschiedene Smart Meter auf. Da der AMR-Transmitter mit einer niedrigeren Frequenz sendet als der HAN-Transmitter, gelten für beide verschieden hohe Limits. Trotzdem liegen beide weit innerhalb der Limits. Selbst bei einem realitätsfremden Duty Cycle von 50% werden die Limits noch lange nicht überschritten.



**Abb. 20 - FCC Limits**  
(CCST [2], 2011, S. 21)

Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass in die Limits der FCC betreffend MPE ein großzügiger Sicherheitsfaktor miteinkalkuliert wurde.

*„The FCC’s exposure guideline is considered protective of effects arising from a thermal mechanism but not from all possible mechanisms. Therefore, the*

*generalization by many that the guidelines protect human beings from harm by any or all mechanisms is not justified.” (emrpolicy, S. 2)*

Der thermische Effekt wurde bereits in vielen Studien untersucht. Seine Auswirkungen sind recht gut ergründet und bekannt. Andere Effekte, sogenannte “Non-Thermal Effects“ sind hingegen weniger untersucht worden bzw. sind hierüber kaum wissenschaftliche Fakten vorhanden:

*“Without additional understanding of these effects, there is inadequate basis to develop additional guidelines at this time.” (CCST [2], 2011, S. 17)*

Klagen heute Bürger gegen die Errichtung eines Mobilfunkmastes, sind ihre Chancen gleich null, falls sie ihre Klage auf gesundheitliche Beschwerden begründen. Solange die gesetzlichen Grenzwerte (welche sich alleine auf den thermischen Effekt beziehen) eingehalten werden, sehen die Behörden keinen Grund zur Sorge für die Gesundheit. (Lerchl, 2007, S. 25)

Bei den sogenannten non-thermischen Effekten – bei den Symptomen wird von den Betroffenen oft von zum Beispiel Übelkeit und Kopfweg gesprochen, bei den Folgen von Krebs – spielt wahrscheinlich die Psychologie eine große Rolle. So wurde nach dem Aufstellen von Mobilfunkmasten von Anwohnern über Unwohlsein, Übelkeit und sonstige Symptome berichtet. Später stellte sich dann aber heraus, dass die Mobilfunksender noch gar nicht eingeschaltet waren.

Auch wird ein Mobilfunkmast am Hausdach oder in wenigen Dutzend Metern Abstand zum Haus von den Anwohnern für bedrohlicher erachtet, als das Mobiltelefon in der Hosentasche. Tatsächlich ist es aber sogar genau umgekehrt: ein Sendemast in relativer Nähe führt dazu, dass das Mobilfunktelefon in der Tasche mit geringerer Sendeleistung mit dem Netz kommunizieren kann. Wäre der Mobilfunkmast weiter weg, müsste das Handy seine Sendeleistung erhöhen. Somit ist es in diesem Fall sogar günstiger in Hinblick auf die Strahlenbelastung durch das Handy, wenn der Mobiltelefonnutzer sich in der Nähe des Mobilfunkmastes befindet, da so die Strahlenbelastung für ihn geringer ist. (Lerchl, 2007, S. 24)

*„Während die meisten Wissenschaftler und Ärzte nach dem altbekannten und bewährten Prinzip verfahren, dass allein die Dosis das Gift macht, sind Mobil-*

*funkgegner der Meinung, dass auch kleine und kleinste Dosen der Mobilfunkstrahlung erhebliche Gesundheitsschäden verursachen können.“ (Lerchl, 2007, S. 18)*

Da Smart Meter ebenfalls mit einem GMS/GPRS-Modul ausgerüstet sein können, oder der Datenkonzentrator auf diese Variante der Datenübertragung zurückgreift, können die Erfahrungen der Mobilfunkbetreiber, Studien und deren Ergebnisse auf diesem Gebiet wohl auch auf den Smart Meter-Bereich angewendet werden.

Auch in anderen Teilen der USA gab und gibt es Versuche, die Einführung von Smart Metern zu verzögern bzw. zu verhindern, zum Beispiel in den Bundesstaaten Maryland und Hawaii.

Ein weiteres kritisches Thema beim Smart Metering stellt der Schutz der personenbezogenen Daten dar.

## **5.2 Datenschutz und Privacy beim Smart Metering**

Mit der Einführung von Smart Metering ändert sich die Menge der anfallenden kundenbezogener Daten gravierend. Wurde bis jetzt nur einmal jährlich der Zählerstand des Ferraris-Zählers abgelesen, sollen nun Messdaten in 15 Minuten-Intervallen ermittelt und gespeichert sowie mindestens einmal täglich diese an den Energieversorger übermittelt werden, siehe dazu die österreichische Richtlinie “Technische Mindestanforderungen für Smart Meter“ .(Anhang A, § 3).

Diese große Steigerung bei der Menge an Daten stellt nicht nur für den Energieversorger eine große Herausforderung dar, sondern birgt auch Gefahren für den Kunden, da dies einen möglichen Eingriff in die Privatsphäre darstellen kann, wie von Datenschützern oft kritisiert wird.

Bei der einjährigen Ermittlung der Zählerstände war es dem Energieversorger aufgrund dieser Daten nur möglich, den Gesamtverbrauch über diese einjährige Periode zu errechnen. Der Verbrauch ergab sich aus der Differenz von neuem Zählerstand und altem Zählerstand.

Mit der nun täglichen Übermittlung der Messwerte hat der Energieversorger aber Zugriff auf aktuelle Daten, die zumindest nicht älter als 24 Stunden sind. So lässt sich eventuell bereits feststellen bzw. vermuten, wann ein Kunde im Urlaub ist.

Durch die Intervallmessung in fünfzehnminütigen Abständen lässt sich aber eine noch genauere Aufschlüsselung erreichen.

Es lassen sich laut Kritiker so Rückschlüsse auf die Lebensgewohnheiten der Kunden ziehen. Zum Beispiel lässt ein kurzer, hoher Stromverbrauch um 8 Uhr morgens darauf schließen, dass der Kunde zu diesem Zeitpunkt also aufsteht und vermutlich eine Dusche nimmt (elektrischer Durchlauferhitzer).

Dieses Szenario, das durch die Einführung der Smart Metering-Technologie plötzlich Realität zu werden scheint, führt zum „gläsernen Bürger“, eine Metapher, die bei Fragen des Datenschutzes heute oft Verwendung findet.

### **5.2.1 Entwicklung des Datenschutzes**

Beim Datenschutz geht es um das Problem, wie man die Privatsphäre eines Menschen schützt, damit er seine informationelle Selbstbestimmung aufrecht erhalten kann. Jeder Mensch soll vor *„unbegrenzter Erhebung, Speicherung, Verwendung und Weitergabe seiner persönlichen Daten“* (Garstka, S. 48) geschützt werden und selbst bestimmen können, in welchem Maße seine personenbezogenen Daten verarbeitet und weitergegeben werden.

Gesetzliche Regelungen diesbezüglich fanden ihren Anfang in den USA Anfang der 70er-Jahre. Durch Einsatz der neuen EDV-unterstützten Datenverarbeitung und Informationstechnologien war es plötzlich relativ einfach möglich, riesige Datenmengen zu sammeln, zu verarbeiten und automatisiert miteinander zu verknüpfen. (Garstka, S. 48)

Diese schnell wachsende und sich entwickelnde Informationstechnologie führte zu einer global vernetzten Informationsgesellschaft. Die OECD (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung) beschloss 1980, eine Richtlinie für eine internationale Politik herauszugeben, die „Richtlinie über Datenschutz und grenzüberschreitende Ströme personenbezogener Daten“.

In ihr sind Grundsätze und Leitsätze bezüglich der Erhebung und Verwaltung von personenbezogenen Daten festgelegt:

*„Grundsatz der begrenzten Datenerhebung*

*Grundsatz der Datenqualität*

*Grundsatz der Zweckbestimmung*

*Grundsatz der Nutzungsbegrenzung*

*Grundsatz der Sicherung*

*Grundsatz der Offenheit*

*Grundsatz des Mitspracherechts*

*Grundsatz der Rechenschaftspflicht“ (OECD, 2003)*

Eine genauere detaillierte Erläuterung der Grundsätze findet sich in Anhang C.

### **5.3 Gefahren für die Datensicherheit und Betriebssicherheit**

Probleme des Datenschutzes können für den Kunden, aber auch für die Energieversorgungsunternehmen unangenehme Folgen haben. Aber weder behindern noch stören sie den Regelbetrieb der Netze (sei es das Strom-, Gas- oder Wasserversorgungsnetz). Die Betriebssicherheit bleibt unberührt.

Probleme bei der Datensicherheit könnten allerdings zum Beispiel beim Stromnetz zu einer unregelmäßigen Stromversorgung führen, bis hin zum worst-case – einem Blackout, einem mittel- bzw. langfristigen Stromausfall oder Totalausfall.

Nun sind Ausfälle von elektronischen Kommunikationsnetzen oder Internetdiensten nichts wirklich Ungewöhnliches, und die Folgen sind meist überschaubar, sei es ein ausfallender E-Mail-Server, ein überlastetes Handynet bei Großveranstaltungen, ein webbasierter Spritpreisrechner, der aufgrund von Überlastung seinen Dienst verweigert: solche Fälle sind zwar meist ärgerlich für die Kunden, aber es entsteht in der Masse kein wirklich großer Schaden für sie.

In einem Artikel auf smartgridnews.com zählt Matthias van Doorn<sup>20</sup> die Stromversorgung zur kritischen Infrastruktur, welche unser zivilisiertes Leben erst ermöglicht. (H. van Doorn, 2011)

Der deutsche Wirtschaftsminister Philipp Rösler bezifferte in einem Interview mit der "Frankfurter Allgemeinen Zeitung" den entstehenden Schaden durch einen Blackout folgendermaßen:

*„...würde natürlich davon abhängen, ob ein großes oder ein kleines Gebiet betroffen ist, und wie lange ein Stromausfall dauert. In Studien wird die Schadenshöhe eines Blackouts mit mindestens 6,50 Euro je Kilowattstunde angegeben. Wir verbrauchen etwa 1,6 Milliarden Kilowattstunden am Tag. Das tägliche Bruttoinlandsprodukt in Deutschland beträgt etwa 6 Milliarden Euro. Wenn in ganz Deutschland einen Tag lang der Strom ausfiele und nichts mehr produziert werden könnte, wäre das also schon ein erheblicher Schaden. Hinzu kämen indirekte Kosten.“ (Mihm, 2011)*

Bei einem größeren, langanhaltenden Blackout würde also ein enormer volkswirtschaftlicher Schaden entstehen.

Bis vor kurzem blieben solche Versorgungssysteme durch Angriffe von außen praktisch unbehelligt. Viele der Systeme waren gänzlich oder teilweise Standalone-Systeme mit keiner oder kaum einer Anbindung nach draußen. (Bochman, 2010) Bei den bis heute üblichen elektromechanischen Ferraris-Haushaltszählern hat sich technisch in den letzten 60 Jahren kaum etwas verändert. Es gibt keinerlei Kommunikation mittels moderner Kommunikationstechnik zwischen dem Energieversorger und dem Zähler, weder in die eine noch in die andere Richtung. Einmal im Jahr wird ein Stromableser im Auftrag des Energieversorgungsunternehmens vorbeigeschickt, um den aktuellen Zählerstand abzulesen. Da die Haushaltszähler meist in Häusern bzw. Wohnungen montiert sind, bedarf es für den Zugriff der Erlaubnis des Haus- oder Wohnungsbesitzers bzw. Mieters.

Beim AMR (siehe Kapitel: 3.4 AMR, AMI und AMM) sehen die Verhältnisse anders aus. Hier wird bereits Kommunikationstechnik eingesetzt, wenn auch nur in eine Richtung. Verbrauchsdaten werden vom AMR-Zähler zu einem Datenkonzentra-

---

<sup>20</sup> **Matthias van Doorn** is the product manager for ethernet and licensed radio systems at FreeWave Technologies Inc.. He has more than 15 years experience in the telecommunications industry and previously has worked for CalAmp Corp., ADC Telecommunications, Digi International and Siemens. (H. van Doorn, 2011)

tor oder bei der „walk-by“ bzw. „drive-by“ Methode zu einem Datensammler übermittelt. (siehe Kapitel: 3.5.2 Sub-metering)

Ein Abfangen und Ausspionieren des Signals wäre zwar vom Privacy-Standpunkt aus betrachtet nicht schön, aber es würde noch kein unmittelbarer Schaden entstehen.

Ungleich höher ist das Gefährdungspotential bei den Smart Metern, wie sie jetzt und in Zukunft eingesetzt werden. Hier wird eine bidirektionale Kommunikation verwendet. Der Smart Meter sendet nicht nur Daten, er empfängt auch Daten vom Energieversorgungsunternehmen. Das können zum Beispiel Steuerungsinformationen sein, Tarifinformationen oder auch der Befehl, die Stromlieferung an den Kunden zu drosseln oder überhaupt einzustellen.

Hier wäre ein Szenario durchaus denkbar, dass durch einen Angriff von innen oder auch außen das Stromnetz in seiner Funktion beeinflusst und gestört werden könnte, beispielsweise nicht nur bei der Übermittlung von Messdaten an den Stromerzeuger, sondern tatsächlich auch durch eine Abschaltung des Smart Meters bei einem Stromkunden.

Bis 2020 sollen in der EU 80% der Stromzähler auf Smart Meter umgerüstet worden sein. In der österreichische Richtlinie für die technischen Mindestanforderungen bei Smart Metern (siehe Kapitel: 3.5.4 Technische Mindestanforderungen) wird unter anderem gefordert:

*„Die intelligenten Messgeräte sind dahingehend auszustatten, dass die Möglichkeit besteht, die Anlage des Netzkunden von der Ferne abzusperren oder für eine Wiedereinschaltung durch den Kunden freizugeben sowie deren maximalen Bezug an elektrischer Leistung zu begrenzen.“*

(e-control: IMA-VO, 2011) § 3, Punkt 8

Die Möglichkeit, den Smart Meter aus der Ferne abzusperren, sieht die „mksult GmbH“ für sehr kritisch an. In ihrer Stellungnahme zum Entwurf der Intelligenten Messgeräte-AnforderungsVO 2011 geht sie davon aus, dass diese Möglichkeit zur Fernabschaltung die Smart Meter zu einem interessanten Angriffsziel für Hacker und Terroristen machen könnte. (Krisch, 2011)

*„Durch die Vernetzung, die bidirektionalen Kommunikationsmöglichkeiten und die zahlreichen Schnittstellen der intelligenten Messgeräte ist es denkbar,*

*dass im Rahmen eines Angriffs Anlagen von tausenden Netzkunden gleichzeitig abgesperrt werden, was in weiterer Folge zu Instabilitäten des Netzwerks und weitreichenden Störungen der Energieversorgung führen kann.“ (Krisch, 2011, S. 3)*

Auch der Verein “Cyber Security Austria”<sup>21</sup> ist der Ansicht, dass in der bisherigen Diskussion die Angriffssicherheit und Risikobewertung zu kurz kommt. (Cyber Security, 2011, S. 44)

*“With the advancement of the “Smart Grid” and AMR systems, without the proper security precautions, the electric grid is now more vulnerable than ever. The research that we, and other independent security firms, have performed on Smart Meters and AMR systems expose vulnerabilities that can lead to a situation whereby electricity is free...for those who have the intent and motivation.” (Pollet, 2010, S. 18)*

Durch die Installation von Smart Metern bzw. der Smart Metering-Infrastruktur, was letzten Endes zu einem Smart Grid ausgebaut werden soll, steigen die möglichen Angriffsmöglichkeiten an. Vormalig mehr oder weniger isolierte Systeme werden nun durch die Vernetzung leichter angreifbar.

Auch Industrie-Analyst Bob Lockhart meint:

*“Smart meters are one of the weakest links in the smart grid security chain,” (Pike Research, 2010)*

Die einzelnen Bereiche und Domains wie *area networks*, *commercial building networks* und *utility networks* sind zwar meist verschlüsselt und in dieser Hinsicht recht sicher. Der Smart Meter stellt eine Verbindung zwischen diesen Bereichen dar. Beim Übermitteln der Daten von einer Domain in eine andere werden die Daten entschlüsselt und liegen für kurze Zeit unverschlüsselt am Smart Meter und könnten so ausgespioniert werden. (Pike Research, 2010)

---

<sup>21</sup> Cyber Security Austria: Verein zur Förderung der IT Sicherheit Österreichs strategischer Infrastruktur

SCADA Systeme kontrollieren die Erzeugung und Verteilung von elektrischem Strom. Durch die Einführung der Smart Metering-Technologie sind diese Systeme nun mit der Außenwelt zum Beispiel über das Internet verbunden. (Pollet, 2010, S. 2)

### 5.3.1 Scada Systems

*„... Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA), wird das Konzept zur Überwachung und Steuerung technischer Prozesse verstanden. Der Begriff kann als US-amerikanisches Pendant zum weltweit gängigen und vergleichbaren Konzept Mensch-Maschine-Schnittstelle, auch HMI(Human-Machine Interface) genannt, verstanden werden.“ (Grote, 2007, S. 3)*

Wie in vielen anderen Industrieanlagen, kommt SCADA auch bei der Stromerzeugung, beim Smart Grid und der Smart Metering-Infrastruktur zum Einsatz.

Redtigersecurity.com<sup>22</sup> hat bei einer Untersuchung von über 100 Prüfungen von SCADA-Systemen und anderen verschiedenen Arten von Control-Systemen über 38.000 Sicherheitslücken und Schwachstellen ermitteln können. Eine statistische Auswertung ergab, dass vom Bekanntwerden des Fehlers bis zum Schließen der Sicherheitslücke im Mittel 331 Tage vergehen. In diesem Zeitraum sind die Systeme anfällig gegenüber jener Sicherheitslücke. Manche der Lücken wurden sogar erst nach über 3 Jahren geschlossen. (Pollet, 2010, S. 13)

Dies ist ein großes Problem, wenn man bedenkt, welch wichtigen Stellenwert die Versorgung mit Strom für unsere Infrastruktur darstellt.

Bei dem Versuch verschiedene Angriffsszenarien nachzustellen, wurden erschreckende Ergebnisse erzielt. So wurde zum Beispiel festgestellt, dass viele der Smart Meter-Produkte Usernamen und Passwörter unverschlüsselt(!) verschicken. Durch simples Mitschneiden des Netzwerkverkehrs sind diese Daten so einfach auszulesen. (Pollet, 2010, S. 24)

Bei einem anderen Versuch wurde ein Smart Meter, der über das TCP/IP Protokoll kommuniziert, einem PING-Flood-Test ausgesetzt. Es wurden 1000 PING-Pakete

---

<sup>22</sup> **Red Tiger Security** is a focused SCADA Security consultancy, training, and research firm dedicated to the resiliency of national critical infrastructure, and mission-critical business systems that must be available on a 24x7 basis.

simultan an die IP-Adresse des Smart Meters geschickt. Die Größe der Pakete betrug hierfür 60 byte, 600byte, 6000byte und 60000byte: (Pollet, 2010, S. 23)

| Command                      | Type                                 | Result test had on Meter Operation                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ping -f 137.20.5.86 -s 60    | Ping Flood with 60 byte size payload | This test crashed the METER. After the attack was turned off, it took about 3 minutes for the METER to recover on its own.                                                                                                           |
| ping -f 137.20.5.86 -s 600   | Ping Flood with 60 byte size payload | This test crashed the METER. After the attack was turned off, it took about 3 minutes for the METER to recover on its own.                                                                                                           |
| ping -f 137.20.5.86 -s 6000  | Ping Flood with 60 byte size payload | This test crashed the METER. After the attack was turned off, the METER never recovered on its own. <b>The METER had to be rebooted, and then the configuration had to be reloaded into the METER through a <u>serial</u> cable.</b> |
| ping -f 137.20.5.86 -s 60000 | Ping Flood with 60 byte size payload | This test crashed the METER. After the attack was turned off, the METER never recovered on its own. <b>The METER had to be rebooted, and then the configuration had to be reloaded into the METER through a <u>serial</u> cable.</b> |

**Abb. 21 - PING-Flood-Test auf einem Smart Meter eines bekannten Herstellers  
(Pollet, 2010, S. 23)**

Wie in Abbildung 21 zu sehen ist, sind diese Ergebnisse desaströs! Dieser einfache PING-Test reichte aus, ab einer bestimmten Paket-Größe den Smart Meter lahm zu legen. Und zwar in einer derartigen Weise, dass es ein erneutes Aufspielen der Konfiguration über die serielle Schnittstelle nötig machte.

Das bedeutet, dass für diesen betroffenen Smart Meter ein Service Techniker vor Ort vonnöten ist, um ihn wieder in Betrieb zu nehmen.

Wenn sich bereits durch eine so einfache Methode wie Ping-Flood ein Smart Meter deaktivieren lässt und dies sogar permanent, oder Login-Daten unverschlüsselt übermittelt werden, lässt sich erahnen, welche Risiken doch mit der übereilten Einführung der Smart Metering-Technologie verbunden sind.

### 5.3.2 Stuxnet

Stuxnet ist ein Windows-Computerwurm, der im Jahr 2010 das erste Mal auftrat. Sein Ziel sind nicht klassische PCs, sondern er wurde speziell dafür geschrieben, speicherprogrammierbare Steuerungen (SPSen) der Produktfamilie SIMATIC S7 von Siemens zu befallen. Diese Steuerungen werden in Industrieanlagen verbaut, wie in Fabriken, in Bereichen der Gas- und Erdölindustrie, der Chemie- und Pharmaindustrie, aber auch bei militärischen Einrichtungen sowie Kraftwerken. Dieser Wurm ist der erste seiner Art, da es ihm möglich ist, Komponenten von Industrieanlagen nicht nur auszuspionieren, sondern auch zu re-programmieren. (McMillan, 2010) (Beirer, 2011)

Typischerweise gelangt er mittels USB-Sticks in das System, auf dem er sich dann auf allen nicht ausreichend stark gesicherten Netzlaufwerken verbreitet. Laut Simon Wieland, Firmensprecher von Siemens, hatte der Wurm die SCADA-Systeme von 14 Kraftwerken befallen (Stand 2010), es wäre allerdings kein Schaden aufgetreten. (McMillan, 2010)

Stuxnet hat gezeigt, dass die zuvor aufgezeigten Probleme und Risiken nicht nur rein theoretischer Natur sind, sondern dass es tatsächlich bereits Angriffe dieser Art gibt.

## 5.4 Zusammenfassung

Bedenken hinsichtlich negativer gesundheitlicher Auswirkungen eines Smart Meters aufgrund der elektromagnetischen Strahlungen, die im Zuge der drahtlosen Kommunikation mit dem Energieversorger entstehen, scheinen unbegründet zu sein. Der Vergleich mit Mobiltelefonen hat gezeigt: der niedrige Duty Cycle eines Smart Meters sowie der Umstand, dass man sich als Person nicht ständig in unmittelbarer Nähe eines solchen aufhält, lässt den Schluss zu, dass die Strahlenbelastung deutlich geringer ausfällt als dies bei einem Mobilfunktelefon der Fall ist. Mobilfunktelefone werden in der Regel ständig in unmittelbarer Körpernähe getragen.

Statt einer Zählerablesung pro Jahr, wie es früher beim Ferraris-Zähler üblich war, steigt die Anzahl der Datensätze auf über 35.000 pro installiertem Smart Meter. Diese riesige Menge an Daten, die über jeden Kunden angesammelt wird, könnte für die Erstellung eines personenbezogenen Nutzerprofils verwendet werden. Hier ist ein besonderes Augenmerk auf die Datenschutzbestimmungen notwendig, um einen Missbrauch zu verhindern.

Beim Thema Datensicherheit meinen viele Experten, dass hier große Risiken bestehen. Sicherheitslücken werden bei SCADA-Systemen nur sehr langsam geschlossen, und durch die Einführung der Smart Metering-Technologie werden Angriffe zusätzlich noch erleichtert. Auch wurde festgestellt, dass bei manchen Smart Meter-Produkten Usernamen und Passwörter teilweise sogar unverschlüsselt verwendet werden und recht einfache Methoden wie ein Ping-Flood-Test schon ausreichen können, einen Smart Meter permanent zu deaktivieren, sodass auch das Energieversorgungs-Unternehmen ihn nicht mehr per Fernkommunikation aktivieren kann, sondern ein Servicetechniker vor Ort notwendig ist. Laut Expertenmeinung wird dem Thema Datensicherheit bei der Einführung der Smart Metering-Technologie noch viel zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt, gerade in Hinblick darauf, dass es sich bei der Stromversorgung um eine kritische Infrastruktur handelt. Größere Stromausfälle können hier einen immensen volkswirtschaftlichen Schaden verursachen.

## 6 Resümee

Die Geschichte der Menschheit ist von Epochen geprägt. Als der Mensch die Steinzeit verließ und in die Bronzezeit eintrat, tat er dies nicht, weil ihm die Steine ausgegangen wären, sondern weil er etwas Besseres gefunden hatte. Als er von der Bronzezeit in die Eisenzeit überging, tat er dies ebenfalls, weil er etwas Besseres gefunden hatte. Dies ging so weiter, bis die Menschheit das Zeitalter der fossilen Brennstoffe erreichte.

Nun steht die Menschheit – in einem globalen Maßstab – erstmals vor dem Problem, dass seine wichtigste Energiequelle, die Basis seines jetzigen Wohlstandes, knapp wird. Fossile Brennstoffe wie Erdöl und Erdgas werden uns zwar nie wirklich ausgehen. Aber irgendwann werden sie derart verknapp sein, dass der Preis in Höhen steigen wird, welches ein Verfeuern derselben zur Energiegewinnung nicht mehr rentabel macht.

Die Menschheit muss sich nun darauf einstellen, dass das fossile Brennstoff-Zeitalter sich seinem Ende nähert. Erstmals in der Geschichte der Menschheit passiert so ein Wechsel nicht freiwillig. Die Umstände erzwingen es.

Noch nie gab es so viele Menschen auf der Erde wie heute, nämlich über sieben Milliarden (Stand 2011). Ein Großteil unserer Energieversorgung – von der unser zivilisiertes heutiges Leben extrem abhängig ist – wird aus fossilen Brennstoffen erzeugt, ein weiterer Teil aus der aus verschiedenen Gründen gefürchteten und umstrittenen Atomenergie. Andererseits trägt das Verheizen dieser fossilen Brennstoffe anscheinend zu einer globalen Klimaerwärmung bei, wie es in der Geschichte der Menschheit beispielloos ist. Dies könnte ein Voranschreiten von Wüsten, Verlust von Anbauflächen, ein Steigen des Meeresspiegels und viele weitere für die Menschheit negative Effekte nach sich ziehen.

Hier ergibt sich auch ein Widerspruch in sich: einerseits wird uns bewusst, welche negative Folgen das Verheizen dieser riesigen Mengen von fossilen Brennstoffen für den CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre hat. Auf der anderen Seite werden wir aber beruhigt, dass noch genug Erdöl vorhanden ist, wir sicher noch weitere Lagerstätten finden werden. Ob gespart wird oder nicht, eines scheint für mich klar: wir werden, so-

lange es sich wirtschaftlich rentiert, alles an Erdöl und Erdgas das wir finden fördern und verheizen.

Unsere Welt hat einen Punkt erreicht, an dem wir mehr Ressourcen verbrauchen, als sie uns von der Erde zur Verfügung gestellt werden. Das bedeutet, dass wir auf Kosten von zukünftigen Generationen leben. Dies zu ändern und wieder ein Gleichgewicht herzustellen zwischen dem, was uns die Erde bietet und dem, was wir verbrauchen, nennt man nachhaltige Entwicklung.

Auf dem Energiesektor bedeutet dies, eine Energieversorgung auf Basis nachhaltiger Ressourcen, wie Solarenergie, Windenergie, Wasserkraft, Thermalkraft, Gezeitenkräfte, usw., aufzubauen.

Die größte Chance, die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu reduzieren bzw. zu beenden, liegt darin, an mehreren Bereichen anzusetzen.

Es wird wohl nicht möglich sein, die genannten Probleme kurzfristig einfach durch Ersetzen der fossilen Energiequellen durch nachhaltige Energiequellen zu lösen. Die Energiemenge, welche von der Menschheit zur Zeit verbraucht wird, ist viel zu groß, um dies so „einfach“ bewerkstelligen zu können. Wir müssen deshalb nicht nur die Seite der Erzeugung von Energie betrachten, sondern auch die Seite des Verbrauches. Einsparen ist eine unbedingte Notwendigkeit.

Mit der wiederentdeckten Elektromobilität erhofft man sich, hier in diesen zwei Bereichen erfolgreich zu sein. Einerseits sollen die Elektrofahrzeuge langfristig mit elektrischem Strom aus nachhaltiger Stromerzeugung betrieben werden, auf der anderen Seite soll durch die Effizienzsteigerung des Antriebes gegenüber einem Verbrennungsmotor der Verbrauch gesenkt werden. Diese Elektroantriebe in konventionelle Autokonzepte – zum Beispiel 2 Tonnen schweren SUVs – zu verpflanzen, ist aber meiner Meinung nach der falsche Weg. Hier werden neue (bzw. alte), leichte Autokonzepte benötigt werden, was allerdings mit einer Verhaltensänderung beim Konsumenten einhergehen muss. Im Zusammenhang mit Elektroautos wird auch immer das Intelligente Stromnetz (Smart Grid) genannt.

Die Smart Metering-Technologie rückt hier ebenfalls in den Blickpunkt. Bei großen Stromabnehmern schon lange Standard, soll sie bei den Kleinverbrauchern wie den Haushalten dazu beitragen, den Stromverbrauch zu senken. Das passiert einerseits durch den Smart Meter an sich, da er zwei Drittel weniger Strom fürs Messen benötigt, wie sein elektromechanischer Vorgänger, der Ferrariszähler. Auf der anderen

Seite aber soll das Einsparen durch ein besseres Bewusstmachen des eigenen Stromverbrauches auf Kundenseite erfolgen. Dieses Bewusstmachen soll in weiterer Folge zu einer Verhaltensänderung der Stromkunden führen. Studien scheinen dies zu bestätigen, eine Stromeinsparung von 3-5% scheint realistisch.

Abgesehen davon ist die Einführung der Smart Meter aber auch aus technischen Gründen von den Stromnetzbetreibern erwünscht. Smart Meter sind eine Voraussetzung für Smart Grids. Durch die immer dezentraler werdende Energieversorgung in unseren Stromnetzen, bedingt durch den Ausbau von Solaranlagen, Windkraftanlagen, Blockheizkraftwerken usw., ist eine Vorhersage der Stromerzeugung immer schwieriger. Dies führt zu instabilen Netzen, was bis hin zu Blackouts führen kann. Smart Grids (Intelligente Stromnetze) sollen hier Abhilfe schaffen. Für eine gezielte Regelung und Steuerung der Netze sind aber auch genaue, zeitnahe Verbrauchsdaten erforderlich. Diese werden von den Smart Metern geliefert. Da ein Smart Grid nur funktionieren kann, wenn eine möglichst große Abdeckung durch Smart Meter gegeben ist, drängt die EU darauf, die Einführung möglichst rasch zu vollziehen. Bis 2020 sollen deshalb 80% aller Stromzählerpunkte Europas mit Smart Metern ausgerüstet sein.

Es gibt aber auch andere Beweggründe für die Einführung von Smart Metern. In Ländern wie zum Beispiel Italien, Mazedonien oder Bulgarien ist für die Energieversorger auch das Aufspüren und Verhindern von Stromdiebstählen ein Hauptmotivationsgrund. Hier soll die Smart Metering-Technologie, mit ihrer mindestens viertelstündigen Protokollierung des Stromverbrauches einen entscheidenden Vorteil liefern. Bei den alten Ferraris-Stromzählern, wo in der Regel nur einmal jährlich eine Übermittlung der Verbrauchswerte an den Energieversorger stattgefunden hat, war ein Nachvollziehen von Stromdiebstahl oft unmöglich. In Österreich ist das Thema Stromdiebstahl praktisch nicht relevant, was sich aber in Zukunft mit vielleicht deutlich steigenden Energiepreisen aber auch schnell ändern könnte.

Auf Kundenseite haben Pilotprojekte gezeigt, dass durch die zeitnahe Transparentmachung des jeweiligen Stromverbrauches eine Verhaltensänderung bei den Kunden erreicht wird und somit eine Einsparung in dem erhofften Bereich von 3-5% möglich ist. Es wird sich aber wohl erst in der Praxis zeigen, ob dieses Ziel auch langfristig beibehalten werden kann.

Bedenken werden von Kunden bezüglich gesundheitlicher Risiken geäußert.

Aber der alte Apothekerspruch trifft aber auch auf Smart Meter zu: „Allein die Dosis macht das Gift“. Es ist unumstritten, dass bei bestimmten Frequenzen eine starke elektromagnetische Strahlung einen thermischen Effekt auf das menschliche Gewebe auslösen kann, was im Extremfall zu Schädigungen desselben führen kann. Allerdings ist dies von der Dauer und Stärke der elektromagnetischen Strahlung abhängig. Untersuchungen haben gezeigt, dass sowohl die Dauer (geringer duty cycle) als auch bei der Stärke (nimmt mit dem Quadrat der Entfernung ab) von einem Smart Meter nichts zu befürchten ist. Viele Geräte unseres täglichen Lebens, wie zum Beispiel Mobiltelefone, liegen hier bei diesen Werten weit höher. Die von den entsprechenden Behörden festgesetzten Grenzwerte werden von Smart Metern bei weitem nicht erreicht. Und selbst wenn, wurden diese Grenzwerte mit einem großen Spielraum festgesetzt. Also von einer gesundheitlichen Gefährdung ist nicht auszugehen. Jeder Besitzer eines Mobiltelefons geht hier ein wesentlich höheres Risiko ein.

Beim Datenschutz ist besonderer Augenmerk darauf zu legen, wie die Energieversorger mit den gewonnenen Daten umgehen. Wurde früher ein einziger Verbrauchswert pro Jahr und Kunden ermittelt, fallen jetzt mit der mindestens viertelstündigen Messung für jeden Kunden über 35.000 Messwerte pro Jahr an. Werden zusätzlich zu den Strommesswerten auch noch der Verbrauch von Gas und Wasser gemessen, vervielfacht sich dieser Wert sogar. Hier besteht die Angst, dass durch das Erstellen persönlicher Nutzerprofile der Stromkunde Details seines Lebens preisgibt, ohne es zu wissen oder zu wollen. Man kann sich die Frage stellen: „Ist das wirklich so ein Problem?“ Menschen geben heute freiwillig sehr viel über sich preis, zum Beispiel in sozialen Netzwerken. Auch der Mobilfunknetzbetreiber weiß von jedem Kunden, wann er mit wem wie lange telefoniert hat.

Allerdings sind dies Dienste, für die sich Kunden freiwillig angemeldet haben. Die Umrüstung auf Smart Metering kann man sich letztendlich als Kunde nicht aussuchen. Sie wird einem vorgeschrieben. Und das Smart Grid kann nur funktionieren, wenn die installierten Smart Meter auch regelmäßig ihre Messwerte übermitteln. Es ist Sache der Energieversorgungsunternehmen sicherzustellen, dass es zu keinem Missbrauch der gewonnenen Kundendaten kommt.

Schlussendlich ist noch die Datensicherheit ein kritischer Punkt bei der Einführung von Smart Metering. Im Gegensatz zum Datenschutz geht es hier nicht um die Sicherheit von Kundendaten, sondern um die Sicherheit des Netzes an sich. Waren die Stromnetze und die einzelnen Zählstellen früher voneinander quasi isoliert, findet

nun eine starke Vernetzung aller beteiligten Bereiche statt. Dadurch erhöht sich auch das Risiko, dass es bei einer Cyber-Attacke zu größeren Problem oder Ausfällen kommt. In vielen Branchen, seien es Handynetzbetreiber oder Internetplattformen, ist es schon zu Cyber-Attacken gekommen. Das Stromnetz ist aber ein Teil der kritischen Infrastruktur! Ohne Strom würde unser öffentliches Leben in kürzester Zeit zum Erliegen kommen, der volkswirtschaftliche Schaden wäre enorm. Hier äußern Experten Kritik, dass in Bezug auf Datensicherheit zu wenig getan wird bzw. unnötige Risiken eingebaut wurden. Hier wird vor allem die Möglichkeit, den Smart Meter per Steuerungsbefehl des Energieversorgungsunternehmens abzuschalten, sehr kritisch betrachtet. Ein Horrorszenario stellt hier eine Abschaltung und Unbrauchbarmachung von tausenden Smart Metern durch eine Cyber-Attacke dar. Im schlimmsten Fall müssten hier dann tausende Geräte getauscht werden.

Smart Metering kann nicht nur helfen, eine nachhaltigere Energieversorgung zu gewährleisten. Smart Metering ist sogar nötig, um auf zukünftige Herausforderungen hinsichtlich der Netzstabilität reagieren zu können, was mithilfe der Smart Grids passieren wird. Nötig wird dies durch zunehmend dezentralisiertere Energieversorgung, auch und gerade aufgrund der begrüßenswerten Zunahme von ökologischeren Energieformen wie Solarstrom oder Windenergie.

# Abbildungsverzeichnis

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abb. 1 - Ökologischer Fußabdruck .....                                              | 11 |
| Abb. 2 - Säulen der Nachhaltigen Entwicklung .....                                  | 20 |
| Abb. 3 - Leistungsdreieck .....                                                     | 29 |
| Abb. 4 - Historischer Gleichstromzähler .....                                       | 35 |
| Abb. 5 - Haushaltszähler.....                                                       | 36 |
| Abb. 6 - Wechselstromzähler .....                                                   | 37 |
| Abb. 7 - Comet© Optical Meter Reader der Firma Xemtec.....                          | 39 |
| Abb. 8 - MUC und Datenkonzentrator in einer Smart Metering Umgebung.....            | 44 |
| Abb. 9 - Datenübertragungsvarianten .....                                           | 50 |
| Abb. 10 - Aufzeichnung eines Maximumschreibers für Wirkverbrauch .....              | 51 |
| Abb. 11 - Ausschnitt einer Google Power Meter Aufzeichnung .....                    | 52 |
| Abb. 12 - Energie und Informationsfluss im Smart Grid .....                         | 54 |
| Abb. 13 - Strategieansätze einer Nachhaltigen Entwicklung .....                     | 59 |
| Abb. 14 - Eigene Darstellung: Stromerzeugung in Österreich 2009 .....               | 62 |
| Abb. 15 - Eigene Darstellung: Strommix in der EU27 – 2007.....                      | 63 |
| Abb. 16 - Eigene Darstellung: Energieverbrauch österr. Haushalte .....              | 69 |
| Abb. 17 - Komponenten des PG&E Smart Meter Programmes .....                         | 77 |
| Abb. 18 - Power Intensität der unmittelbaren Radiowellen verschiedener Geräte ..... | 78 |
| Abb. 19 - Strahlenintensität in Abhängigkeit zur Entfernung .....                   | 80 |
| Abb. 20 - FCC Limits.....                                                           | 82 |
| Abb. 21 - PING-Flood-Test auf einem Smart Meter eines bekannten Herstellers.....    | 91 |

# Abkürzungsverzeichnis

|                        |                                                                                |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| AMI                    | Advanced Meter Infrastructure                                                  |
| AMM                    | Advanced Meter Management                                                      |
| AMR                    | Advanced Meter Reading                                                         |
| BLC                    | Broadband Powerline Communication                                              |
| CCST                   | California Council on Science and Technology                                   |
| Cyber Security Austria | Verein zur Förderung der IT Sicherheit Österreichs strategischer Infrastruktur |
| EDGE                   | Enhanced Data Rates for GSM Evolution                                          |
| eHZ                    | Elektronischer Haushaltszähler                                                 |
| EMF                    | EMF-Wert (electromagnetic frequency radiation)                                 |
| EVU                    | Energieversorgungsunternehmen                                                  |
| FCC                    | Federal Communications Commission (USA)                                        |
| GPRS                   | General Packet Radio Service                                                   |
| GSM                    | Global System for Mobile Communications / Groupe Spécial Mobile                |
| HSDPA                  | High Speed Downlink Packet Access                                              |
| ICT                    | Information and communications technology                                      |
| IKT                    | Informations- und Kommunikationstechnologie                                    |
| LAN                    | Local Area Network                                                             |

|       |                                                          |
|-------|----------------------------------------------------------|
| M-Bus | Meter-Bus                                                |
| MIPS  | Materialinput pro Einheit Service                        |
| MPE   | Maximum permissible exposure                             |
| MUC   | Multi Utility Controller                                 |
| OCR   | Optical Character Recognition                            |
| PLC   | Powerline Communication                                  |
| RI    | Richtlinie                                               |
| SAR   | Specific absorption rate                                 |
| SCADA | Supervisory Control and Data Acquisition                 |
| SPSen | Speicherprogrammierbare Steuerungen                      |
| UMTS  | Universal Mobile Telecommunications System               |
| UNCED | United Nations Conference on Environment and Development |
| VDN   | Verband der Netzbetreiber                                |
| VO    | Verordnung                                               |

# Literaturverzeichnis

Österreichs E-Wirtschaft. (2010). *Österreichs Energie*. Abgerufen am 09. 09. 2011 von <http://oesterreichsenergie.at/smart-meter-intelligente-zaehler.html>

Abgeordneter Ing. Hofer. (21. 04. 2010). *Entschliessungsantrag betreffend Anreizmodell für Smart Meter Installationen*. Abgerufen am 17. 11. 2011 von Republik Österreich - Parlament: [http://www.parlament.gv.at/PAKT/VHG/XXIV/A/A\\_01092/imfname\\_184271.pdf](http://www.parlament.gv.at/PAKT/VHG/XXIV/A/A_01092/imfname_184271.pdf)

Academic dictionaries - Elektrizitätszähler. Abgerufen am 17. 08. 2011 von <http://de.academic.ru/dic.nsf/technik/6942/Elektrizit%C3%A4tsz%C3%A4hler>

ARAD Technologies LTD. *Drive-by Meter Reading*. Abgerufen am 11. 09. 2011 von <http://www.aradtec.com/ami2drive.asp>

Arzberger, M. (2011). *Power Plus Communications - Breitband Powerline - Kommunikatinostechnik für Smart Meter und Smart Grid*. Abgerufen am 10. 11. 2011 von [http://www.vde.com/de/regionalorganisation/bezirksvereine/dresden/ueber%20uns/dresdner\\_mitteilungen/2011/documents/2011\\_09\\_09\\_1045\\_arzberger.pdf](http://www.vde.com/de/regionalorganisation/bezirksvereine/dresden/ueber%20uns/dresdner_mitteilungen/2011/documents/2011_09_09_1045_arzberger.pdf)

Bayer, G., Tributsch, I., & Streif, O. (2009). *Herausgeber: ÖGUT*. Abgerufen am 09. 09. 2011 von Entwicklung eines zentralen Visualisierungsgeräts für den Energie- und Ressourcenverbrauch in Haushalten - ZENVIS: <http://www.oegut.at/downloads/pdf/ZENVIS-Endbericht.pdf>

Bayern, U. (2006). *Die neue Mobilfunkgeneration UMTS*. Abgerufen am 05. 09. 2011 von Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz: [http://www.bestellen.bayern.de/application/stmug\\_app000001?SID=135763406&ACTIONxSESSxSHOWPIC%28BILDxKEY:stmugv\\_mf\\_00010,BILDxCLASS:Artikel,BILDxTYPE:PDF%29=Z](http://www.bestellen.bayern.de/application/stmug_app000001?SID=135763406&ACTIONxSESSxSHOWPIC%28BILDxKEY:stmugv_mf_00010,BILDxCLASS:Artikel,BILDxTYPE:PDF%29=Z)

Beirer, S. (23. 08. 2011). *All About Security*. Abgerufen am 11. 09. 2011 von Tanzende Affen und andere Schwachstellen in SIMATIC S7-Steuerungen: <http://www.all-about-security.de/security-artikel/organisation/security-management/artikel/12758-tanzende-affen-und-andere-schwachstellen-in-simatic-s7-steue/>

Bochman, A. (17. 06. 2010). *Smart Grid Security: Turning Up the Pressure On utility IT Systems*. Abgerufen am 11. 09. 2011 von smartgridnews.com: [http://www.smartgridnews.com/artman/publish/Technologies\\_IT\\_and\\_Back\\_Office\\_News/Smart-Grid-Security-Why-the-Pressure-Is-on-Utility-IT-Systems-2527.html](http://www.smartgridnews.com/artman/publish/Technologies_IT_and_Back_Office_News/Smart-Grid-Security-Why-the-Pressure-Is-on-Utility-IT-Systems-2527.html)

BP Statistica. (January 2011). *BP Energy Outlook 2030 - Review*. Abgerufen am 07. 09. 2010 von [http://www.bp.com/liveassets/bp\\_internet/globalbp/globalbp\\_uk\\_english/reports\\_and\\_publications/statistical\\_energy\\_review\\_2011/STAGING/local\\_assets/pdf/2030\\_energy\\_outlook\\_booklet.pdf](http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2011/STAGING/local_assets/pdf/2030_energy_outlook_booklet.pdf)

BP Statistical Review of World Energy. (2007). *Erdöl-Vereinigung Union Petroliere*. Abgerufen am 07. 09. 2011 von [http://www.erdoel-vereinigung.ch/UserContent/Shop/Tab%201\\_28%202007%20D.pdf](http://www.erdoel-vereinigung.ch/UserContent/Shop/Tab%201_28%202007%20D.pdf)

Broder, J. M. (31. 03. 2010). *Obama to Open Offshore Areas to Oil Drilling for First Time*. Abgerufen am 25. 11. 2011 von The New York Times:  
<http://www.nytimes.com/2010/03/31/science/earth/31energy.html>

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. *www.mein-fussabdruck.at*. Abgerufen am 20. 08 2011 von <http://www.mein-fussabdruck.at/article/articleview/61453/1/20717>

Carbon Trust. (02. 03. 2010). *Automatic meter reading fact sheet (CTL083)*. Abgerufen am 10. 09. 2011 von <https://www.carbontrust.co.uk/Publications/pages/publicationdetail.aspx?id=CTL083>

Carlowitz, H. C., & Graffenried, z. n. (2009). *hitech.bfh.ch*. Abgerufen am 20. 07. 2011 von Hans Carl von Carlowitz; kursächsischer Oberbergmeister; 1713; zit. nach "Wirtschaftskrise als Chance für die Nachhaltigkeit":  
[http://hitech.bfh.ch/fileadmin/data/2009\\_2/pdf/content\\_pages/deutsch/Wirtschaftskrise\\_als\\_Chance.pdf](http://hitech.bfh.ch/fileadmin/data/2009_2/pdf/content_pages/deutsch/Wirtschaftskrise_als_Chance.pdf)

CCST [1]. (21. 04. 2009). *About CCST*. Abgerufen am 01. 11. 2011 von California Council on Science and Technology: <http://www.ccst.us/about.php>

CCST [2]. (01. 04. 2011). *HEALTH IMPACTS OF RADIO FREQUENCY EXPOSURE FROM SMART METERS*. Abgerufen am 20. 10. 2011 von <http://www.ccst.us/publications/2011/2011smart-final.pdf>

CenterPoint Energy. (26. 07. 2011). *In-Home Display pilot*. Abgerufen am 20. 11. 2011 von [http://www.centerpointenergy.com/staticfiles/CNP/Common/SiteAssets/doc/In\\_Home\\_Display\\_Survey\\_Results.pdf](http://www.centerpointenergy.com/staticfiles/CNP/Common/SiteAssets/doc/In_Home_Display_Survey_Results.pdf)

co.marin.ca.us. (2011). *an uncodified ordinance of the board of supervisors of the county of marin*. Abgerufen am 17. 08. 2011 von <http://www.co.marin.ca.us/efiles/BS/AgMn/agdocs/110104/110104-11-CL-ord-ORD.pdf>

Commission, E. (2006). *European SmartGrids Technology Platform*. Abgerufen am 18. 08. 2011 von Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future:  
<http://www.smartgrids.eu/documents/vision.pdf>

conEdison. (14. 11. 2007). *A/C But no D/C: Last Con Edison Direct Current Customer Is History*. Abgerufen am 16. 08. 2011 von <http://www.coned.com/newsroom/news/pr20071115.asp>

Conner, M. (19. 03. 2009). *EDN - Electronics Design, Strategy, News*. Abgerufen am 13. 11. 2011 von [http://www.edn.com/article/459184-Tamper\\_resistant\\_smart\\_power\\_meters\\_rely\\_on\\_isolated\\_sensors.php](http://www.edn.com/article/459184-Tamper_resistant_smart_power_meters_rely_on_isolated_sensors.php)

Cyber Security. (05. 07. 2011). *Cyber Security Austria*. Abgerufen am 02. 11. 2011 von Smart Metering und mögliche Auswirkungen auf die nationale Sicherheit:  
[http://www.cybersecurityaustria.at/CSA/HOME\\_files/CSA%20-%20Smart%20Metering%20und%20mo%CC%88gliche%20Auswirkungen%20auf%20die%20nationale%20Sicherheit%202.pdf](http://www.cybersecurityaustria.at/CSA/HOME_files/CSA%20-%20Smart%20Metering%20und%20mo%CC%88gliche%20Auswirkungen%20auf%20die%20nationale%20Sicherheit%202.pdf)

Druckheim, T., Bersau, D., Rödenbeck, S., & Bublitz, B. (2010). *Analyse der aktuellen Technologien zur Realisierung der Steuerung von Verbrauchern und Erzeuger*. Abgerufen am 01. 11. 2011 von

file:///C:/Users/g/Dropbox/UNI/Super%20Zusammenfassung%20Smart%20Meter%20Batchelor%20Arbeit/Analyse\_der\_aktuellen\_Technologien\_zur\_Realisierung\_der\_Steuerung\_von\_Verbrauchern\_und\_Erzeuger.htm#Standardisierungen

e-control [1]. *Smart Metering*. Abgerufen am 19. 10. 2011 von <http://e-control.at/de/marktteilnehmer/strom/smart-metering>

e-control [2]. (2010). *Statistikbroschüre 2010 - Profitieren. Wo immer Zahlen Orientierung geben*. Abgerufen am 15. 09. 2011 von <http://www.e-control.at/portal/page/portal/medienbibliothek/publikationen/dokumente/pdfs/e-control-statistikbroschuere-2010.pdf>

*e-control.at*. (2011). Abgerufen am 25. 08. 2011

e-control: Erläuterungen zu IMA-VO. (2011). *Erläuterungen zur Intelligenten Messgeräte-AnforderungsVO 2011 (IMA-VO 2011)*. Abgerufen am 15. 11. 2011 von e-control: [http://www.e-control.at/portal/pls/portal/portal.kb\\_folderitems\\_xml.redirectToItem?pMasterthingId=2376978](http://www.e-control.at/portal/pls/portal/portal.kb_folderitems_xml.redirectToItem?pMasterthingId=2376978)

e-control: IMA-VO. (28. 10. 2011). *E-Control: Smart Metering Verordnung zu technischen Mindestanforderungen veröffentlicht*. Abgerufen am 01. 11. 2011 von <http://www.e-control.at/de/presse/aktuelle-meldungen/ima-vo-2011>

Ekardt, F. (2010; 2. Auflage). *Das Prinzip Nachhaltigkeit - Generationengerechtigkeit und globale Gerechtigkeit*. München: C.H. Beck.

Electrosuisse. *SEV Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik*. Abgerufen am 18. 08. 2011 von [http://www.electrosuisse.ch/g3.cms/s\\_page/79040](http://www.electrosuisse.ch/g3.cms/s_page/79040)

*Elektronik Kompendium - EDGE*. Abgerufen am 01. 11. 2011 von EDGE - Enhanced Data Rates for GSM Evolution: <http://www.elektronik-kompendium.de/sites/kom/0910171.htm>

*Elektronik Kompendium - GPRS*. Abgerufen am 02. 11. 2011 von General Packet Radio Service: <http://www.elektronik-kompendium.de/sites/kom/0411241.htm>

Elektronik Kompendium - GSM. *GSM - Global System for Mobile Communications*. Abgerufen am 14. 11. 2011 von <http://www.elektronik-kompendium.de/sites/kom/0910181.htm>

Elektronik Kompendium [1]. (1997-2010). *Powerline-Kommunikation*. Abgerufen am 13. 11. 2011 von <http://www.elektronik-kompendium.de/sites/kom/0310061.htm>

emrpolicy. Abgerufen am 15. 08. 2011 von [http://www.emrpolicy.org/litigation/case\\_law/docs/noi\\_epa\\_response.pdf](http://www.emrpolicy.org/litigation/case_law/docs/noi_epa_response.pdf)

energystar.gov. (2002). *Sub-Metering Energy Use in Colleges and Universities: Incentives and Challenges*. Abgerufen am 10. 09. 2011 von [http://www.energystar.gov/ia/business/higher\\_ed/Submeter\\_energy\\_use.pdf](http://www.energystar.gov/ia/business/higher_ed/Submeter_energy_use.pdf)

Enquete-Kommission. (1998). *"Schutz des Menschen und der Umwelt" des 13. Deutschen Bundestages - Konzept Nachhaltigkeit: Vom Leitbild zur Umsetzung*. Bonn: Bonner Universitäts-Buchdruckerei.

EPRI. (2011). *Radio- Frequency Exposure Levels from Smart Meters; A Case Study of One Model - Electric Power Research Institute*; zit. nach "Health Impacts of Radio Frequency Exposure from Smart Meters". Abgerufen am 12. 08. 2011 von <http://www.ccst.us/publications/2011/2011smart-final.pdf>

Europäische Kommission. (2011). *Klimaschutz - Energie für eine Welt im Wandel*. Abgerufen am 09. 09. 2011 von [http://ec.europa.eu/climateaction/eu\\_action/index\\_de.htm](http://ec.europa.eu/climateaction/eu_action/index_de.htm)

Europäische Union. (5. 04. 2006). *Richtlinie 2006/32/EG des europäischen Parlaments und des Rates über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen*. Abgerufen am 17. 10. 2011 von <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:114:0064:0064:DE:PDF>

FCC. Von <http://www.fcc.gov/what-we-do> abgerufen

Fenchel, G., & Hellwig, M. (2010). *Smart Metering in Deutschland*. Frankfurt am Main: EW medien und Kongresse GmbH.

FOCUS Online. (25. 06. 2011). *Gesundheitsdienst und Energiesparprojekt scheitern*. Abgerufen am 20. 11. 2011 von [http://www.focus.de/finanzen/news/unternehmen/google-gesundheitsdienst-und-energiesparprojekt-scheitern\\_aid\\_640133.html](http://www.focus.de/finanzen/news/unternehmen/google-gesundheitsdienst-und-energiesparprojekt-scheitern_aid_640133.html)

Garstka, H. *BpB.de - Bundeszentrale für politische Bildung*. Abgerufen am 17. 09. 2011 von Informationelle Selbstbestimmung und Datenschutz - Das Recht auf Privatsphäre: <http://www.bpb.de/files/YRPN3Y.pdf>

Global Footprint Network. (25. 09. 2009). *Earth Over Shoot Day*. Abgerufen am 13. 09. 2011 von 25. September 2009 - Tag der ökologischen Überschuldung: [http://www.footprint.at/fileadmin/zf/dokumente/Factsheet\\_OEko-UEberschuldungstag2009.pdf](http://www.footprint.at/fileadmin/zf/dokumente/Factsheet_OEko-UEberschuldungstag2009.pdf)

Google Power Meter. (2011). Abgerufen am 20. 11. 2011 von <http://www.google.com/powermeter/about/>

Graffenried, A. v. (02. 2009). *Wirtschaftskrise als Chance für die Nachhaltigkeit*. Abgerufen am 20. 07. 2011 von [http://hitech.bfh.ch/fileadmin/data/2009\\_2/pdf/content\\_pages/deutsch/Wirtschaftskrise\\_als\\_Chance.pdf](http://hitech.bfh.ch/fileadmin/data/2009_2/pdf/content_pages/deutsch/Wirtschaftskrise_als_Chance.pdf)

Greenlivingpedia.org. *Smart Networks*. Abgerufen am 19. 09. 2011 von [http://www.greenlivingpedia.org/Smart\\_networks](http://www.greenlivingpedia.org/Smart_networks)

Grober, U. (2010). *Die Entdeckung der Nachhaltigkeit - Kulturgeschichte eines Begriffs*. München: Antje Kunstmann.

Groicher, M. A. (2010). *Querschnittanalyse der Nutzungspotentiale im Smart Meter-Bereich für Endkunden und EVU's in Österreich*. 10: 19.

Grote, W. (2007). *www.fh-frankfurt.de*. Abgerufen am 18. 11. 2011 von Scada Skript: [http://www.fh-frankfurt.de/de/.media/~grote/scada/scada\\_skript.pdf](http://www.fh-frankfurt.de/de/.media/~grote/scada/scada_skript.pdf)

H. van Doorn, M. (18. 01. 2011). *Protecting the smart grid with wireless data communications*. Abgerufen am 11. 09. 2011 von [smartgrisnews.com](http://smartgrisnews.com):

[http://www.smartgridnews.com/artman/publish/Technologies\\_Security/Protecting-the-smart-grid-with-wireless-data-communications-3447.html](http://www.smartgridnews.com/artman/publish/Technologies_Security/Protecting-the-smart-grid-with-wireless-data-communications-3447.html)

Heitland. Abgerufen am 13. 11. 2011 von Heitland - Smart Metering: Intelligenter Zählen und Messen: <http://www.heitland-gmbh.de/pdf/smart-metering.pdf>

Henkel, E. (02. 09. 2010). *gtai.com - Trade & Invest*. Abgerufen am 15. 09. 2011 von Pressemitteilung: Deutschland Weltmarktführer im Bereich Photovoltaik: [http://www.gtai.com/fileadmin/user\\_upload/Downloads/Info-Service/Press\\_Releases/2010/2\\_DEU/5\\_Sep\\_Okt/PM\\_101007\\_PVSEC\\_GTAI.pdf](http://www.gtai.com/fileadmin/user_upload/Downloads/Info-Service/Press_Releases/2010/2_DEU/5_Sep_Okt/PM_101007_PVSEC_GTAI.pdf)

Hohlefelder, W. (2007). *Eröffnungsansprache*. Abgerufen am 08. 09. 2011 von Wintertagung des Deutschen Atomforums - Berlin: [http://www.kernenergie.de/kernenergie/documentpool/Reden/ansprache\\_drhohlefelder\\_wt2007.pdf](http://www.kernenergie.de/kernenergie/documentpool/Reden/ansprache_drhohlefelder_wt2007.pdf)

Hollmann, M. (2010 2. Auflage). "Vom intelligenten Zähler zum intelligenten Energienetz: Strategische Optionen und Geschäftsfelder für die Energiewirtschaft". In C. Köhler-Schute, *Smart Metering - Technologische, wirtschaftliche und juristische Aspekte des Smart Metering*. KS-Energy-Verlag.

Homerider Systems. *Solutions Urban Networks & Micro Networks - Automatic Meter Reading*. Abgerufen am 11. 09. 2011 von <http://www.homeridersystems.com/en/solutions-reseaux-urbains-&-microreseaux/telereleve?lg=en>

Huber, E. R., & Knirsch-Wagner, M. (1. Auflage 2007). *Nebenwirkung Handy - Schaden Mobiltelefone unserer Gesundheit?* Wien: Verlagshaus der Ärzte.

*International Electrotechnical Commission IEC*. (kein Datum). Abgerufen am 20. 11. 2011 von Electropedia IEC number 351-32-10: <http://std.iec.ch/iev/iev.nsf/display?openform&ievref=351-32-10>

*ITWissen - Das Große Online-Lexikon für Informationstechnologie*. (kein Datum). Abgerufen am 04. 09. 2011 von <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Wirbelstrom-eddy-current.html>

IT-Wissen.info - GSM. (kein Datum). *GSM network*. Abgerufen am 19. 11. 2011 von <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/GSM-Netz-GSM-network.html>

Kergigo.de. Abgerufen am 06. 09. 2011 von <http://www.kergigo.de/infos/strom.jpg?PHPSESSID=2826d9bd28185a12705fab2332578b38>

Knemeyer, R. C. (2009). Kundenbindung durch neue dienstleistungen im Energiemarkt mit der standardisierten MUC-Technologie. In C. (. Köhler-Schute, *Smart Metering: Technologische, wirtschaftliche und juristische Aspekte des Smart Metering* (S. 131-140). Berlin: KS-Energy-Verlag.

Krisch, A. (15. 08. 2011). *mksult.at*. Abgerufen am 04. 11. 2011 von Stellungnahme zum Entwurf der Intelligente Messgeräte-AnforderungsVO 2011: [http://mksult.at/sites/default/files/docs/IMA-VO\\_Stellungnahme\\_mksult\\_20110815.pdf](http://mksult.at/sites/default/files/docs/IMA-VO_Stellungnahme_mksult_20110815.pdf)

kwh-preis.de. *Stromzähler*. Abgerufen am 16. 08. 2011 von <http://www.kwh-preis.de/strom/ratgeber/stromzaehler>

Lerchl, A. (2007). *Macht Mobilfunk krank?* Germering/München: W. Zuckschwerdt Verlag.

Lexikon der Nachhaltigkeit [1]. (2011). *Hans Carl von Carlowitz, 1713*. Abgerufen am 19. 07. 2011 von [http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/hans\\_carl\\_von\\_carlowitz\\_1713\\_1393.htm](http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/hans_carl_von_carlowitz_1713_1393.htm)

Lexikon der Nachhaltigkeit [2]. (13. 09. 2011). *Definitino Nachhaltigkeit*. Abgerufen am 14. 09. 2011 von [http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/definitionen\\_1382.htm](http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/definitionen_1382.htm)

Lexikon der Nachhaltigkeit [3]. (2011). *Brundtland Bericht I Brundtland Report : Weltkommission für Umwelt und Entwicklung, 1987*. Abgerufen am 21. 11. 2011 von [http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/brundtland\\_report\\_563.htm](http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/brundtland_report_563.htm)

Lexikon der Nachhaltigkeit [4]. (27. 04. 2011). *Brundtland-Report*. Abgerufen am 12. 09. 2011 von [http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/brundtland\\_report\\_1987\\_728.htm](http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/brundtland_report_1987_728.htm)

Leybold Didactic. *LD DIDACTIC*. Abgerufen am 06. 09. 2011 von Elektrizitätslehre - Elektromagnetische Induktion - Wirbelströme P3.4.4.2: [http://www.ld-didactic.de/literatur/hb/d/p3/p3442\\_d.pdf](http://www.ld-didactic.de/literatur/hb/d/p3/p3442_d.pdf)

Luhmann, H.-J. (15. 06. 2007). *Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie*. Abgerufen am 15. 09. 2011 von Smart Metering als neue Energie(effizienz)quelle: [http://www.wupperinst.org/uploads/tx\\_wibeitrag/bild-des-monats\\_06-07.pdf](http://www.wupperinst.org/uploads/tx_wibeitrag/bild-des-monats_06-07.pdf)

M&C Energy. *Smart Metering Systems (AMR - AMI - AMM)*. Abgerufen am 10. 09. 2011 von [http://www.m-c-energy.eu/Smart\\_Metering\\_Systems.pdf](http://www.m-c-energy.eu/Smart_Metering_Systems.pdf)

Marinescu, M., & Winter, J. (2. Auflage 2007). *Basiswissen Gleich- und Wechselstromtechnik*. Wiesbaden: Vieweg & Sohn Verlag.

Master Meter Inc. (kein Datum). *Master Meter Submetering*. Abgerufen am 10. 09. 2011 von <http://www.mastermeter.com/pdfs/Submeter%20Overview%20Q308SP.pdf>

McMillan, R. (14. 09. 2010). *Computerworld*. Abgerufen am 11. 09. 2011 von Siemens: Stuxnet worm hit industrial systems: [http://www.computerworld.com/s/article/print/9185419/Siemens\\_Stuxnet\\_worm\\_hit\\_industrial\\_systems](http://www.computerworld.com/s/article/print/9185419/Siemens_Stuxnet_worm_hit_industrial_systems)

Meister, H. (13. Auflage 2005). *Elektrotechnische Grundlagen Elektronik 1*. Würzburg: Vogel.

Microsoft HOHM. (2011). Abgerufen am 02. 11. 2011 von <http://www.microsoft-hohm.com/>

Mihm, A. (28. 05. 2011). *faz.net - Interview mit Wirtschaftsminister Philip Rösler: Wir sollten eine Kaltreserve erwägen*. Abgerufen am 11. 09 2011 von <http://www.faz.net/artikel/S32436/wirtschaftsminister-roesler-wir-sollten-eine-kaltreserve-erwaegen-30388044.html>

Mission X: Der Stromkrieg. (22. 10. 2006). *Pionier Thomas alva Edison*. Abgerufen am 16. 08. 2011 von <http://www.hochschule-bochum.de/fileadmin/media/izk/MT-Der%20Stromkrieg.pdf>

Müller, K.-H., & Giber, J. (2010). *Erneuerbare (Alternative) Energien*. Aachen: Shaker Media.

OECD. (2003). *OECD.org*. Abgerufen am 16. 09. 2011 von Kurzfassung: OECD-Richtlinien über Datenschutz und grenzüberschreitende Ströme personenbezogener Daten: <http://www.oecd.org/dataoecd/16/7/15589558.pdf>

Otto Kalab. *Premium-Sonnenbatterie.de - Wirtschaftskammer OÖ*. Abgerufen am 06. 09. 2011 von Standardisierte Lastprofile: [http://www.premium-sonnenbatterie.de/download/Standardisierte\\_Lastprofile.pdf](http://www.premium-sonnenbatterie.de/download/Standardisierte_Lastprofile.pdf)

Pflieger, P. (1954). *Elektrizitätszähler*. Berlin / Göttingen / Heidelberg: Springer-Verlag.

Pike Research. (3. 08. 2010). *Pike Research*. Abgerufen am 24. 11. 2011 von Smart Meter Security Investment to Total \$575 Million by 2015, but Meters Remain a Point of Vulnerability in the Smart Grid: <http://www.pikeresearch.com/newsroom/smart-meter-security-investment-to-total-575-million-by-2015-but-meters-remain-a-point-of-vulnerability-in-the-smart-grid>

Pollet, J. (Juli 2010). *RedTiger Security*. Abgerufen am 02. 11. 2011 von Electricity for Free? The Dirty Underbelly of SCADA and Smart Meters: [https://media.blackhat.com/bh-us-10/whitepapers/Pollet\\_Cummins/BlackHat-USA-2010-Pollet-Cummings-RTS-Electricity-for-Free-wp.pdf](https://media.blackhat.com/bh-us-10/whitepapers/Pollet_Cummins/BlackHat-USA-2010-Pollet-Cummings-RTS-Electricity-for-Free-wp.pdf)

Power Systems VDMA. *Strommix in der EU27 - Entwicklung der Stromerzeugung in Europa von 2007 bis 2030*. Abgerufen am 05. 11. 2011 von [http://www.etz.de/files/vdma+ps\\_strommix\\_ausblick\\_final.pdf](http://www.etz.de/files/vdma+ps_strommix_ausblick_final.pdf)

PricewaterhouseCoopers. (2008). *Smart Metering - Umsetzungsstand und strategische Implikationen für die Energiewirtschaft*. Abgerufen am 1. 09. 2011 von [http://www.pwc.de/de\\_DE/de/energiewirtschaft/assets/studie-smart-metering-final.pdf](http://www.pwc.de/de_DE/de/energiewirtschaft/assets/studie-smart-metering-final.pdf)

Profita, C. (26. 07. 2011). *Ecotrope - Fresh ideas on nature and community*. Abgerufen am 09. 09. 2011 von <http://ecotrope.opb.org/2011/07/does-knowledge-diminish-power-usage/>

Projekt: European Smart Metering Alliance. (12. Mai 2008). *Definition von Smart Metering, Anwendungen und Identifikation der Vorteile*. Abgerufen am 01. 09. 2011 von [http://www.esma-home.eu/UserFiles/file/downloads/Final\\_reports/D3%20Summary\\_de.pdf](http://www.esma-home.eu/UserFiles/file/downloads/Final_reports/D3%20Summary_de.pdf)

Quante, T. (11. 11. 2009). *Von dezentral erzeugter Energie zum E-Energy-Marktplatz der Zukunft: Entwicklung eines offenen elektronischen Marktplatzes zur intelligenten Kommunikation zwischen dezentralen Energielieferanten, Energiehändlern, Netzbetreibern und Stromkunden*. Abgerufen am 20. 11 2011 von [http://iss.umwelt-campus.de/iss/fileadmin/template/pdf/Fachvortraege/Vortrag\\_RWE\\_Eenergy.pdf](http://iss.umwelt-campus.de/iss/fileadmin/template/pdf/Fachvortraege/Vortrag_RWE_Eenergy.pdf)

Quelle\_1. Abgerufen am 26. 07. 2011 von [http://blog.mapawatt.com/wp-content/uploads/2009/10/Google\\_PowerMeter\\_102809.jpg](http://blog.mapawatt.com/wp-content/uploads/2009/10/Google_PowerMeter_102809.jpg)

Qundis [1]. *Advanced Measuring Solutions - Q AMR - Verbrauchsdaten-Fernauslesung per Funk*. Abgerufen am 10. 09 2011 von <http://qundis.com/fileadmin/images/download/broschueren/BRO2-QAMR-DE0.pdf>

Qundis [2]. *Qundis - Advanced Measuring Solutions - Q walk-by*. Abgerufen am 11. 09. 2010 von <http://qundis.com/fileadmin/images/download/broschueren/BRO2-QWBY-DE0.pdf>

Red Tiger Security. (2010, July). *Electricity for Free ? The Dirty underbelly of SCADA and Smart Meters*. Retrieved 8 29, 2011, from [https://media.blackhat.com/bh-us-10/whitepapers/Pollet\\_Cummins/BlackHat-USA-2010-Pollet-Cummings-RTS-Electricity-for-Free-wp.pdf](https://media.blackhat.com/bh-us-10/whitepapers/Pollet_Cummins/BlackHat-USA-2010-Pollet-Cummings-RTS-Electricity-for-Free-wp.pdf)

rfcafe.com. *FCC Maximum Permissible RF Exposure Regulations*. Abgerufen am 15. 08. 2011 von <http://www.rfcafe.com/references/electrical/fcc-maximum-permissible-exposure.htm>

Rogall, H. *Entwicklung der Umweltgefahren und des Umweltschutzes*. Abgerufen am 2011 von <http://www.holger-rogall.de/dokumente/ausgangslage.doc>

Rutherford Online-Lexikon der Elemente. (- Uniterra - Berlin 2006). - *Plutonium*. Abgerufen am 07. 09. 2011 von <http://www.uniterra.de/rutherford/ele094.htm>

SAENA - Sächsische Energieagentur. (kein Datum). *Intelligente Stromzähler*. Abgerufen am 13. 11. 2011 von [http://smartmeter.saena.de/Intelligente-Stromzaehler/Hintergrund-und-Potenziale/Technische\\_Standards.html?PHPSESSID=cda6f8fd95dda80181d8a280871444a6](http://smartmeter.saena.de/Intelligente-Stromzaehler/Hintergrund-und-Potenziale/Technische_Standards.html?PHPSESSID=cda6f8fd95dda80181d8a280871444a6)

Schmidt-Bleek, F., & Wiegandt, K. (2008 4. Auflage). *Forum für Verantwortung (Hrsg.): Nutzen wir die Erde richtig? Die Leistungen der Natur und die Arbeit des Menschen*. Frankfurt am Main: Fischer Taschenbuch.

Schneider, A. (11. 08. 2010). *Interview: Uran - "Problematische Versorgungslage"*. Abgerufen am 08. 09. 2011 von <http://www.euractiv.de/energie-klima-und-umwelt/artikel/uran---eine-problematische-versorgungslage-003491>

Sellitsch, S., & Meadows, D. (2007). *Herausgeber: Thomas Schauer, Friedrich Hinterberger; Protex Verlag 2007*. Abgerufen am 10. 09. 2011 von Haben wir 30 Jahre lang geschlafen? Zum Update der Grenzen des Wachstums - Dokumentation eines Symposiums am 9.11.2006 im ORF KulturCafe in Wien: <http://www.clubofrome.at/archive/pdf/meawien06.pdf>

SFGate [1]. (05. 01. 2011). *Marin County supes OK moratorium on SmartMeters*. Abgerufen am 10. 08. 2011 von San Francisco Chronicle: [http://articles.sfgate.com/2011-01-05/business/27010996\\_1\\_installation-moratorium-pacific-gas](http://articles.sfgate.com/2011-01-05/business/27010996_1_installation-moratorium-pacific-gas)

SFGate. (12. 01. 2011). *Report finds no health threat from PG&E SmartMeter*. Abgerufen am 12. 10. 2011 von <http://www.sfgate.com/cgi-bin/article.cgi?f=/c/a/2011/01/11/BUHQ1H7JF2.DTL>

Siemens. (2010). *Elektrofahrzeuge und Smart Grids*. Abgerufen am 10. 11 2011 von Presse-Unterlagen zum Siemens-Pavillon: <http://www.siemens.com/press/pool/de/events/corporate/2010-04-emobility/Fact-Sheet-smart-grids-d.pdf>

Simmons, M. R. (10 2000). *Revisiting The Limits to Growth: Could The Club of Rome Have Been Correct, After All?* Abgerufen am 10. 09. 2011 von [http://www.greatchange.org/ov-simmons,club\\_of\\_rome\\_revisted.pdf](http://www.greatchange.org/ov-simmons,club_of_rome_revisted.pdf)

Smart Energy. (06. 07. 2010). *Hannover: Bilanz des Smart-Meter Piloten*. Abgerufen am 05. 11. 2011 von <http://smart-energy.blog.de/2010/07/06/hannover-bilanz-smart-meter-piloten-januar-2008-dezember-stadtwerke-hannover-ag-8923126/>

Solarenergie für Deutschland. (2005-2011). *2005-2011 BSW - Bundesverband Solarwirtschaft e.V.* Abgerufen am 15. 09. 2011 von <http://www.solarbusiness.de/fakten/solartechnik-in-kuerze/zahlen/>

solvimus.de. (kein Datum). Abgerufen am 16. 11. 2011 von <http://www.solvimus.de/smart-metering/muceasytm/applikationen/>

Stanzer, G. (2011). *Photovoltaik - Vorläufige Ergebnisse Technisches Potenzial*; zitiert nach Biermayr, Weiss, Bergmann, Fechner, Glück (2008), *Erneuerbare Energie in Österreich - Marktentwicklung 2007*. Abgerufen am 15. 09. 2011 von <http://www.regioenergy.at/photovoltaik/technisches-potenzial>

Steffen, H., & Bausch, H. (6. Auflage 2007). *Elektrotechnik: Grundlagen*. Wiesbaden: B.G. Teubner.

Stromtipp.de. Artikel: *Intelligente Stromzähler*. Abgerufen am 14. 11. 2011 von <http://www.stromtip.de/rubrik2/19741/4/Lizenz-zum-Energie-sparen.html>

Tell, R. (27. 10. 2008). „*Supplemental Report on An Analysis of Radiofrequency Fields Associated with Operation of the PG&E Smart Meter Program Upgrade System*“, Prepared for Pacific Gas & Electric Company, Richard Tell Associates. Abgerufen am 15. 08. 2011 von [http://www.pge.com/includes/docs/pdfs/shared/edusafety/systemworks/rfsafety/rf\\_fields\\_supplemental\\_report\\_2008.pdf](http://www.pge.com/includes/docs/pdfs/shared/edusafety/systemworks/rfsafety/rf_fields_supplemental_report_2008.pdf)

Tomlinson, B. (2010). *Greening Through IT: Information Technology for Environmental Sustainability*. Massachusetts Institute of Technology: The MIT Press.

Turner, G. (06 2008). *Socio-Economics and the Environment in Discussion CSIRO Working Paper Series*. Abgerufen am 10. 09. 2011 von A Comparison of the Limits to Growth with Thirty Years of Reality: <http://www.csiro.au/files/files/plje.pdf>

UMTS-infosite.de. (2004-2011). *UMTS contra GSM*. Abgerufen am 15. 11. 2011 von <http://www.umts-infosite.de/umts-contra-gsm.html>

Verband der Netzbetreiber VDN e.V. (Nov 2003). *VDN-Lastenheft Elektronische Lastgangzähler-Erweiterte Version 2.1.2*. Abgerufen am 06. 09. 2011 von [http://www.stadtwerke-hagenow.de/fileadmin/stadtwerke-hagenow-de/Medienpool/PDF/Strom/Messzugang/TechnischeMindestanforderungen/04Lastenheft-ElektronischerLastgangzaehler\\_2.1.2\\_VDN\\_2003.pdf](http://www.stadtwerke-hagenow.de/fileadmin/stadtwerke-hagenow-de/Medienpool/PDF/Strom/Messzugang/TechnischeMindestanforderungen/04Lastenheft-ElektronischerLastgangzaehler_2.1.2_VDN_2003.pdf)

Vereinte Nationen. (1992). *Agenda 21 - Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung, Rio de Janeiro*. Abgerufen am 07. 10. 2011 von [http://www.un.org/depts/german/conf/agenda21/agenda\\_21.pdf](http://www.un.org/depts/german/conf/agenda21/agenda_21.pdf)

Verordnung (EG). (17. 12. 2008). *Amtsblatt der Europäischen Union - Verordnung (EG) Nr. 1275/2008 der Kommission*. Abgerufen am 20. 11. 2011 von <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:339:0045:0052:de:PDF>

Waldhäusl, G. (5. 10. 2010). *Anfrage betreffs Kapitalerhöhung der EVN AG*. Abgerufen am 18. 11. 2011 von Landtag von Niederösterreich: <http://www.landtag-noe.at/service/politik/landtag/LVXVII/06/634/634A.pdf>

Wikipedia - Heinrich Hertz. (13. 08. 2011). Abgerufen am 04. 09. 2011 von [http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Heinrich\\_Hertz&oldid=92405719](http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Heinrich_Hertz&oldid=92405719)

Wikipedia - Hermann Aron. Abgerufen am 18. 08. 2011 von [http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Hermann\\_Aron&oldid=91003863](http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Hermann_Aron&oldid=91003863)

Wikipedia - Intelligentes Wohnen. Abgerufen am 15. 11. 2011 von [http://de.wikipedia.org/wiki/Intelligentes\\_Wohnen](http://de.wikipedia.org/wiki/Intelligentes_Wohnen)

Wikipedia - Leistungsmesser. (08. 06. 2011). Abgerufen am 05. 09. 2011 von <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Leistungsmesser&oldid=89793874>

Wikipedia - Ökologischer Fußabdruck. Abgerufen am 21. 08. 2011 von [http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=%C3%96kologischer\\_Fu%C3%9Fabdruck&oldid=91145008](http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=%C3%96kologischer_Fu%C3%9Fabdruck&oldid=91145008)

Wikipedia - Scheinleistung. (20. 07. 2011). Abgerufen am 04. 09. 2011 von <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Scheinleistung&oldid=91450418>

Wikipedia - Stromkrieg. Abgerufen am 16. 08. 2011 von <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Stromkrieg&oldid=92481848>

Wikipedia - Wirkleistung. (27. 07. 2011). Abgerufen am 05. 09. 2011 von <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Wirkleistung&oldid=91779962>

Wildmann, L. (2007). *Wirtschaftspolitik: Module der Volkswirtschaftslehre, Seite 113, zit. nach* <http://widawiki.wiso.uni-dortmund.de/index.php/Nachhaltigkeit>; abgerufen am 20.07.2011. München.

Winfwiki. (kein Datum). Abgerufen am 17. 08. 2011 von [http://winfwiki.wifom.de/index.php/Analyse\\_der\\_aktuellen\\_Technologien\\_zur\\_Realisierung\\_der\\_Steuerung\\_von\\_Verbrauchern\\_und\\_Erzeugern](http://winfwiki.wifom.de/index.php/Analyse_der_aktuellen_Technologien_zur_Realisierung_der_Steuerung_von_Verbrauchern_und_Erzeugern)

Xemtec - optical sensing solutions. *COMET - Optical Sensing AMR Module*. Abgerufen am 07. 26. 2011 von [http://www.xemtec.ch/files/brosch\\_\\_re\\_comet2-1.pdf](http://www.xemtec.ch/files/brosch__re_comet2-1.pdf)

## Anhang A – Technische Mindestanforderungen

### **Verordnung der Energie-Control Austria, mit der die Anforderungen an intelligente Messgeräte bestimmt werden Intelligente Messgeräte-AnforderungsVO 2011 (IMA-VO 2011)**

Auf Grund § 83 Abs. 2 Elektrizitätswirtschafts- und –organisationsgesetz 2010 (EIWOG 2010), BGBl I Nr. 110/2010, wird verordnet:

#### **Regelungsgegenstand**

**§ 1.** Diese Verordnung bestimmt die Anforderungen, denen intelligente Messgeräte gemäß § 7 Abs. 1 Z 31 EIWOG 2010 zu entsprechen haben und gemäß § 59 EIWOG 2010 bei der Ermittlung der Kostenbasis für die Entgeltbestimmung in Ansatz zu bringen sind.

#### **Anwendungsbereich**

**§ 2.** Die Anforderungen gemäß § 3 betreffen jene Messgeräte gemäß § 83 Abs. 1 EIWOG 2010, mit denen Endverbraucher auszustatten sind, deren Verbrauch nicht über einen Lastprofilzähler gemessen wird.

#### **Anforderungen an intelligente Messgeräte**

**§ 3.** Intelligente Messgeräte gemäß § 7 Abs. 1 Z 31 EIWOG 2010 haben folgenden Mindestfunktionsanforderungen zu entsprechen:

1. Die intelligenten Messgeräte haben über eine bidirektionale Kommunikationsanbindung zu verfügen.
2. Die intelligenten Messgeräte sind dahingehend auszustatten, dass eine Messung und Speicherung von Zählerständen oder Leistungsmittelwerten in einem Intervall von 15 Minuten möglich ist. Weiters sind die Geräte so auszustatten, dass sie die Speicherung des zum erfassten Zählerstands oder Leistungsmittelwerts gehörenden Zeitstempels und des entsprechenden Datums ermöglichen.
3. Die intelligenten Messgeräte haben die Möglichkeit zu bieten, alle in Z 2 angeführten Daten der letzten 60 Kalendertage im Gerät selbst abzulegen. Die Geräte sollen weiters gewährleisten, dass im Falle eines Ausfalls der Versorgungsspannung alle Daten solange erhalten bleiben, dass eine lückenlose Rekonstruktion möglich ist.
4. Die intelligenten Messgeräte haben die Möglichkeit zu bieten, über eine Kommunikationsschnittstelle einmal täglich alle bis Mitternacht des jeweiligen Kalendertages gemäß Z 2 erfassten Daten bis spätestens 08:00 Uhr des darauffolgenden Kalendertages an den Netzbetreiber auszugeben.
5. Die intelligenten Messgeräte haben die Möglichkeit zu bieten, über eine Kommunikationsschnittstelle mit jedenfalls vier externen Mengenmessgeräten die Kommunikation in beide Richtungen aufzubauen und die Datenübertragungen für diese externen Geräte zu gewährleisten. Davon sind zwei Kommunikationsschnittstellen für batteriebetriebene Geräte vorzusehen, um die längstmögliche Batterielebensdauer zu garantieren. Der Zugriff sowie die Spezifikationen dieser Schnittstelle sind bei gemeinsamer Nutzung mit anderen Sparten mit allen Berechtigten ab Einbau zu harmonisieren und diskriminierungsfrei zur Verfügung zu stellen.

(e-control: IMA-VO, 2011)

6. Die intelligenten Messgeräte sind dahingehend auszustatten, dass sie über eine Kommunikationsschnittstelle mit in der Kundenanlage vorhandenen externen Geräten kommunizieren, schalten sowie mindestens alle gemäß Z 2 erfassten Daten ausgeben können. Der Zugriff sowie die Spezifikationen dieser Schnittstelle sind bei Bedarf allen Berechtigten ab Einbau des intelligenten Messgerätes diskriminierungsfrei zur Verfügung zu stellen. Diese Schnittstelle ist zur Ausgabe von Daten und Informationen zu konfigurieren. Eine über die oben beschriebene Nutzung hinausgehende Verwendung dieser Schnittstelle zur Steuerung des Zählers ist nicht vorzusehen.
7. Die intelligenten Messgeräte sowie ihre Kommunikation, auch zu externen Geräten gemäß Z 5 und 6, sind nach anerkanntem Stand der Technik abzusichern und zu verschlüsseln, um Unberechtigten den Zugriff nicht zu ermöglichen.
8. Die intelligenten Messgeräte sind dahingehend auszustatten, dass die Möglichkeit besteht, die Anlage des Netzkunden von der Ferne abzusperren oder für eine Wiedereinschaltung durch den Kunden freizugeben sowie deren maximalen Bezug an elektrischer Leistung zu begrenzen.
9. Die intelligenten Messgeräte sind mit einer internen Uhr sowie einer Kalenderfunktion auszustatten.
10. Die intelligenten Messgeräte haben im Falle eines Fehlers ein Status- bzw. Fehlerprotokoll zu übermitteln. Im Falle eines technischen Defekts des Messgerätes ist dafür zu sorgen, dass die Versorgungsspannung der Kundenanlage jedenfalls aufrechterhalten werden kann.
11. Die intelligenten Messgeräte haben über eine verständliche, deutschsprachige, Bedienungsanleitung zu verfügen, die jedem Netzbutzer in elektronischer Form sowie auf Anfrage kostenlos in Papierform zur Verfügung gestellt wird.
12. Die intelligenten Messgeräte haben den maß- und eichgesetzlichen und datenschutzrechtlichen Bestimmungen sowie dem anerkannten Stand der Technik zu entsprechen.

#### **Inkrafttreten**

**§ 4.** Diese Verordnung tritt mit xx.xx.2011 in Kraft.

Energie-Control Austria für die Regulierung der Elektrizitäts- und Erdgaswirtschaft

|                 |              |                      |
|-----------------|--------------|----------------------|
| DI Walter Boltz | Der Vorstand | Mag.(FH) Martin Graf |
|-----------------|--------------|----------------------|

Wien, xx.xx.2011

(e-control: IMA-VO, 2011)

## Anhang B – Bilanz der elektrischen Energie für Österreich

| Bilanz der Elektrischen Energie       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|---------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| in Terajoule (10 <sup>12</sup> Joule) | 1970    | 1980    | 1990    | 1995    | 1996    | 1997    | 1998    | 1999    | 2000    | 2001    | 2002    | 2003    | 2004    | 2005    | 2006    | 2007    | 2008    | 2009    |
| Inländ. Erzeugung v. Rohenergie       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| Importe aus dem Ausland               | 4.936   | 11.390  | 24.620  | 26.234  | 33.942  | 32.427  | 37.095  | 41.789  | 49.767  | 52.080  | 55.349  | 68.410  | 59.863  | 73.431  | 76.527  | 79.668  | 71.264  | 70.351  |
| Lager                                 | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| Exporte ans Ausland                   | 24.422  | 25.683  | 26.271  | 35.125  | 30.514  | 35.189  | 37.682  | 48.624  | 54.691  | 51.309  | 52.834  | 48.200  | 48.774  | 63.835  | 51.866  | 55.840  | 53.760  | 67.543  |
| Bruttoinlandsverbrauch                | -19.486 | -14.293 | -1.651  | -8.891  | 3.428   | -2.762  | -587    | -6.835  | -4.925  | 771     | 2.515   | 20.209  | 11.089  | 9.595   | 24.661  | 23.827  | 17.504  | 2.809   |
| Umwandlungseinsatz                    | 0       | 0       | 10      | 55      | 14      | 35      | 42      | 56      | 49      | 51      | 3       | 3       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| Umwandlungsausstoß                    | 106.031 | 149.544 | 177.466 | 198.643 | 192.865 | 200.465 | 201.276 | 214.982 | 215.478 | 219.110 | 217.293 | 207.747 | 221.467 | 229.010 | 222.168 | 223.914 | 230.686 | 236.216 |
| Verbrauch des Sektors Energie         | 13.753  | 20.217  | 23.353  | 23.574  | 24.509  | 23.858  | 24.030  | 27.192  | 27.169  | 28.782  | 28.144  | 29.982  | 30.148  | 30.837  | 31.227  | 28.691  | 32.103  | 30.658  |
| Nichtenergetischer Verbrauch          | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| Energetischer Endverbrauch (EE)       | 72.792  | 115.034 | 152.452 | 166.123 | 171.770 | 173.810 | 176.617 | 180.898 | 183.336 | 191.048 | 191.661 | 197.971 | 202.408 | 207.768 | 215.601 | 219.051 | 216.087 | 208.367 |
| davon im :                            |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| Burgenland                            | .       | .       | 3.005   | 3.605   | 3.846   | 3.927   | 4.043   | 4.091   | 4.289   | 4.603   | 4.684   | 4.838   | 4.724   | 4.607   | 5.032   | 4.845   | 4.877   | 5.036   |
| Kärnten                               | .       | .       | 11.763  | 13.067  | 13.271  | 13.575  | 14.041  | 13.955  | 13.916  | 14.629  | 14.807  | 15.304  | 15.647  | 16.139  | 16.669  | 17.158  | 16.960  | 15.398  |
| Niederösterreich                      | .       | .       | 27.738  | 30.207  | 31.066  | 31.395  | 31.540  | 34.689  | 33.314  | 33.383  | 33.259  | 34.640  | 35.554  | 34.910  | 36.553  | 37.489  | 37.101  | 36.341  |
| Oberösterreich                        | .       | .       | 31.252  | 33.909  | 34.191  | 35.692  | 36.160  | 35.210  | 35.756  | 41.816  | 42.458  | 44.990  | 46.558  | 47.745  | 48.921  | 50.550  | 49.451  | 48.357  |
| Salzburg                              | .       | .       | 10.022  | 11.280  | 11.483  | 11.281  | 11.139  | 12.129  | 11.922  | 12.133  | 12.097  | 13.168  | 13.082  | 13.318  | 13.988  | 14.239  | 14.462  | 13.349  |
| Steiermark                            | .       | .       | 23.670  | 25.870  | 27.156  | 27.826  | 28.400  | 30.019  | 31.184  | 31.544  | 31.708  | 31.258  | 33.194  | 34.106  | 35.171  | 35.724  | 34.726  | 34.012  |
| Tirol                                 | .       | .       | 16.021  | 16.057  | 17.486  | 17.218  | 17.870  | 16.784  | 17.081  | 17.885  | 18.036  | 18.754  | 18.823  | 19.704  | 20.104  | 20.074  | 19.618  | 18.355  |
| Vorarlberg                            | .       | .       | 6.827   | 7.285   | 7.423   | 7.389   | 7.614   | 8.054   | 8.537   | 7.289   | 7.194   | 7.310   | 7.811   | 7.943   | 8.184   | 8.357   | 8.458   | 8.313   |
| Wien                                  | .       | .       | 22.154  | 24.843  | 25.848  | 25.507  | 25.810  | 25.969  | 27.336  | 27.765  | 27.419  | 27.708  | 27.016  | 29.296  | 30.980  | 30.615  | 30.434  | 29.206  |
| davon im Sektor:                      |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| Landwirtschaft                        | 1.411   | 2.858   | 3.805   | 4.158   | 4.378   | 4.500   | 4.352   | 3.151   | 3.052   | 3.052   | 3.175   | 3.178   | 3.173   | 3.058   | 2.967   | 2.800   | 2.826   | 2.835   |
| Sachgüterproduktion                   | 46.839  | 59.997  | 64.722  | 68.254  | 65.447  | 66.644  | 68.254  | 69.765  | 74.467  | 77.561  | 77.914  | 82.453  | 92.565  | 93.872  | 95.147  | 97.674  | 94.308  | 92.126  |
| Transport                             | 5.356   | 8.167   | 9.972   | 11.573  | 11.720  | 11.848  | 12.025  | 12.046  | 12.466  | 12.204  | 11.782  | 12.421  | 12.679  | 12.389  | 12.700  | 12.604  | 12.504  | 11.944  |
| Dienstleistungsbereich                | 6.762   | 18.862  | 32.696  | 35.357  | 41.359  | 43.184  | 44.227  | 45.489  | 41.692  | 42.047  | 40.752  | 40.031  | 34.301  | 37.338  | 44.276  | 46.947  | 47.325  | 42.332  |
| Private Haushalte                     | 12.424  | 25.150  | 41.257  | 46.781  | 48.866  | 47.634  | 47.759  | 50.447  | 51.659  | 56.185  | 58.039  | 59.888  | 59.689  | 61.111  | 60.511  | 59.026  | 59.124  | 59.129  |
| davon für <sup>2)</sup>               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| Verkehr <sup>3)</sup>                 | -       | -       | -       | 11.573  | 11.720  | 11.848  | 12.025  | 12.046  | 12.466  | 12.204  | 11.782  | 12.421  | 12.679  | 12.389  | 12.700  | 12.604  | 12.504  | 11.944  |
| Raumheizung, Klimaanlage, Warmwasser  | -       | -       | -       | 17.977  | 19.311  | 19.356  | 19.278  | 20.040  | 19.998  | 21.884  | 22.656  | 24.711  | 25.572  | 31.343  | 32.726  | 32.355  | 32.211  | 30.921  |
| Beleuchtung & EDV                     | -       | -       | -       | 25.131  | 27.059  | 28.136  | 28.765  | 28.701  | 28.208  | 28.758  | 28.191  | 28.919  | 28.643  | 30.231  | 31.415  | 32.691  | 32.456  | 31.012  |
| Dampferzeugung                        | -       | -       | -       | 387     | 337     | 329     | 337     | 343     | 345     | 346     | 341     | 339     | 358     | 349     | 362     | 372     | 369     | 358     |
| Industrieöfen                         | -       | -       | -       | 35.110  | 36.797  | 37.926  | 38.309  | 39.533  | 37.984  | 39.285  | 38.588  | 38.881  | 36.819  | 45.641  | 48.883  | 49.000  | 48.764  | 46.888  |
| Standmotoren                          | -       | -       | -       | 74.864  | 75.311  | 74.849  | 76.503  | 79.031  | 83.183  | 87.571  | 89.285  | 92.069  | 97.866  | 87.549  | 89.236  | 91.746  | 89.508  | 86.974  |
| Elektrochemische Zwecke               | -       | -       | -       | 1.080   | 1.235   | 1.367   | 1.399   | 1.205   | 1.151   | 1.000   | 817     | 631     | 471     | 266     | 279     | 281     | 276     | 269     |

Q: STATISTIK AUSTRIA, Energies tatistik: Energiebilanzen Österreich 1970 bis 2009. Erstellt am: 03.03.2011. - Rundungsdifferenzen rechnerisch bedingt. - 1) Aufgliederung nach der Struktur der Nutzenergieanalyse (NEA) 2005. - 2) Verkehr ist die Summe aus Transport und landwirtschaftlicher "Off-Road" Traktion.

Q: STATISTIK AUSTRIA, Energieschätzungen Österreich 1970 bis 2009, Erstellt am: 03.03.2011. - Rundungsdifferenzen rechnerisch bedingt. - 1) Aufgliederung nach der Struktur der Nutzenergieanalyse (NEA) 2005. - 2) Verkehr ist die Summe aus Transport und landwirtschaftlicher "Off-Road" Traktion.

## **Anhang C – Grundprinzipien des Datenschutzes nach OECD-Richtlinien**

### **Teil 2. GRUNDPRINZIPIEN DER INNERSTAATLICHEN ANWENDUNG**

#### **Grundsatz der begrenzten Datenerhebung**

7. Bei der Erhebung personenbezogener Daten sind Grenzen zu setzen; die Erhebung solcher Daten darf nur mit rechtmäßigen, lauterer Mitteln und gegebenenfalls mit Wissen bzw. Einwilligung des Datensubjekts erfolgen.

#### **Grundsatz der Datenqualität**

8. Personenbezogene Daten müssen ihrer Zweckbestimmung entsprechen und in dem für diesen Zweck nötigen Ausmaß genau, vollständig und aktuell sein.

#### **Grundsatz der Zweckbestimmung**

9. Der Zweck, für den die personenbezogenen Daten erhoben werden, ist spätestens zum Zeitpunkt der Datenerhebung festzulegen; die spätere Nutzung ist auf die Erfüllung dieses Zwecks bzw. sonstiger Zwecke zu beschränken, vorausgesetzt diese Zwecke sind mit den ursprünglichen Zwecken nicht unvereinbar und werden bei jeder Änderung der Zweckbestimmung angegeben.

#### **Grundsatz der Nutzungsbegrenzung**

10. Personenbezogene Daten dürfen nicht offengelegt, bereit gestellt oder für andere Zwecke als in Ziffer 9 angegeben genutzt werden, ausgenommen:
  - a. mit Einwilligung des Datensubjekts
  - b. oder von Gesetzes wegen.

#### **Grundsatz der Sicherung**

11. Personenbezogene Daten sind durch angemessene Sicherheitsvorkehrungen gegen Risiken wie Verlust sowie Zugang, Zerstörung, Nutzung, Veränderung oder Offenlegung der Daten durch Unbefugte zu sichern.

#### **Grundsatz der Offenheit**

12. Bezüglich Entwicklungen, Vorgehensweisen und Maßnahmen im Hinblick auf personenbezogene Daten ist generell eine Politik der Offenheit zu üben. Es ist dafür zu sorgen, dass das Vorhandensein und die Art personenbezogener Daten, ihre Hauptverwendungszwecke sowie die Identität und das Domizil des Datenhauptverantwortlichen einfach festzustellen sind.

#### **Grundsatz des Mitspracherechts**

13. Jede Person hat Anspruch:
  - a. auf Erlangung einer Bestätigung durch den Datenhauptverantwortlichen oder auf andere Weise bezüglich Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von sie betreffenden Daten;
  - b. auf Übermittlung der sie betreffenden Daten
    - innerhalb einer angemessenen Frist
    - zu angemessenen Gebühren, wenn überhaupt
    - in einer angemessenen Art und Weise
    - in einer leicht verständlichen Form
  - c. auf eine Begründung bei Ablehnung eines Antrag gemäß Unterabsatz a) und b) und auf Einlegung von Rechtsmitteln gegen diese Ablehnung; und
  - d. auf Anfechtung der ihn betreffenden Daten und bei erfolgreicher Anfechtung auf Löschung, Berichtigung, Vervollständigung oder Änderung der Daten.

#### **Grundsatz der Rechenschaftspflicht**

14. Der Datenhauptverantwortliche muss bezüglich der Einhaltung der Maßnahmen, die den oben genannten Grundsätzen Gültigkeit verleihen, zur Rechenschaft gezogen werden können.

(OECD, 2003, S. 4+5)