

IEA-4E Elektronische Geräte und Netzwerke Annex/Task 1: Smart Metering Infrastruktur und Energiemonitoringsystem

M. Preisel

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

19/2017

Impressum:

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter
<http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

IEA-4E Elektronische Geräte und Netzwerke Annex/Task 1: Smart Metering Infrastruktur und Energiemonitoringsystem

DI Michael Preisel, Dr. Wolfgang Wimmer,
Dr. Adriana Diaz, DI Florian Krautzer
ECODESIGN company GmbH

Wien, Dezember 2016

Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie



Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Programm FORSCHUNGSKOOPERATION INTERNATIONALE ENERGIEAGENTUR. Es wurde vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie initiiert, um Österreichische Forschungsbeiträge zu den Projekten der Internationalen Energieagentur (IEA) zu finanzieren.

Seit dem Beitritt Österreichs zur IEA im Jahre 1975 beteiligt sich Österreich aktiv mit Forschungsbeiträgen zu verschiedenen Themen in den Bereichen erneuerbare Energieträger, Endverbrauchstechnologien und fossile Energieträger. Für die Österreichische Energieforschung ergeben sich durch die Beteiligung an den Forschungsaktivitäten der IEA viele Vorteile: Viele Entwicklungen können durch internationale Kooperationen effizienter bearbeitet werden, neue Arbeitsbereiche können mit internationaler Unterstützung aufgebaut sowie internationale Entwicklungen rascher und besser wahrgenommen werden.

Dank des überdurchschnittlichen Engagements der beteiligten Forschungseinrichtungen ist Österreich erfolgreich in der IEA verankert. Durch viele IEA Projekte entstanden bereits wertvolle Inputs für europäische und nationale Energieinnovationen und auch in der Marktumsetzung konnten bereits richtungsweisende Ergebnisse erzielt werden.

Ein wichtiges Anliegen des Programms ist es, die Projektergebnisse einer interessierten Fachöffentlichkeit zugänglich zu machen, was durch die Publikationsreihe und die entsprechende Homepage www.nachhaltigwirtschaften.at gewährleistet wird.

Dipl. Ing. Michael Paula

Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung.....	6
1.1	Allgemeine Einführung in die Thematik.....	6
1.2	Ausgangssituation - Motivation des Projektes.....	7
1.3	Stand der Technik	8
1.4	Vorarbeiten zum Thema	11
1.5	Kurzbeschreibung des Aufbaus dieses Ergebnisberichts	11
2	Hintergrundinformation zum Projektinhalt.....	12
2.1	Internationale Kooperation – Mitgliedsländer und Aufgabenverteilung.....	14
2.2	Österreichische Kooperation	14
2.3	Beschreibung der Projektziele.....	14
2.4	Methodik, Daten und Vorgangsweise.....	15
3	Ergebnisse des Projekts	21
3.1	Ziele der internationalen Kooperation	21
3.2	Angewandte Methodik für den Bereich SMI	21
	Aufbau einer SMI-Fallstudie.....	23
3.3	Angewandte Methodik für den Bereich Energiemonitoringsysteme (EMS)	24
3.3.1	Aufbau einer EMS-Fallstudie.....	24
3.4	Fallstudien	25
3.4.1	Fallstudien zu Smart Metering Infrastruktur (SMI).....	28
3.4.2	Fallstudien zu Energiemonitoringsystemen (EMS)	32
4	Vernetzung und Ergebnistransfer	35
4.1	Österreichische Zielgruppe.....	35
4.2	Einbindung der nationalen Stakeholder	35
5	Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen.....	36
5.1	Hauptkenntnisse aus dem Bereich SMI	36
5.2	Hauptkenntnisse aus dem Bereich EMS.....	38
5.3	Weiterführende Verwertung der Arbeit.....	44
5.4	Neue IEA-Forschungspläne	44
6	Verzeichnisse	46

Kurzfassung

Der steigende Energiebedarf durch Milliarden von Netzwerkgeräten wie Smartphones, Tablet-PCs und DVB-Boxen wird zu einer ernsten Sorge. 2013 gab es in einem noch kleinen Teil der Weltbevölkerung bereits 14 Milliarden solcher Geräte. Für 2050 werden bis zu 500 Milliarden erwartet, mit einem dramatischen Mehrverbrauch an Energie. Im November 2013 wurde im 4E ExCo beschlossen, den Electronic Devices and Networks Annex "EDNA" einzurichten. Der Auftrag des Annex ist es, Strategien und Rahmenbedingungen für netzwerkgebundene Geräte zu entwickeln, mit den Zielen:

- Das Ausmaß und die Veränderung des Energiebedarfs für netzwerkgebundene Geräte zu beobachten, zu messen und zu dokumentieren.
- Regierungen bei der Entwicklung und dem Abgleich von Policies mit Bezug auf die Reduktion des Energieverbrauchs von netzwerkgebundenen Geräten zu unterstützen.

Diese internationale Kooperation im EDNA konzentrierte sich im Task 1 auf jene Produkte, die im Rahmen der Smart Metering Infrastruktur (SMI) aber auch für Energiemonitoringsysteme (EMS) zum Einsatz kommen (EDNA/Task 1). Später wird sich der Annex auch anderen netzwerkfähigen Geräten wie Computern, TVs, Smart Appliances und Bürogeräten zuwenden. Die am Task 1 beteiligten Länder im EDNA waren Australien, Dänemark, die Niederlande, Österreich, Schweden, die Schweiz, und das Vereinigte Königreich.

Zentrale Ergebnisse des Österreichischen Beitrags zu Task 1 waren der internationale Workshop in Wien, der Technische Gesamtbericht und das White Paper. Im White Paper wurden, aus den Erkenntnissen des Workshops und den Ergebnissen des Gesamtberichts, Empfehlung abgeleitet und für politische Entscheidungsträger aufbereitet. Im Technischen Gesamtbericht wurden länderspezifisch die unterschiedlichen Voraussetzungen und Implementierungen für SMI und EMS dokumentiert, mit Messergebnissen untermauert und ein Bewertungsschemata entworfen um im Bericht nebeneinander vergleichbare Fallstudien für die Mitgliedsländer von Task 1 zu präsentieren. Die zentralen Erkenntnisse des im Dezember 2016 abgeschlossenen EDNA Task 1 sind in der untenstehenden Tabelle zusammengefasst.

<u>Smart Metering Infrastruktur</u>	<u>Energiemonitoringsysteme</u>
<ul style="list-style-type: none">• BEWUSSTSEIN FÜR EIGENENERGIEVERBRAUCH IST WEITERHIN ALLGEMEIN NIEDRIG• Strategien für SMI und EMS sind fast immer vollständig voneinander entkoppelt	
<ul style="list-style-type: none">• Smart Meter ist wesentlichste Komponente bei Eigenenergieverbrauch der Smart Metering Infrastruktur• Entscheidungen mit Langzeiteffekten für Funktionalität und Eigenenergieverbrauch sind branchentypisch• Änderung des Nutzerverhaltens kann sich nur bei Echtzeit-Feedback einstellen• „Weiche“ Phase-out Strategien liegen vor, um vorhandene Ressourcen im Zählwesen besser auszunutzen• Low-Power-Technologien im Zählerbau liegen vor – Kommunikationstechnik ist maßgeblich• Spartenübergreifendes Smart Metering kann Synergien heben	<ul style="list-style-type: none">• Der Eigenenergiebedarf von EMS kann relevante Größen annehmen• Ungenutzte Peripherfunktionen von EMS führen zu Mehrverbrauch• Reduktion auf tatsächlich benötigte Netzwerkverfügbarkeit und Verbleib in Niedrigenergiemodi spart Energie.• Verbesserungsmaßnahmen sollen fallbezogen bei tatsächlich relevanten Komponenten ansetzen• Im Auslieferungszustand sollten effizienzsteigernde Einstellungen standardmäßig aktiviert sein• Personal in Installations- und Wartungstechnik für kontinuierliche Effektivität konditionieren

Abstract

The growing energy demand of billions of networked devices such as smart phones, tablets and set-top boxes is of great concern. In 2013, a relatively small portion of the world's population used more than 14 billion of these devices. That number could skyrocket to 500 billion by 2050, driving dramatic increases in energy demand. In November 2013 4E Executive members agreed to start the Electronic Devices and Networks Annex "EDNA", which develops policy recommendations for any electrical or electronic appliance or equipment operating with or within a network (connected devices). The Annex goals are:

- To monitor, measure, report and compare the extent of, and changes in, energy consumed by electronic devices and associated networks; and
- To support the alignment of government policies (including voluntary or mandatory approaches) to minimize energy consumption by electronic devices and associated networks.

This international cooperation in Task 1 concentrated on devices used in Smart Metering Infrastructure and Energy Monitoring Systems (SMI/EMS), but the Annex will expand activities to look at computers, televisions, smart appliances, office equipment, and related electronic devices, as well as their networks. The countries participating in EDNA Task 1 included Australia, Austria, Denmark, the Netherlands, Sweden, Switzerland, and the UK.

The key results and highlights of the Austrian led Task 1 were the international workshop in Vienna, the Technical Report and the White Paper. The White Paper derives policy recommendations from the key findings of the workshop and the results of the Technical Report. The Technical Report presents country specific documentation on the implementation of SMI and EMS together with case studies, derived using a standardized template. The key findings of EDNA Task 1, which concluded in December 2016 are summarized in the below table.

<u>Smart Metering Infrastructure</u>	<u>Energy Monitoring Systems</u>
<ul style="list-style-type: none"> • AWARENESS FOR THE OWN ENERGY CONSUMPTION OF THESE SYSTEM REMAINS LOW • Policies for SMI and EMS are generally decoupled 	
<ul style="list-style-type: none"> • The Smart Meter remains the most energy relevant component in Smart Metering Infrastructure • The sector is defined by long term decisions regarding the functionality and energy consumption of the technology • Changes in the user behaviour require real-time feedback • „Soft“ phase-out strategies exists to maximise the use of existing resources in metering infrastructure • Low-Power technologies are available and greatly depend on the communication technology • Synergies exist across different smart metering categories such as electricity, gas and water 	<ul style="list-style-type: none"> • The own energy consumption of EMS can become a relevant aspect and offset saving potentials • Peripheral functions of EMS lead to increased system consumption • Reduction of active networking time and minimal power modes reduce the own system consumption • Improvement measures should target the relevant functions and components • Minimal power modes should be activated on distribution • Installers need to be trained to ensure maximum benefits from systems that have to be maintained regularly to ensure enduring performance in terms of delivering savings

1 Einleitung

1.1 Allgemeine Einführung in die Thematik

Nach fünf Jahren erfolgreicher Arbeit, beschlossen die Mitglieder des IEA-4E Standby Power Annex im Mai 2014 die formale Errichtung eines neuen Annex, des Electronic Developments and Networks Annex, kurz EDNA. Diese jüngste Initiative des Implementing Agreements zu Energy Efficient End-Use Equipment (IEA-4E) der Internationalen Energieagentur konzentriert sich auf netzwerkgebundene Geräte.

Netzwerkgebundene Geräte müssen ständig oder zumindest in regelmäßigen Zeitabständen erreichbar sein, um von außen gesteuert werden zu können. Daraus ergibt sich zum Einen eine neue Qualität von Möglichkeiten für Energiemanagement. Gleichzeitig besteht eine Verantwortung dafür zu sorgen, dass diese Geräte zur Erfüllung ihrer Dienste auch nur den minimal notwendigen Energieverbrauch aufweisen. Der thematische Einzugsbereich des Annex ist sehr breit und inkludiert die meisten Arten von elektronischer Ausrüstung sowie die betreffende Netzwerktechnik, um die verschiedenen Kommunikationsbedürfnisse von Konsumenten, Betrieben, Institutionen, Organisation und nicht zuletzt auch der Energieversorger zu bedienen.

Der aktuelle Diskussionsstand hat sich hauptsächlich daran orientiert, den netzwerkbezogenen Leistungsaufwand innerhalb eines Produkts zu beschränken. Dies bezog sich in der Regel auf die Leistungsaufnahme in Low Power Modes aber auch auf das Bestreben, die Verweilzeiten in Low Power Modes strategisch zu erhöhen.

Netzwerkonnktivität kann erheblichen Zusatzenergieaufwand hervorrufen, wenn die Produkte in Betriebszuständen mit hoher Leistungsaufnahme bleiben müssen, etwa um ein Modul oder einen Treiberbaustein für eine bestimmte Schnittstelle betreiben zu können. Könnte man auf eine ständige Verfügbarkeit verzichten, so wäre ein Verweilen in einem Low-Power-Mode möglich. Eventuell setzt sich dieser Einsparungseffekt auch noch bei anderen Geräten im Netzwerk fort, die ebenfalls in einen Low-Power-Mode wechseln könnten. Alle Beiträge zusammen bestimmen die „Energiekosten“ für Verfügbarkeit im Netzwerk. Um tatsächlich zukunftssichere Netze richtig und energieeffizient zu gestalten, ist es wichtig, dass wir uns nicht mehr nur mit dem einen Thema „Network Standby“ am Gerät selbst befassen, sondern den Blick auf alle Auswirkungen im gesamten Netzwerk erweitern¹.

In diesem Sinne strebt EDNA danach, politische Strategien bei der Entwicklung, Umsetzung und Nachprüfung von Policies zu netzwerkgebundenen Geräten zu unterstützen. Die Ziele von EDNA sind:

- Das Überwachen, Messen, Dokumentieren und Vergleichen des Ausmaßes, sowie der Veränderung des Energieverbrauchs von vernetzten Geräten bei den Annex-Mitgliedsländern sowie ausgewählten weiteren.
- Die Unterstützung der Harmonisierung von Regierungsmaßnahmen (beispielsweise freiwillige oder verpflichtende Ansätze) um den übermäßigen Energieverbrauch bei vernetzten Geräten zu senken.

¹ Harrington, L. et Nordman, B. (2014)

EDNA hat derzeit die folgenden Mitgliedsstaaten: Australien, Dänemark, Frankreich, Japan, Kanada, die Niederlande, Österreich, Schweden, die Schweiz, Südkorea, die USA und das Vereinigte Königreich. Diese Länder sind übereingekommen, ausgewählte Tasks und Projekte entsprechend gemeinsamer Interessen zu unterstützen.

Derzeit gibt es drei aktive Tasks in EDNA: Task 1 "Smart Metering Infrastructure and Energy Monitoring Systems" (SMI/EMS), Task 2 "Energy Efficient Internet of Things" (EEIoT) und Task 3 „Intelligent Efficiency (Policy Opportunities)“. Zusätzlich übernimmt EDNA eine aktive Rolle in der G20 Networked Devices Task Group des G20 Energy Efficiency Action Plan, der nach dem G20 Summit im November 2014 ins Leben gerufen wurde.

1.2 Ausgangssituation - Motivation des Projektes

Die in EDNA/Task 1 vorgesehenen Arbeiten treffen die Programmzielsetzungen der „IEA Forschungskoooperation“ im Hinblick auf die Generierung neuer Erkenntnisse durch die internationale Zusammenarbeit insbesondere in folgenden Punkten:

- Unterstützung in der Integration von Umwelt- und Energiepolitik
- Die Verbesserung der Effizienz in der Energieforschung durch europäische und internationale Kooperationen
- Internationaler Know-how Austausch mit Österreich
- Bessere Wahrnehmung internationaler Entwicklungen für die strategische Ausrichtung der österreichischen FTI-Politik, für Unternehmen und Forschungseinrichtungen

Die Bedeutung der Themen Smart Metering und Energiemonitoringsysteme gehen über den österreichischen Kontext weit hinaus. Abbildung 1 zeigt das gegenwärtig starke Wachstum von Smart Metering Systemen weltweit und unterstreicht die Relevanz des Energieverbrauchsaspekts, der sich vor allem durch die hohe Anzahl von Installationen weltweit begründet.

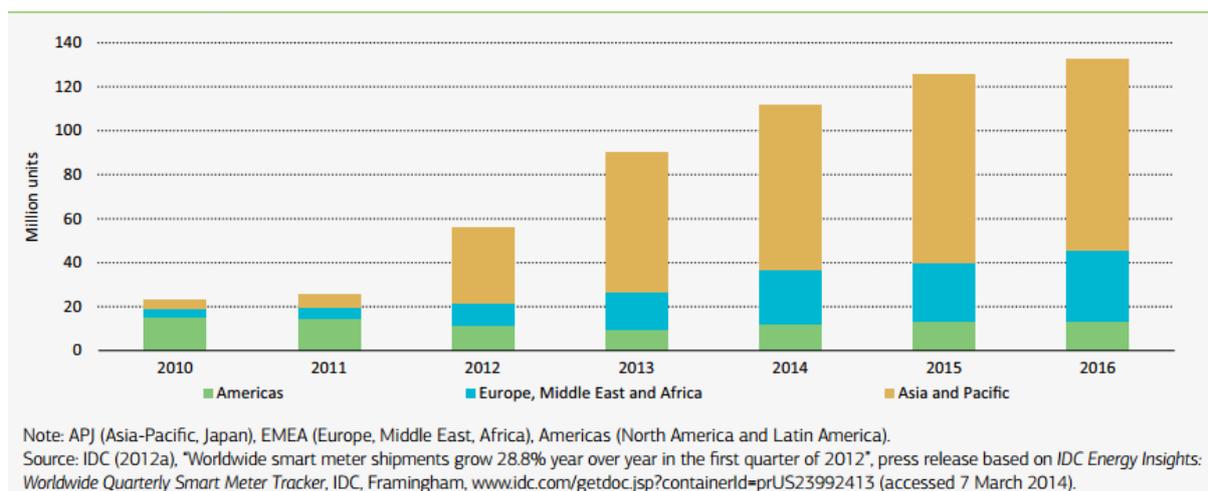


Abbildung 1: Vorausschätzung zu weltweiten Smart Meter Installationen².

Die Problemstellungen, die aus österreichischer Sicht als Motivation für die Einführung des EDNA/Task 1 dienen, kommen aus unterschiedlichen Richtungen:

² Quelle: IEA (2014)

Aus dem rechtlichen Kontext wird deutlich, welche aktuellen Herausforderungen bezüglich der gesetzten Ziele bestehen:

Die *Energieeffizienzrichtlinie – EED 2012/27/EU*³ gibt ein gemeinsames Grundgerüst für Maßnahmen zur Förderung der Energieeffizienz innerhalb der Union vor. Die Richtlinie betont an mehreren Stellen die Notwendigkeit, dem Endkunden individuelle Zähler mit der Möglichkeit, den tatsächlichen Energieverbrauch des Endkunden und die tatsächliche Nutzungszeit widerzuspiegeln, zur Verfügung zu stellen.

Die *Elektrizitätsbinnenmarkt Richtlinie 2009/72/EG*⁴ sieht vor, dass bis Ende 2019 mindestens 95% aller österreichischen Stromkunden mit einem intelligenten Messgerät auszustatten sind. Die EU Pläne sehen hier nur eine Einführung für mindestens 80% aller Stromkunden bis Ende 2020 vor⁵.

In technischer Hinsicht fehlt jeglicher internationaler Ansatz für eine harmonisierte Methodik, die Eigenenergieverbräuche von SMI und EMS analysieren und bewerten zu können.

Da jedes Land unterschiedliche Voraussetzungen für Rollouts hat und unterschiedliche Strategien verfolgt, ist auch **eine geeignete Koordination** der einzelnen Arbeitsbeiträge nötig, um Synergien in der Policyentwicklung zu heben.

1.3 Stand der Technik

Das IEA “Energy Efficient End-use Equipment” Implementing Agreement (Abkürzung IEA-4E) wurde im März 2008 als Kooperationsprogramm für technische und strategische Aufgabenstellungen gegründet.

Der Fokus des IEA-4E liegt aus gutem Grund bei Effizienzsteigerungen bei elektrischen und elektronischen Geräten des Endverbrauchermarkts. Veränderungen auf diesem Markt stellen den kostengünstigsten, kurzfristig einzuschlagenden Weg zu einer höheren Energiesicherheit, einer geringeren Belastung der Energieressourcen sowie niedrigeren Emissionen von Treibhausgasen dar. Gemäß der Erwartungen der IEA könnten 47% der energiebezogenen Reduktionen von CO₂-Ausstößen, die bis zum Jahr 2030 potentiell erreichbar sind, durch Verbesserungen in der Energieeffizienz erzielt werden.

Im Detail bestehen die Ziele des IEA-4E in:

- Schaffung eines Forums für den Informationsaustausch und die Koordinierung zwischen den beteiligten Regierungen,
- Spezifische Projekte (Annexes) für effiziente Elektro-Geräte,
- Identifizierung und Förderung der Möglichkeiten für internationale Maßnahmen auf der Grundlage der Annex-Ergebnisse,
- Verbreitung von Forschungsergebnissen und bewährter Methoden (Best Practice),
- Austausch von Expertise und Förderung des Bewusstseins über die Notwendigkeit einer Regelung der Nutzung von Elektrogeräten im Endverbrauch sowie

³ EC 2006, 2006/32/EG: frühere Endenergieeffizienz- und Energiedienstleistungsrichtlinie

⁴ EC 2009, 2009/72/EG: Richtlinie über gemeinsame Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt

⁵ E-Control (2015)

- Ermöglichen und Koordinieren von internationalen Ansätzen für die Nutzung von Elektrogeräten im Endverbrauch.

Durch die internationalen Bemühungen im 4E Programm sollen Anpassungen von politischen Rahmenbedingungen erwirkt werden, um die effiziente Endnutzung von Elektrogeräten zu fördern.

Das 4E Executive Committee (ExCo) berät und entscheidet über die gemeinsamen Forschungstätigkeiten innerhalb spezifischer Annexe, wobei jeder davon einen bestimmten Fachbereich abdeckt und einem in Übereinstimmung festgelegten Arbeitsplan zugrundeliegt. Die drei aktiven Annexe innerhalb des Implementing Agreements sind:

- Electric Motor Systems Annex
- Solid State Lighting Annex
- Electronic Devices and Networks Annex

Das IEA-4E bezieht sich speziell auf Elektro- und Elektronikgeräte für End-Konsumenten. Es identifiziert gezielt Geräte, die den größten Beitrag zum Gesamtstromverbrauch in der Endnutzung ausmachen. Tendenziell sind das einerseits Geräte mit Elektromotoren, elektrischen Heizelementen und Beleuchtung, also einer hohen Leistungsaufnahme. Ebenso werden aber auch Technologien mit schnell wachsenden Marktanteilen betrachtet, wie z.B. Digitalempfänger („DVB-Boxen“).

Im Jahr 2013 beschlossen die 4E Vorstandsmitglieder, den zukünftigen Hauptfokus der Arbeiten auf energieverbrauchende Geräte und Systeme des Haushalts-, Industrie- und Gewerbebereichs, unter Ausschluss des Transportbereichs, zu legen.

In diesem Kontext wurde der Electronic Devices and Networks Annex (EDNA) eingerichtet, um Policies für jegliche elektrische bzw. elektronische Geräte oder Ausrüstungen, die als Standalone-System oder auch innerhalb eines Netzwerks (*connected devices*) betrieben werden, zu erarbeiten.

Das IEA-4E ist für IEA-Mitgliedstaaten⁶ und Drittländer, Sponsoren und internationale Organisationen offen. Die teilnehmenden Länder (aktuell Australien, Dänemark, Frankreich, Japan, Kanada, die Niederlande, Österreich, Schweden, Schweiz, Südkorea, das Vereinigte Königreich und die USA) fördern die kontinuierliche Kommunikation und Vernetzung und versuchen vor allem Länder mit starken Wachstumsmärkten für Konsumentenprodukte für die Teilnahme an den Annexes zu engagieren (Brasilien, China, die EU-Kommission, Indien, Mexiko, die Philippinen, Thailand).

Gegen Ende des im Februar 2014 abgeschlossenen Standby Power Annex wurde von den Mitgliedsländern entschieden, das Thema vom isoliert betrachteten Standby-Aspekt auf alle verbrauchsrelevanten Eigenschaften auszuweiten, die mit dem Betrieb von Netzwerkgeräten zu tun haben. Entsprechend wurden Fokus und Ziele des neuen EDNA so angelegt, dass die Kernidee des Standby Power Annex fortbesteht. Die **Arbeitsinhalte** des EDNA sind:

- Identifikation von Gerätetypen höchster Priorität bzw. dasselbe in Bezug auf Funktionen sowie die Einrichtung von Arbeitsgruppen für diese ausgewählten Typen (Geräte bzw. Funktionen).
- Ausarbeitung von Empfehlungen unter Konsultierung der teilnehmenden Regierungen sowie der Industrie, hinsichtlich Testmethodik, geeigneter Maßstäbe für Effizienz, Produktkategorien und/oder Effizienzstufen für die priorisierten Geräte.

⁶ Im Jahr 2010 kamen Japan, Südafrika und Schweden als neue 4E-Mitglieder hinzu, wovon Südafrika 2012 wieder ausgetreten ist.

- Koordinierte Unterstützung im Herausarbeiten internationaler Standards in diesem Bereich durch internationale Vergleiche, inklusive der damit verbundenen Managementprotokolle/-systeme.
- Recherche und Zusammenführung von Daten zu elektronischen Geräten, die von nominierten multinationalen Anbietern des Marktes verkauft werden, für:
 - Verfolgung des aktuellen und zukünftigen Energieverbrauchs in allen Betriebsmodi und Vergleich der Energieverbräuche mit Konkurrenzprodukten;
 - Verfolgung des Energieverbrauchs unterschiedlicher Versionen von Elektronikgeräten und daran anschließender Netzwerke.
 - Verfolgung weiterer Datensorten, etwa Produktcharakteristika, Leistungswerte, Effizienz und Kosten.
- Die Identifikation verschiedener praxisgerechter strategischer Zugänge, um die Energieeffizienz von global gehandelten Elektronikgeräten zu verbessern.
- Vertretung der Interessen des IEA-4E bei internationalen Meetings.

Zu den **Zielen von EDNA** zählen⁷:

- Ausmaß und Veränderung des Energiebedarfs für netzwerkgebundene Geräte zu beobachten, zu messen und zu dokumentieren.
- Regierungen beim Entwickeln und Abgleichen von Strategien in Bezug auf die Reduktion des Energieverbrauchs von netzwerkgebundenen Geräten zu unterstützen.

Der EDNA Annex konzentriert sich auf international gehandelte Produkte, die von den Mitgliedern des Annex identifiziert wurden. Das Interessensgebiet des Annex ist absichtlich breit angelegt, es inkludiert die meisten Typen elektronischer Geräte und anschließender Netzwerke, die der Informationstechnologie und damit zusammenhängendem Bedarf an Kommunikation sowohl von Seiten der Konsumenten wie des Geschäftsbereichs und aller anderen Nutzergruppen dienen. Diese Beschreibung wurde gewählt, um Computer, Fernseher, Telefone, Audio/Video Geräte, Energiemonitoringsysteme und Energie-Managementsysteme, Büroausstattung und artverwandte Elektronikgeräte, sowie daran anschließende Netzwerke über die diese Geräte Informationen übertragen, abzudecken.

Der Task 1: Smart Metering Infrastruktur und Energiemonitoringsysteme bezieht sich speziell auf Smart Metering Systeme (Systemgrenze vom einzelnen Haushalt bis hin zur Zentrale beim Energieversorger) sowie Energiemonitoringsysteme (Systemgrenze rund um das einzelne Haus).

Von Seiten der ECODESIGN company bestand bereits grundlegendes Know-how zur Methodik, den Eigenenergieverbrauch von Smart Metering Systemen zu modellieren. Für Energiemonitoringsysteme wurde die Methode adaptiert und teilweise neu entwickelt. Um die Analyse und Bewertung beider betrachteten Systeme im Anschluss zu überarbeiten bedarf es auch internationaler Beiträge aus den Mitgliedsländern.

⁷ Direkte Übersetzung der offiziellen Terms of Reference zu EDNA (<http://edna.iea-4e.org/about/tor>)

1.4 Vorarbeiten zum Thema

Die ECODESIGN company hat in der Vergangenheit Österreich im themenverwandten Standby Power Annex vertreten und auf dem Gebiet von Smart Metering teilweise auf Bundesebene, teilweise im IEA-Kontext folgende Vorarbeiten geleistet:

- **Projekt 832962 - Projekt SMART METERING consumption**⁸: Entwicklung einer Methodik zur Beurteilung des Eigenenergieverbrauchs von Smart Metern und zur Hochrechnung auf bundesweite Rollouts, im Auftrag des BMVIT und des Schweizerischen Bundesamts für Energie, 2010-2012.
Im Zusammenhang mit diesem Projekt wurde für die Konferenz ICT4s 2013 (ICT for Sustainability) ein Paper publiziert⁹.
- **Scoping Study SMI**¹⁰: Vorbereitungsstudie zur Erörterung möglicher Formen internationaler Zusammenarbeit innerhalb der IEA zum Thema Smart Metering Infrastruktur (SMI), 2012.
- **Projekt 839604 – Smart Metering Consumption** (Leistungserbringung im Rahmen der Smart Grids Begleitmaßnahmen im Auftrag des BMVIT)
Dieses Projekt bestand aus drei Modulen:
 - „Outreach and Networking“ (Vernetzungsarbeit).
 - IEA - 4E Experts Workshop in Nizza (Frankreich) am 28. Mai 2013 über den Energieverbrauch von Energie Monitoring Systemen in Haushalten, welcher 30 politische Strategen und Experten aus 14 Ländern zusammenbrachte um verschiedene Energiemonitoringtechnologien und zugehörige Policies zu diskutieren.
 - Strategiepapier zu SMI/EMS für die interne Verwendung im BMVIT

1.5 Kurzbeschreibung des Aufbaus dieses Ergebnisberichts

Dieses Kapitel 1 beschreibt im Detail die Ausgangssituation sowie die relevanten Vorarbeiten und verdeutlicht somit die Beweggründe zum thematischen, geographischen und technischen Fokus dieses Projekts und Ergebnisberichts.

In Kapitel 2 wird neben der nationalen und internationalen Kooperation vor allem auf die konkrete Methodik im Projekt und die Qualität und den Ursprung der verwendeten Daten eingegangen.

Kapitel 3 beschreibt im Detail die konkrete methodische Vorgangsweise und präsentiert exemplarisch anhand der Österreichischen Fallstudien die Berechnungsergebnisse des Projekts.

In Kapitel 4 wird die Österreichische Zielgruppe und deren Vernetzung beschrieben.

Kapitel 5 stellt die Hauptkenntnisse aus dieser Untersuchung dar. Diese werden getrennt für SMI und EMS ausgeführt. Des Weiteren findet sich in diesem Kapitel Pläne für die weitere Verwertung und zukünftige IEA Arbeitsthemen. Kapitel 5 bildet den inhaltlichen Abschluss des Berichts.

Kapitel 6 enthält das Literatur-, Abbildungs-, und Abkürzungsverzeichnis. Dieser Bericht verweist durchwegs und wo relevant auf entscheidende Publikationen aus diesem Projekt, welche aufgrund des Umfangs nicht als Anhang zu diesem Bericht inkludiert wurden.

⁸ Preisel, M. (2012)

⁹ Preisel, M. (2013)

¹⁰ Diaz, A. (2012)

2 Hintergrundinformation zum Projektinhalt

EDNA / Task 1 deckt die folgenden beiden Kategorien von Produkten bzw. Systemen ab:

- **SMI** steht für Smart Metering Infrastruktur. Dieser Bereich untersucht Smart Meter und auch alle weiteren Komponenten, die innerhalb der Smart Metering Infrastruktur zum Einsatz kommen. Smart Metering kann als System zur Stromzählung verstanden werden, das um ein Kommunikationsnetz und andere Zusatzfunktionen erweitert wurde.
- **EMS** steht für Energiemoonitoringsysteme. Zum Unterschied von SMI umfasst dieser Bereich Produkte und Systeme, die für Endkonsumenten gedacht sind. Dies sind bspw. In-home Displays, die an das Smart Meter anzubinden sind, aber auch die weitverbreiteten Smart Plugs, die als Zwischenstecker an einer Schuko-Steckdose Energieverbräuche messen und Verbraucher schalten können. Üblicherweise sind diese Smart Plugs mit einem Server verbunden. In vielen Fällen handelt es sich hierbei nur um einen kleinen Bestandteil eines weit komplexeren, multifunktionalen Systems zur Haussteuerung. Der Zweck ist jedoch in jedem Fall, Information über den Verbrauch elektrischer Energie im Haushalt zu visualisieren.

Abbildung 2 zeigt eine schematische Anordnung der involvierten Geräte bzw. die Netzwerkknoten beider Bereiche (SMI und EMS). Die dazwischen dargestellte Grenze und der Überlappungsbereich entsprechen den Möglichkeiten mit Onlinediensten, also Webportalen, die Daten ortsunabhängig darzustellen.

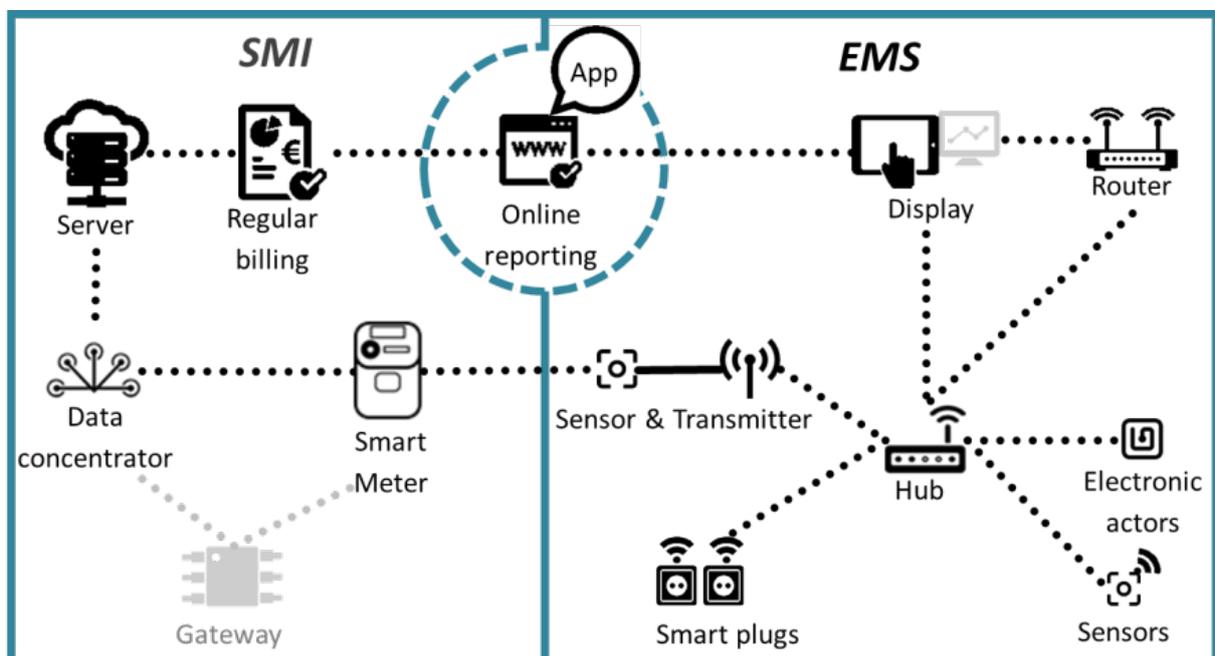


Abbildung 2: Vereinfachte grafische Darstellung und Abgrenzung zwischen SMI und EMS

Smart Meter Rollouts sind in verschiedenen Regionen der Welt in teilweise großem Maßstab im Gange. Ebenso neigen Endkunden immer stärker zu den derzeit aufkommenden Energiemonitoringsystemen, um auf unkomplizierte aber detaillierte Weise den Energieverbrauch ihrer Elektroverbraucher im Haushalt besser zu verstehen. In diesem Kontext besteht Smart Metering Infrastruktur

aus dem Smart Meter (SM) und allen weiteren benötigten Komponenten, um mit den höheren Netzknoten (sogen. Distribution System Operator, DSO) kommunizieren zu können.

Ein EMS ist andererseits ein System das dazu benutzt wird, die Energieverbrauchsdaten eines Haushalts für die Konsumenten aufzubereiten und darzustellen¹¹.

Diese Information sollte für die Anwender möglichst in Echtzeit bzw. bei Bedarf spontan zugänglich sein und sollte den momentanen Leistungsbezug ebenso wie auch die geloggtten (gespeicherten) Daten beinhalten.

Politische Strategen erwarten, dass diese Maßnahmen kurzfristig die Energieeffizienz in den Haushalten erhöhen, indem die Konsumenten relevante Information erhalten, um richtig überlegte Entscheidungen zu treffen. Die Hypothese, dass verbessertes Feedback auch mittel- und langfristige Effekte auf den Energiebedarf haben kann (Motivations- und Lern-Effekte), wird von einer großen Zahl einschlägiger Studien getragen. Im Durchschnitt liegt der Effekt in einer Größenordnung von einigen Prozent Einsparung im Vergleich mit Haushalten ohne EMS¹².

Die bisher abgeschlossenen Entwicklungen von Policies fokussierten hauptsächlich auf die kritische Rolle, die die neuen Zähler im Kontext von nationalen Energiemärkten und bezüglich Wettbewerbsfähigkeit spielen würden. Weiters ging es um Themen wie den Schutz und das Management von Nutzerdaten. Der potenzielle Einfluss des Eigenenergieverbrauchs von SMI/EMS Technologien wurde bis jetzt keiner gründlichen Untersuchung unterzogen. Die Einflüsse müssen berücksichtigt werden, um die vordergründigen potenziellen Vorteile dieser Technologien auch richtig zu beurteilen. Dies steht je nach Situation im Kontext von Ausrollungen, Einführungsprogrammen, Regelungen zur Inverkehrbringung oder die Beurteilung des veränderten Nutzerverhaltens, das zu langfristigen Effizienzsteigerungen führen soll. Der EDNA Task 1 "Smart Metering Infrastructure and Energy Monitoring Systems" adressiert diese Auswirkungen in der SMI/EMS Infrastruktur und konzentriert sich dabei auf folgende Aspekte:

Die Europäische Kommission erwartet, dass die Konsumenten von Smart Metern aufgrund der folgenden möglichen Effekte profitiert [EC 2014 b.]

Energieeinsparungen:

Smart Meter helfen Konsumenten, ihren Verbrauch zu reduzieren, Energie zu sparen und ihre Effizienz zu steigern.

Innovative Services für Konsumenten:

Smart Meter öffnen die Tür zu Smart Home Anwendungen und innovative Home Automation Services.

Besseres Marktangebot für Konsumenten:

Smart Meter ermöglichen flexiblere Stromanbieterwechsel und kurbeln den Wettbewerb an.

Umweltschutz:

Die höhere Energieeffizienz hilft die Umwelt zu schützen.

Erhöhte Effizienz im Verteilnetz:

Der Betrieb und die Wartung der Verteilnetze werden günstiger und effizienter, infolge sinken die Kosten im Netzbetrieb.

11 Der Energieverbrauch eines Haushalts betrifft idR. Wärme, Gas und Elektrizität. Task 1 fokussiert auf elektrische Energie und die entsprechenden Monitoringsysteme im Haushaltsbereich.

12 Harrington et Nordman, 2014

- Die Ausmaße des Eigenenergieverbrauchs verschiedener Smart Metering- und Energiemonitoringsysteme, sowie deren beeinflussende Parameter. Dabei geht es um die Komponenten- wie auch die Systemebene.
- Die Funktionalitäten dieser Systeme, um eine Basis für mögliche Vergleiche zu schaffen.
- Die Auswirkungen auf den Gesamtenergieverbrauch des Systems, indem Messdaten für Rollout-Szenarien verschiedener Länder extrapoliert werden, um die besten Ansätze für Verbesserungen zu identifizieren.
- Das Potenzial für strategische Schritte, mit denen Regierungen den Markt für SMI/EMS beeinflussen können, um die Übernahme effizienter Technologien und Lösungen zu fördern.

2.1 Internationale Kooperation – Mitgliedsländer und Aufgabenverteilung

Die internationale Energieagentur (IEA) erarbeitet innerhalb des 4E Implementing Agreements Empfehlungen für Policies in Bezug auf die Energieeffizienz von verschiedenen Kategorien von Elektrogeräten (4E steht für „Energy-Efficient End-use Equipment“).

Im Arbeitsbereich „Electronic Devices and Networks Annex“ (EDNA) gibt es mehrere Tasks. Task 1 widmet sich dem Thema Smart Metering Infrastruktur und Energiemonitoringsysteme. Das BMVIT hat für Österreich in diesem Task die Führung übernommen und wird von der ECODESIGN company GmbH vertreten. Neben Österreich haben sich die Schweiz, Australien, das Vereinigte Königreich, die Niederlande, Schweden und Dänemark an diesem Task beteiligt. Die Fragestellungen wurden mit den Task-Teilnehmern abgeglichen und in weiterer Folge wurden mithilfe von Fragebögen die benötigten Informationen zur Erstellung von Fallstudien eingeholt.

2.2 Österreichische Kooperation

Die ECODESIGN company hat das hier beschriebene Projekt als Einzelbieter bearbeitet. Zur Sammlung von Daten und Informationen wurden einschlägige Industrie- und Wirtschaftsvertreter kontaktiert. Die Zusammenarbeit erfolgte hier jedoch auf Basis gemeinsamen Interesses und ohne offizielle Projektpartnerschaft. Details dazu sind in den Tätigkeitsberichten beschrieben.

2.3 Beschreibung der Projektziele

Ziel des Projekts war es, ein möglichst breites Verständnis zum Thema Eigenenergieverbrauch von Smart Metering- und Energiemonitoring-Lösungen anhand des Studiums ausgewählter Fallbeispiele aufzubauen und auf dieser Grundlage, Empfehlungen für die Implementierung von Policies auf nationaler Ebene abzuleiten.

Dies verlangt verschiedene, parallel laufende, methodische Ansätze:

- Recherche der gängigsten SMI/EMS Technologien, die sich derzeit am Markt befinden. Klassifizierung der Systeme und der Funktionalitäten (etwa: Kommunikationsfeatures, Steuerungsmöglichkeiten, Funktionen, die der Anwender von EMS nutzen kann wie In-home Displays, Web Portale und dgl.), um eine Vergleichbarkeit der Leistungsaufnahmen zu ermöglichen.

- Messen und Dokumentieren des Energieverbrauchs verschiedener SMI/EMS-Technologien, sodass Vergleiche zwischen den verschiedenen Implementierungen durchgeführt werden können.
- Entwickeln einer flexiblen und breit anwendbaren Bewertungsmethodik, indem die Untersuchungsergebnisse mit den Messdaten kombiniert und Hochrechnungen für wahrscheinliche Szenarien inkl. der Auswirkungen hinsichtlich Energieverbrauch durchgeführt werden.
- Vernetzung mit den Stakeholdern aus den Bereichen Hersteller, Standardisierungsorganisationen, Energieagenturen und anderen Gruppen die sich mit Smart Metering und Energiemonitoringsystemen beschäftigen.
- Identifizieren von Markt-Trends zu zukünftigen Energiemonitoringtechnologien und ihre Funktionalitäten in einer frühen Phase, sodass die Voraussetzungen für die globale Zusammenarbeit auf wissenschaftlicher wie politischer Ebene gegeben sind.
- Identifizieren von Schwerpunktthemen für die Entwicklung von Policies (bspw. in Bezug auf verbrauchsrelevante Features und Funktionen)

2.4 Methodik, Daten und Vorgangsweise

In diesem Abschnitt wird die generische Vorgangsweise beschrieben, die sowohl auf SMI wie auch auf EMS zutrifft. Die detaillierten Modellierungsschritte werden in Kapitel 3 unter Berücksichtigung der Spezifika von SMI und EMS separat erklärt. Die Zugänge sind unterschiedlich und von der jeweiligen Datenlage zu den beschriebenen Systemen abhängig. Außerdem werden SMI und EMS auf unterschiedliche Arten in Verkehr gebracht, somit werden für die Hochrechnungen auch unterschiedliche Bezugseinheiten herangezogen, um die branchenübliche Logik beizubehalten.

Für die Methodik in Task 1 gelten die folgenden Maßstäbe:

- **Vollständigkeit:** Für jedes analysierte Produkt oder System ist eine räumliche Systemgrenze zu definieren. Damit ist geklärt, welche Verbräuche, die Geräten oder Prozessen zugeordnet sein können, tatsächlich in die Betrachtung involviert sind.
- **Verlässlichkeit:** Wenn es nicht möglich ist, einen Verbrauch aus dazu erhobenen Messungen zu bestimmen, soll gekennzeichnet sein, um welche Qualität von Datensorte es sich handelt. Bei Messungen ist das im Zusammenhang stehende Konfidenzintervall zu thematisieren.
- **Flexibilität:** Die Methodik soll so angelegt sein, dass sie einzelne Beiträge zu einem systemweiten Gesamtverbrauch assembliert. Durch Rekombinationen der Beiträge sollen damit innerhalb Grenzen auch Anpassungen für unterschiedliche Systeme bzw. Anwendungsfälle möglich sein. Dies im Interesse des internationalen Austausches wie auch für Quervergleiche anhand von Fallstudien.
- **Verständlichkeit:** Es ist eine allgemein verständliche anschauliche Darstellung der Ergebnisse zu entwickeln, die Fehlinterpretationen weitestgehend ausschließt.

Nach einer Vorauswahl erfolgt die Priorisierung von Geräten/Systemen, um den Fokus für die zu betrachtenden Produkte bzw. Produktgruppen und Systeme zu definieren. Die Ausrichtung erfolgt

nach dem Stellenwert für die Region, beurteilt nach der prinzipiellen Verfügbarkeit und der Wahrscheinlichkeit, in Zukunft signifikante Marktanteile zu erreichen.

Da SMI und EMS typischerweise neben den Kernfunktionen auch eine Anzahl von Nebenfunktionen aufweisen sowie sekundäre Energieverbräuche an anderen Stellen im Netzwerk auslösen können, müssen die zu betrachtenden Funktionen definiert werden. Wie auch im Projekt SMART METERING consumption¹³ (SMc) werden die drei Kernfunktionen Messen, Loggen und Daten übermitteln isoliert betrachtet.

Datenstruktur

Die Grafik in Abbildung 3 zeigt die Datenstruktur, die für den Modellierungsprozess benutzt wurde. Die Sortierung entspricht den „Modellierungsebenen“.

Die Modellierungsebenen repräsentieren nicht die chronologische Arbeitsreihenfolge, sondern erklären die Datenstruktur entlang ihres Komplexitätsgrads. So beginnt dies bei der kleinsten Einheit von Information und endet bei einem „High-level“ Endergebnis.

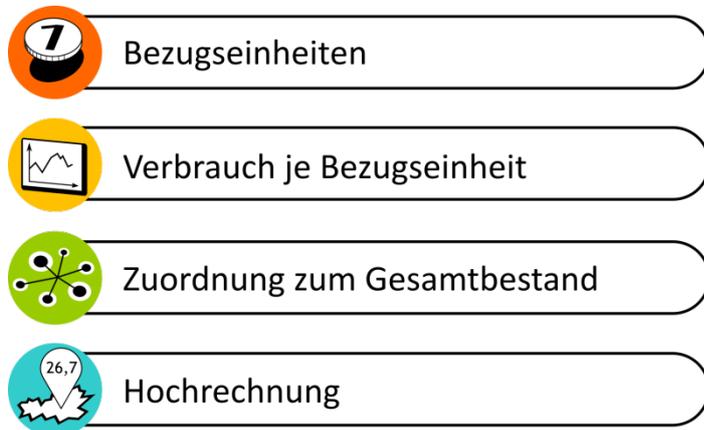
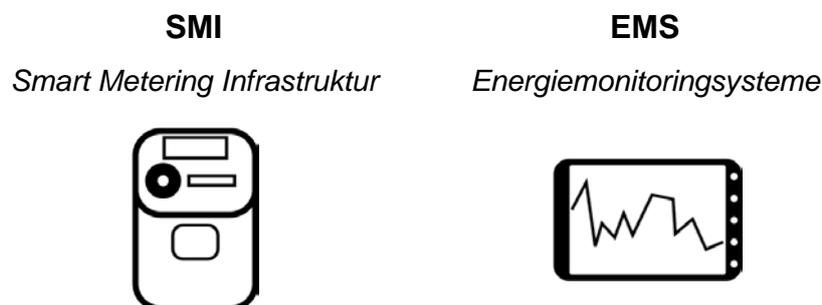


Abbildung 3: Zustand der Daten nach Modellierungsebenen (gültig für SMI und EMS)

Zur besseren Orientierung sind die folgenden Textabschnitte mit diesen Symbolen gekennzeichnet:



Die nächsten vier Seiten dieses Abschnitts beschreiben die Qualität der Daten und die verschiedenen Sorten, mit Gültigkeit für SMI *und* EMS und entsprechend den Modellierungsebenen aus Abbildung 3.

¹³ SMART METERING consumption war ein Projekt, das den Aspekt des Eigenenergieverbrauchs von Smart Metering Infrastruktur im Rahmen einer binationalen Studie untersucht hat. Die Arbeit lief unter Co-Beauftragung durch das Schweizerische Bundesamt für Energie und das Österreichische Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (siehe **Preisler, M.** (2012))

Bezugseinheiten

Es muss eine Bezugseinheit definiert werden, für die eine praktikable und den Messobjekten sinnvoll angepasste Systemgrenze zu bestimmen ist. Diese kann je nach Situation bspw. rund um einen Haushalt, um einen Zählpunkt oder auch um eine Subregion gezogen werden. Die Bezugseinheit dient als kleiner Baustein, der für spätere Extrapolationen korrekt verwendet werden kann.

Um Hochrechnungen durchzuführen, die verschiedene technische Lösungen oder Produktgruppen berücksichtigen, werden zur Differenzierung mehrere Bezugseinheiten benötigt. Dieser Logik folgend, repräsentiert jede einzelne Bezugseinheit eine Kategorie von Technischen Lösungen oder eine Produktgruppe (vgl. die fiktiven Einträge X, Y und Z in Abbildung 4).

Die am Markt verfügbaren Produkte unterscheiden sich in mehreren Eigenschaften signifikant voneinander. Für die Unterteilung der zu analysierenden Systeme in verschiedene Bezugseinheiten ist ausschlaggebend, ob signifikante Unterschiede beim *Eigenenergieverbrauch* festgestellt werden können und ob individuelle statistische Markterfassungen vorliegen¹⁴.



Beispiel:

Smart Meter sind entweder an einem 1- oder 3-phasigen Zählpunkt angeschlossen. 1-phasige Zähler weisen in allen Fällen niedrigere Eigenenergieverbräuche als 3-phasige Zähler auf. Weiters ist die in der Region vorhandene Anzahl für 1- und 3-phasige Zählpunkte separat angegeben. Somit ist es sinnvoll, die Anzahl der Phasen als Unterscheidungsmerkmal zu berücksichtigen.

Abbildung 4: Modellierungsebene "Bezugseinheiten"

¹⁴ Wäre der Eigenenergieverbrauch für alle analysierten Systeme gleich oder stark ähnlich, wäre es nicht weiter sinnvoll, in verschiedene Subkategorien zu trennen. Wenn die Datengrundlage zur Hochrechnung (statistische Markterfassung) keine getrennte Zuordnung zulässt, gilt ähnliches. Somit sind diese beiden Charakterisierungen unverzichtbar.

Verbrauch je Bezugseinheit

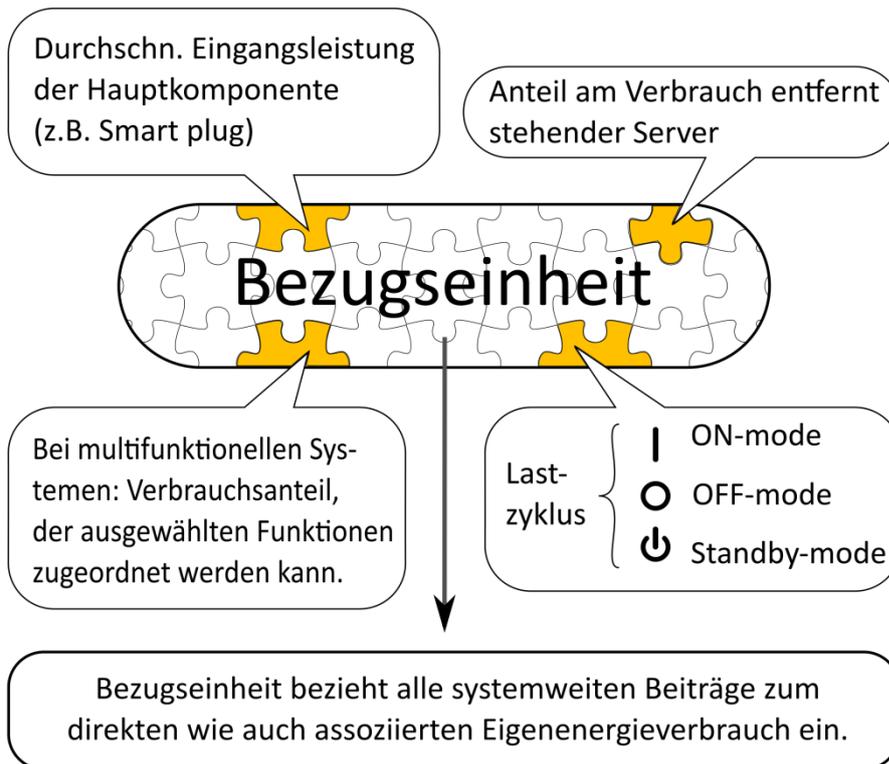
Um Daten zum Eigenenergieverbrauch zu erhalten, muss ein sinnvoller Kompromiss zwischen dem notwendigen Genauigkeitsgrad und dem dahinterstehenden Zeitaufwand getroffen werden. In diesem Sinne ist es nötig, die Komponenten und Prozesse treffsicher zu identifizieren, die tatsächlich signifikant zum Eigenenergieverbrauch der gewählten Bezugseinheit beitragen.

Weiters müssen gegebenenfalls die verschiedenen Betriebszustände für diese Komponenten bekannt sein. Entweder wird ein repräsentativer Durchschnittswert herangezogen, der dem Lastkollektiv unter typischen Einsatzbedingungen der Komponente oder des Prozesses entspricht, oder es müssen detaillierte Einzelinformationen zu den verschiedenen Zuständen und deren zeitlicher Aufeinanderfolge, also das Lastkollektiv, ermittelt werden.



Verbrauch je Bezugseinheit

Beispiele für Einflussparameter:



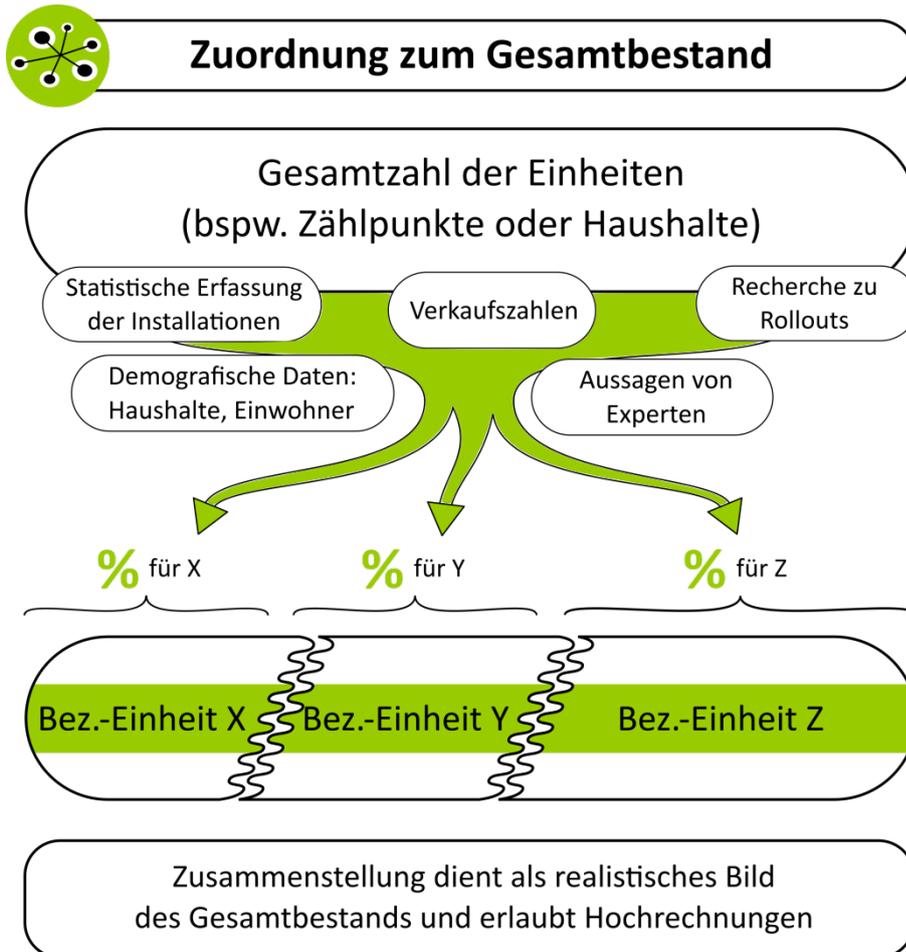
Beispiel:

Ein fiktives Energiemonitoringsystem eines Haushalts besteht aus drei Smart Plugs und einer Basiseinheit. Die Basiseinheit arbeitet möglicherweise alternierend in verschiedenen Betriebszuständen. Der tatsächliche Mix (ein realistisches Lastkollektiv) ist stark davon abhängig, wie das System de facto benutzt wird. Es ist daher sinnvoll, Messungen an einer realen Installation des Systems durchzuführen, um realistische Zahlen zu erhalten.

Abbildung 5: Modellierungsebene "Verbrauch je Bezugseinheit"

Zuordnung zum Gesamtbestand

Dieser Teil muss in Anpassung an den ersten Schritt erarbeitet werden. Es muss geklärt werden, welche Arten von Datenquellen zweckdienlich sind um die Gesamtheit aller Bezugseinheiten genau genug zu beschreiben und repräsentative Hochrechnungen zu erreichen. Dabei ist auch zu bedenken, dass die in Schritt 1 unterschiedenen Kategorien separat quantifizierbar sein sollten (zum Beispiel: Anzahl der Zählpunkte oder Anzahl der Haushalte). Gelingt dies nicht, ist ein konservativer Ansatz zu wählen.



Beispiel:

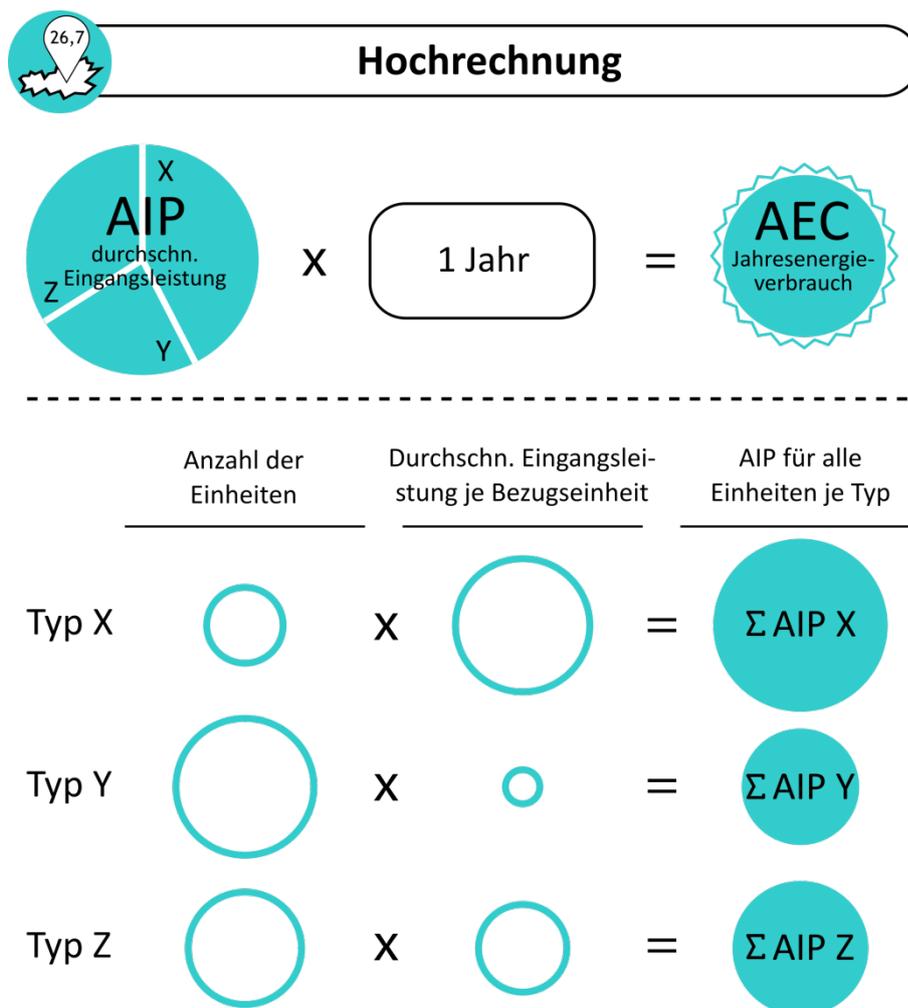
Die Gesamtzahl der Zählpunkte eines Smart Metering Rollout-Plans inklusive der Unterteilung in mit PLC-, GPRS- und Funk-Technik angebotenen Zählpunkte sei gegeben. Dies ermöglicht die Quantifizierung der Gesamtzahl der installierten Geräte je Subkategorie und die Zuordnung zu den Bezugseinheiten X, Y und Z.

Abbildung 6: Modellierungsebene „Zuordnung zum Gesamtbestand“

Hochrechnung

Auf dieser Modellierungsebene geht es ausschließlich um die Darstellung und Kommunikation der Hochrechnungsergebnisse (es werden keine neuen Informationen mehr hinzugezogen). Der Eigenenergieverbrauch, der mit der Gesamtheit der analysierten Systeme in Zusammenhang steht, soll in kompakter Form und klar verständlich dargestellt werden.

Im einfachsten Fall berücksichtigt die durchschnittliche Eingangsleistung (AIP) bereits eine zeitliche Mittelung (auf Basis von Lastzyklen), eine Durchschnittsbildung aufgrund der in der betrachteten Region oder des betrachteten Markts zufolge verschiedener Systeme und – wenn zutreffend – eine realistische Gewichtung nach unterschiedlichen Nutzungsszenarien. Wenn dies gegeben ist, ist die Hochrechnung nichts anderes als die Multiplikation der „kombinierten“ durchschnittlichen Eingangsleistung mit einer Zeitspanne. Als Kenngröße wird der Jahresenergieverbrauch (AEC), der dem System zugeschrieben werden kann, verwendet (im oberen Teil von Abbildung 7 dargestellt). Der untere Teil der Grafik zeigt einen Fall, für den die Hochrechnung eine Auftrennung in verschiedene Systemausprägungen mit unterschiedlichen Bezugseinheiten berücksichtigt. Wie im oben beschriebenen Abschnitt „Bezugseinheiten“ erklärt, unterscheiden sich diese durch unterschiedliche AIPs und sind mit unterschiedlichen Marktanteilen oder Ausrollungszielen verknüpft.



Beispiel:

Multipliziert man die durchschnittliche Eingangsleistung (AIP = average input power) der Gesamtheit aller Bezugseinheiten mit der Zeitspanne eines Jahres, ergibt sich der jährliche Energieverbrauch, der die Gesamtzahl aller Installationen repräsentiert – stellvertretend für die Marktgröße, ein Zukunftsszenario, etc. Im Falle mehrerer Bezugseinheiten müssen diese entsprechend linear kombiniert werden.

Abbildung 7: Modellierungsebene "Hochrechnung"

3 Ergebnisse des Projekts

3.1 Ziele der internationalen Kooperation

Ziel in Task 1 von EDNA war, mithilfe der Durchführung und Interpretation von Datenerhebungen und Messungen Instrumente zu entwickeln, die den Eigenenergieverbrauch während des Betriebs der betrachteten Systeme transparent und anschaulich machen für:

- Politische Strategen der Mitgliedsländer von EDNA, die ein tiefgreifendes Verständnis für Auswirkungen im Energieverbrauch zufolge verpflichtender Rollouts benötigen. Dies betrifft vor allem Smart Metering Systeme, die fallweise auch zusammen mit In-Home Displays oder anderen Komponenten ausgerollt werden sollen.
- Produktentwickler und Systemanbieter von Smart Metering und EMS Lösungen, die sich mit der Energieeffizienz ihrer Produkte beschäftigen,
- Internationale Standardisierungsorganisationen.

Ergebnis der Arbeiten im EDNA/Task 1 ist eine technische Aufarbeitung von Smart Metering Technologien und Energie Monitoring Systemen in Haushalten, in Form von ausgewählten Fallstudien aus den Mitgliedsländern. Die gesammelten Informationen dieser Fallstudien, besonders jene zu den Marktanteilen der einzelnen Technologien, geben Erkenntnisse zu vorhandenen Policies und deren Zusammenhängen in den verschiedenen Ländern. Im Rahmen einer Annex Publikation wurden die generierten internationalen Erkenntnisse über die Innovationen bzw. Policies mit den (wirtschafts-) politischen Strategen diskutiert.

Das Rückholen des Wissens aus dem Annex nach Österreich soll die Entwicklung von Strategien zur Integration von energieeffizienten EMS Produkten und SMI Systemen unterstützen. Dies inkludiert Ansatzpunkte für zukünftige neue Gesetze und Regeln bzw. neue Forschungsthemen mit hohem Innovationspotential.

Das Kernergebnis des vorliegenden Projekts ist eine klar beschriebene Methodik für die beiden Bereiche SMI und EMS, die es möglich macht, untereinander vergleichbare Fallstudien zu generieren.

3.2 Angewandte Methodik für den Bereich SMI

Dieser Abschnitt beschreibt den methodischen Zugang in Task 1, um den Eigenenergieverbrauch von Smart Metering Infrastruktur (SMI) zu bewerten. Der Eigenenergieverbrauch ist die im Normalbetrieb von der Infrastruktur benötigte Energiemenge.



Begriffsklärung und Definitionen

SMI umfasst alle Geräte, vom Zählpunkt im Umfeld des Konsumenten (Haushalt) bis zum Head-end im Zentrum des Netzwerks.

Technical Scenarios for Residential Smart Metering

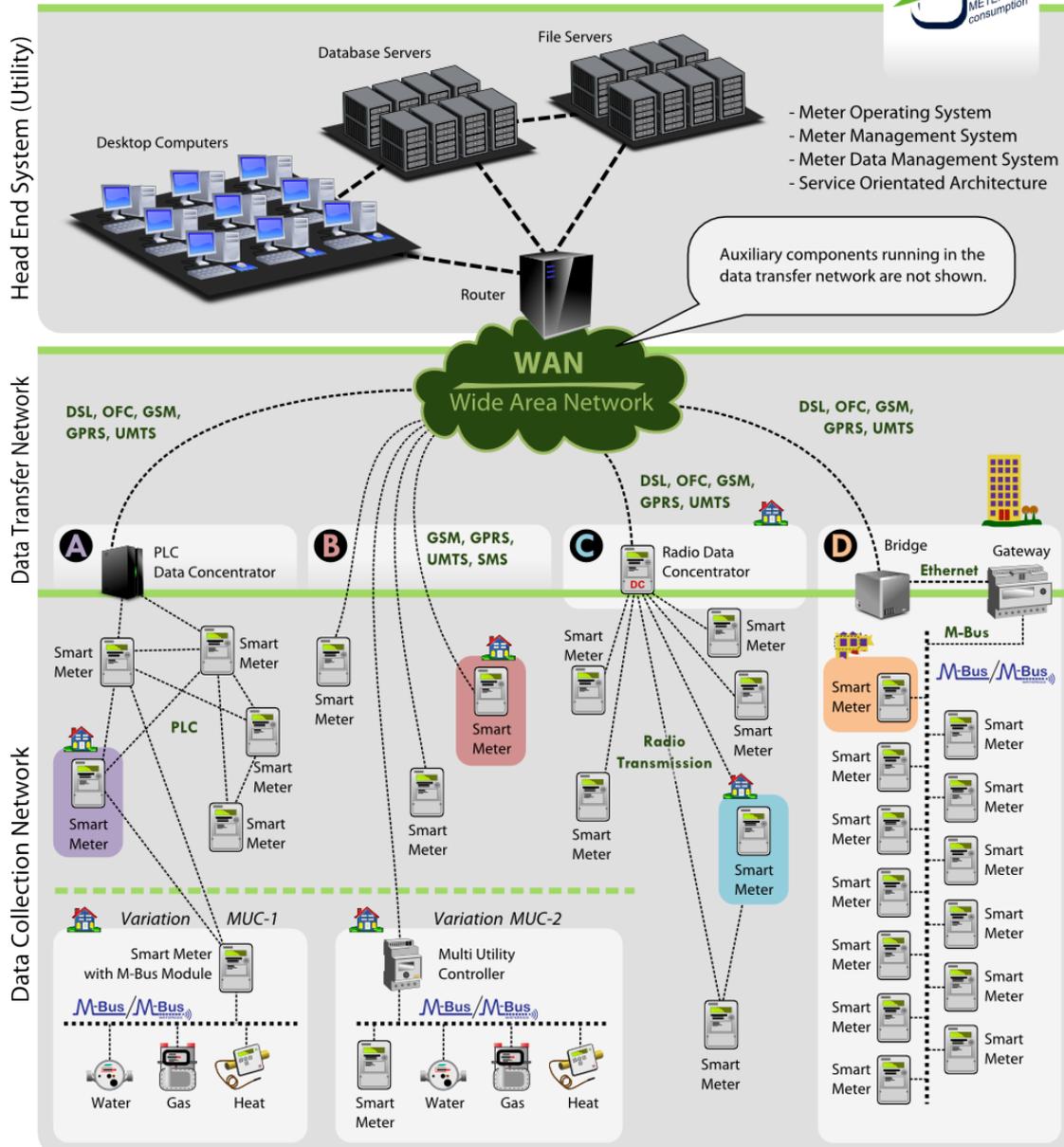


Abbildung 8: Netzwerkmodell mit den vier verschiedenen Anbindungsarten zum Sammeln von Smart Metering Daten.

Diese Infrastruktur soll den elektrischen Energieverbrauch messen, errechnen, loggen und schließlich an das Energieversorgungsunternehmen (EVU) kommunizieren.

Die wesentlichste Komponente dieses Netzwerkes ist das sogenannte Smart Meter, das im Wesentlichen ein elektronischer Wirkleistungszähler ist, der um ein Kommunikationsmodul erweitert wurde. Sofern keine direkte Verbindung besteht, werden zusätzliche Geräte wie Datenkonzentratoren und Gateways benötigt. In vielen Fällen sind die Zähler auch untereinander vernetzt, wobei dann ein Zähler für andere sogenannte Repeating-Funktionen übernimmt, also die empfangenen Daten wieder aussendet und somit die Reichweite der Datenübertragung erhöht. Die Netzwerktechnik kann entweder vom Stromnetzbetreiber betrieben werden, aber auch von einem Telekommunikationsanbieter bzw. einem externen Serviceprovider.

Abbildung 8 wurde für das SMART METERING consumption (SMc) Projekt erstellt und gibt einen (vereinfachten) Überblick über die einzelnen Teilbereiche des Netzwerkes, welche Komponenten

involviert sind und welche verschiedenen Übertragungsarten in praktischer Verwendung sind (Auswahl der heute wichtigsten Vertreter).

Aufbau einer SMI-Fallstudie

Abbildung 9 zeigt die Reihenfolge zum Aufbau einer Fallstudie zur Bewertung von SMI in den folgenden Schritten:

- Schritt 1: Identifikation der Typen von Smart Metering Kommunikation
- Schritt 2: Zuordnung von Datensätzen oder Messung des Energieverbrauchs
- Schritt 3: Auswahl technischer Szenarien bzw. Neudefinition
- Schritt 4: Hochrechnung für Rollout einer Region

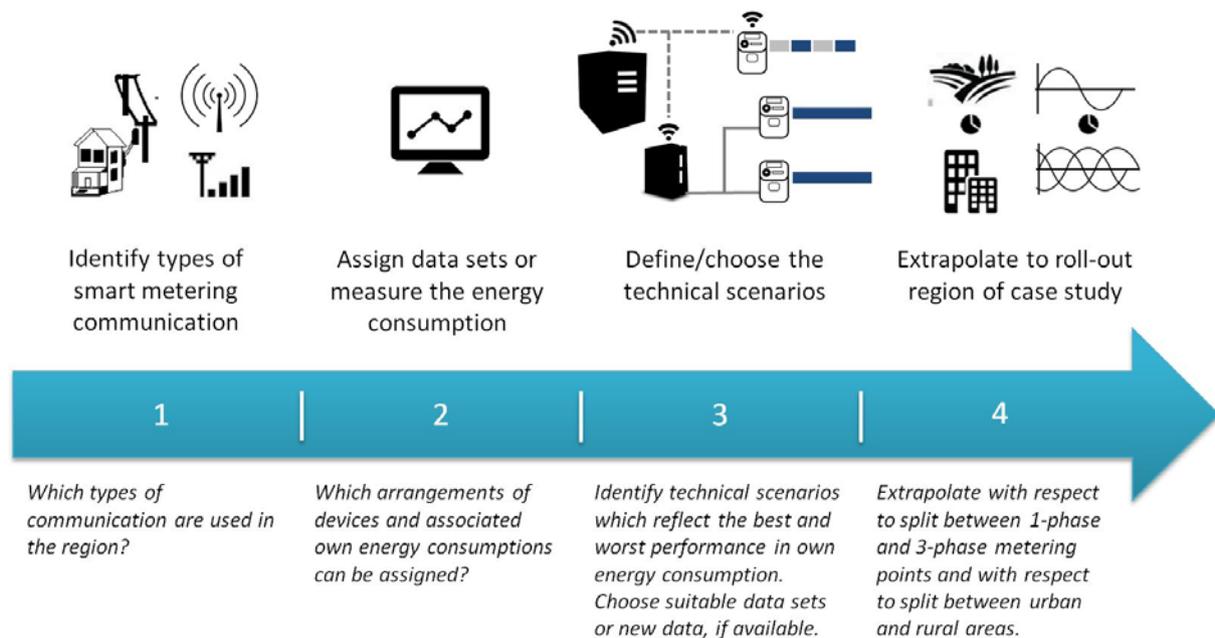


Abbildung 9: Vier Schritte zum Aufbau einer SMI-Fallstudie

Die folgenden Daten werden zur Bildung deiner SMI-Fallstudie benötigt:

Modellierungsebene	Kurzbeschreibung der Daten
 Bezugseinheiten	<ul style="list-style-type: none"> • Überblick über die verfügbaren Systeme und die verwendeten Geräte • Grobe Bereichsangaben für den Eigenenergieverbrauch der involvierten Geräte und Prozesse (illustrative oder indikative Daten) • Definition von Bezugseinheiten, die für die Branche bzw. für die Verwendung in Policies typisch sind
 Verbrauch je Bezugseinheit	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenenergieverbrauch der Zähler und anderer zentraler Komponenten der SMI; Durchschnittsangaben bzw. spezifisch für die einzelnen Betriebszustände (wenn verfügbar) • Information zu Lastkollektiven bzw. Lastzyklen – zeitliche Abfolge der Betriebszustände



Zuordnung zum Gesamtbestand

- Daten zum "Zählerpark": Gesamtzahl der Zählpunkte und ihre Unterteilung in Sektoren (Haushalt, Gewerbe, Industrie, Landwirtschaft, etc.). Spezifische demographische Daten können ebenso verwendet werden, z.B. die Verteilung in urbane und ländliche Haushalte, Einfamilien- oder Reihenhäuser bzw. Wohngebäude, einphasige/mehrphasige Zähler, Unterteilung in Netzregionen
- Technische Informationen zum Rollout-Plan



Hochrechnung

- **Konkrete SMI Installation**, inclusive gegenwärtiger Rollout-Status und/oder –Pläne, Kommunikationstechnologien und deren Unterteilung.

Die Recherche der verfügbaren Daten konzentrierte sich auf diese drei Hauptquellen:

- ✓ EDNA Mitgliedsländer
- ✓ Ausgewählte Unternehmen und deren Produkte
- ✓ Bestehende Daten aus dem SMART METERING consumption (SMc) Projekt

3.3 Angewandte Methodik für den Bereich Energiemonitoringsysteme (EMS)



Dieser Abschnitt beschreibt den methodischen Zugang, der in Task 1 verfolgt wurde, um den Eigenenergieverbrauch der Energiemonitoringsysteme zu bewerten. Als Eigenenergieverbrauch wird jene Energiemenge bezeichnet, die das gesamte System zur Erfüllung der Basisfunktionen im Normalbetrieb benötigt.

Begriffsklärung und Definitionen

Im Consumer-Bereich wird unter einem EMS ein System verstanden, das den elektrischen Energieverbrauch eines Haushalts visualisiert. Diese Information muss in Nahezu-Echtzeit bzw. auf Nachfrage zugänglich sein. Die Daten sollten sowohl den aktuellen Leistungsbezug wie auch einen gespeicherten Verlauf des Leistungsbezugs bzw. die entsprechenden Energiemengen beinhalten.

3.3.1 Aufbau einer EMS-Fallstudie

Abbildung 10 zeigt die Reihenfolge zum Aufbau einer Fallstudie zur Bewertung von EMS in den folgenden Schritten:

- Schritt 1: Identifikation und Beschreibung der Systeme
- Schritt 2: Datensammlung und Messung des Energieverbrauchs
- Schritt 3: Definition technischer Szenarien
- Schritt 4: Hochrechnung entsprechend des Marktvolumens

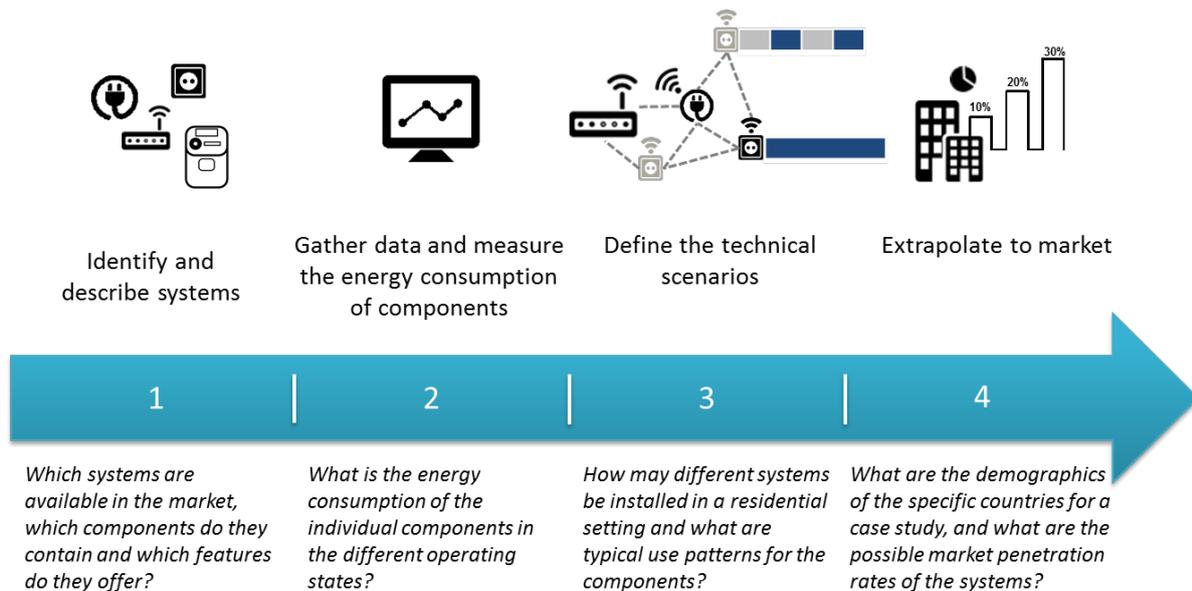


Abbildung 10: Vier Schritte zum Aufbau einer EMS-Fallstudie

Die folgenden Daten werden zur Bildung einer EMS-Fallstudie benötigt:

Modellierungsebene

Kurzbeschreibung der Daten

	Bezugseinheiten	<ul style="list-style-type: none"> • Überblick über die verfügbaren Systeme und die involvierten Geräte
	Verbrauch je Bezugseinheit	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenenergieverbrauch der Geräte und Systeme
	Zuordnung zum Gesamtbestand	<ul style="list-style-type: none"> • Technische Installationsdaten und Nutzungsszenarien
	Hochrechnung	<ul style="list-style-type: none"> • Aktuelle und/oder erwartete Marktdurchdringung der EMS

Die Recherche der verfügbaren Daten konzentrierte sich auf diese drei Hauptquellen:

- ✓ EDNA Mitgliedsstaaten
- ✓ Ausgewählte Hersteller und ihre Produktunterlagen
- ✓ Wissenschaftliche Artikel, Berichte und weitere Veröffentlichungen

3.4 Fallstudien

Die Ausrollung bzw. Inverkehrbringung von SMI und EMS sind in allen EDNA Mitgliedsstaaten völlig voneinander entkoppelt, daher werden die Fallstudien separat dargestellt. Einzige Ausnahme dieser Tatsache ist das Vereinigte Königreich.

Australien bereitet die Gesetzgebung darauf vor, den weiteren nationalen Smart Meter Rollout zu ermöglichen (Umstellung nach Kundenwunsch). Australien besteht aus sechs Staaten. In Victoria gab es ein von der Regierung angeordnetes Rollout für Smart Meter, das alle Verbraucher mit einem

Jahresverbrauch unter 160 MWh pro Jahr betrifft. Dieser Prozess ist bereits abgeschlossen und umschließt 2,8 Mio. Zählpunkte. Die anderen fünf Staaten folgen einer anderen Policy und unterstützen in erster Linie eine „kundengetriebene“ Smart Metering Einführung¹⁵.

Neben den Anforderungen an die Messtechnik müssen die in Victoria installierten Smart Meter folgende Funktionen erfüllen:

- Abschaltanlage (Breaker)
- Lastkontrolle
- Vier-Quadranten-Zähltechnik (als Vorbereitung für dezentrale Einspeisung)
- Benachrichtigungsfunktion bei Ausfall und Wiederherstellung
- Aufzeichnung über die Spannungsqualität
- Kontrolle der Versorgungskapazität
- Home Area Network (HAN) Schnittstelle per ZigBee Funkübertragung
- Schutzfunktion gegen Sabotage
- Fern-Upgrade auf neue Firmware-Versionen und automatische Selbstregistrierung der Meter

In New South Wales können Serviceanbieter für Smart Metering verschiedene Zähler anbieten, die von eher einfachen Typen; die hauptsächlich Echtzeit-Feedback bieten; bis hin zu vielseitigen Geräten, die auch Smart Home Features wie die Fernsteuerung von Haushaltsgeräten erlauben.

Für EMS konnten keine Leistungsanforderungen oder Beschränkungen des Eigenverbrauchs gefunden werden. Die australische Regulierung beinhaltet MEPS für Computer und Monitore, sowie für externe Netzteile. Im Sinne möglicher Regulierungen sind die Features von EMS noch nicht klar definiert worden, da diese noch keinen ausreichenden Verbreitungsgrad im Land erreicht haben.

In **Österreich** wurden mehrere kleinere Pilotprojekte abgeschlossen. Derzeit sind die meisten der österreichischen EVU damit beschäftigt, die in die engere Wahl gekommenen Smart Metering Produkte zu sondieren und Entscheidungen zu fällen (Ausschreibungen sind in vielen Fällen abgeschlossen oder im Laufen). Dem EIWOG 2010 (Elektrizitätswirtschafts- und –organisationsgesetz) folgend, mussten die Energieversorger einen Step-by-step-Plan zur Einführung der Smart Meter in ihrer Region vorlegen. Auf dem von der EU vorgegebenen Ziel von 80% Ausrollungsgrad bis 2020 aufsetzend, wurde in Österreich ein Ziel von 95% bis zum Ende des Jahres 2019 festgesetzt. Der Fortschritt des Installationsprozesses wird von der österreichischen Regulierungsbehörde E-Control beaufsichtigt.

Die Funktionen, die von den in Österreich installierten Zählern erfüllt werden müssen, wurden in der „Intelligente Messgeräte-Anforderungs-Verordnung“ (IMA-VO 2011) vorgeschrieben. Diese Verordnung trat im November 2011 in Kraft und verlangt, dass die Smart Meter in der Lage sind, Wirkleistung zu erfassen, Daten zu speichern und in einem bidirektionalen Kommunikationssystem zu übertragen. Weiters wird verlangt, dass die Werte in einer 15-Minuten-Auflösung generiert und für mindestens 60 Tage im Smart Meter gespeichert werden müssen. Für den Kommunikationsprozess ist die Zeitspanne für die Übertragung auf 12 Stunden beschränkt. Weitere Voraussetzungen regeln

¹⁵ Sweeney, S. (2015), S.4

die Anbindung anderer Zähler und die Verfügbarkeit einer Schnittstelle, um im lokalen Umfeld Daten zu externen Geräten zu übertragen.

Die Visualisierung des Energieverbrauchs ist kein direkter Bestandteil des Smart Meter Rollouts. Die Marktdurchdringung durch EMS ist unbekannt, wenngleich die große Anzahl an Marktteilnehmern und Start-ups ein großes bevorstehendes Wachstum vermuten lässt, das nicht zuletzt durch das EU-Energieeffizienzgesetz getrieben ist. Die nationale Umsetzung dieses Gesetzes sieht vor, dass Energieversorger die Inverkehrbringung von EMS als Maßnahme zur Effizienzerhöhung geltend machen können. Infolge hat eine Reihe von Energieversorgern ihre eigenen Produktlinien aufgezogen.

In **Dänemark** wurden auf Basis eines freiwilligen Rollouts durch die Verteilnetzbetreiber bereits 1,63 Mio. Zählpunkte mit Smart Metern ausgestattet. Ein im Juni 2013 verabschiedetes Gesetz verpflichtet zum vollständigen Smart Meter Rollout für ganz Dänemark, dies entspricht 3,28 Mio. Zählpunkten. Die erwarteten Energieeinsparungen liegen bei 2% des Gesamtstromverbrauchs im Land.

In Bezug auf EMS konnten weder technische Anforderungen, Eigenverbrauchsgrenzwerte, noch Informationen zur Verbreitung bzw. der Nutzerakzeptanz gefunden werden.

In den **Niederlanden** wurde ein kleinräumiges Rollout absolviert, in dessen Rahmen 500.000 Smart Meter (für Strom und Gas) im Zeitraum von 2012 bis 2014 installiert wurden. Insgesamt gibt es 7,6 Mio. Zählpunkte im Land. Das nationale Ziel liegt bei einer vollständigen Abdeckung bis zum Jahr 2020¹⁶. Im Falle von Renovierungen oder Neubauten ist es verpflichtend, auf Smart Metering umzusteigen. Die Datenübertragung an den Energielieferanten wird als „Opt-in“-Möglichkeit gehandhabt, was zu Problemen im Geschäftsmodell führt.

Die Visualisierungsfunktion für den Nutzer (In-home Display und Echtzeit-Energiedaten) wird im Rahmen der „Dutch Smart Meter Requirements – Main Document v4.2.2“¹⁷ verlangt. Smart Meter müssen mit einem P1 Anschluss ausgestattet sein (einer Schnittstelle zur Datenausgabe innerhalb des Haushalts). Die Implementierung oder auch die Verfügbarkeit von Geräten, mit denen die Daten auch tatsächlich kommuniziert werden sollen, bleibt offen. Die Kunden haben somit die Option, EMS in Kombination mit ihrem Smart Meter zu benutzen. Die Energieversorger selbst sind jedenfalls nicht dazu verpflichtet, EMS zur Verfügung zu stellen.

In **Schweden** ist die monatliche Abrechnung mit den Stromkunden vorgeschrieben (seit 1. Juli 2009 in Kraft), infolge wurde der Smart Meter Rollout mit 5,2 Mio. Zählpunkten bereits abgeschlossen.

Die meisten Installationen führten keine parallele Installation von EMS herbei. Die heute zumeist verwendeten EMS wurden erst später eingeführt und im Jahr 2015 hinsichtlich Bedienbarkeit getestet. Im Zuge dessen wurden auch Messungen des Eigenenergieverbrauchs durchgeführt und die Ergebnisse in den EDNA eingebracht.

¹⁶ EC 2014 a, S. 80f

¹⁷ NETBEHEER NEDERLAND, 2014

In der **Schweiz** gibt es 4,998 Mio. Zählpunkte, die durchgängig 3-phasig ausgeführt sind. Die Regierung plant eine 80% Abdeckung mit Smart Meter bis zum Jahr 2025, wobei eine Schutzphase von 10 Jahren für ältere Zähler vorgesehen ist. Der Gesamtstatus zur Ausrollung von Smart Metern in der Schweiz ist unklar. Wenige Zähler wurden bis dato installiert. Kleinräumige Smart Meter Pilotprojekte und Rollouts (z.B. ~27.000 SM in Zürich durch EKZ) wurden durchgeführt.

Die Situation bezüglich EMS ist ähnlich wie in den Niederlanden. Eine Schnittstelle, die die Übertragung von (Quasi-)Echtzeitdaten erlaubt, ist verpflichtend. Die Schnittstelle muss geöffnet sein, unidirektional konfiguriert und dokumentiert sein. Die Konsumenten haben die Wahl, ein EMS anzuschaffen und an das Smart Meter anzubinden. Die Betreiber der Smart Meter sind nicht verpflichtet, ein kompatibles EMS anzubieten.

Im **Vereinigten Königreich** sind die Energieversorger dafür verantwortlich, 97 % der Zählpunkte bis zum Jahr 2020, die restlichen Zählpunkte bis zum Jahr 2030 mit Smart Metern auszustatten (insg. 32.94 Mio. Zählpunkte). Mit Mai 2015 waren annähernd 1 Mio. Smart Meter installiert.

Die erwarteten Energieeinsparungen liegen bei 2,2 % des Gesamtstromverbrauchs¹⁸. Der Smart Meter Rollout und die dazugehörigen technischen Spezifikationen inkludieren EMS in dem Sinn, dass ein Online-Zugang zu Echtzeit-Energiedaten sowie ein In-home Display verpflichtend zur Verfügung zu stellen sind. Sowohl für die Smart Meter wie auch die EMS wurden in den technischen Spezifikationen Obergrenzen für die Leistungsaufnahme definiert (die durchschnittliche Eingangsleistung des In-home Displays darf 0,6 W nicht überschreiten).

Auf diesen vorab recherchierten Informationen basierend, wurden SMI und EMS Fallstudien für jedes Task 1 Mitgliedsland abgeleitet. In den nächsten zwei Abschnitten werden exemplarisch die Fallstudien für Österreich gezeigt. Die Fallstudien der anderen Mitgliedsländer finden sich im IEA Technical Report.

3.4.1 Fallstudien zu Smart Metering Infrastruktur (SMI)

Die SMI-Fallstudien für jedes EDNA Mitgliedsland wurden entsprechend der Methodik wie in Abschnitt 3.2 beschrieben, abgeleitet. Weitere Details zu den Fallstudien sind im IEA Technical Report zu EDNA Task 1 sowie in der SMc Studie ausgeführt.¹⁹



Die Hauptfaktoren die den Eigenenergiebedarf der Smart Meter Infrastruktur bestimmen sind:

- Anzahl der Zählpunkte die ausgerollt werden
- Anteil an dreiphasigen Zählpunkte (neben den einphasigen Zählpunkten)
- Kommunikationstechnologie entlang der sogenannten „Last mile“ (Anbindung des Haushalts)
- Aufteilung in urbane und rurale Gebiete

¹⁸ EC 2014 a. S.113-p.115

¹⁹ Preisel, M. (2012)

Extrapolation scheme for Smart metering infrastructure

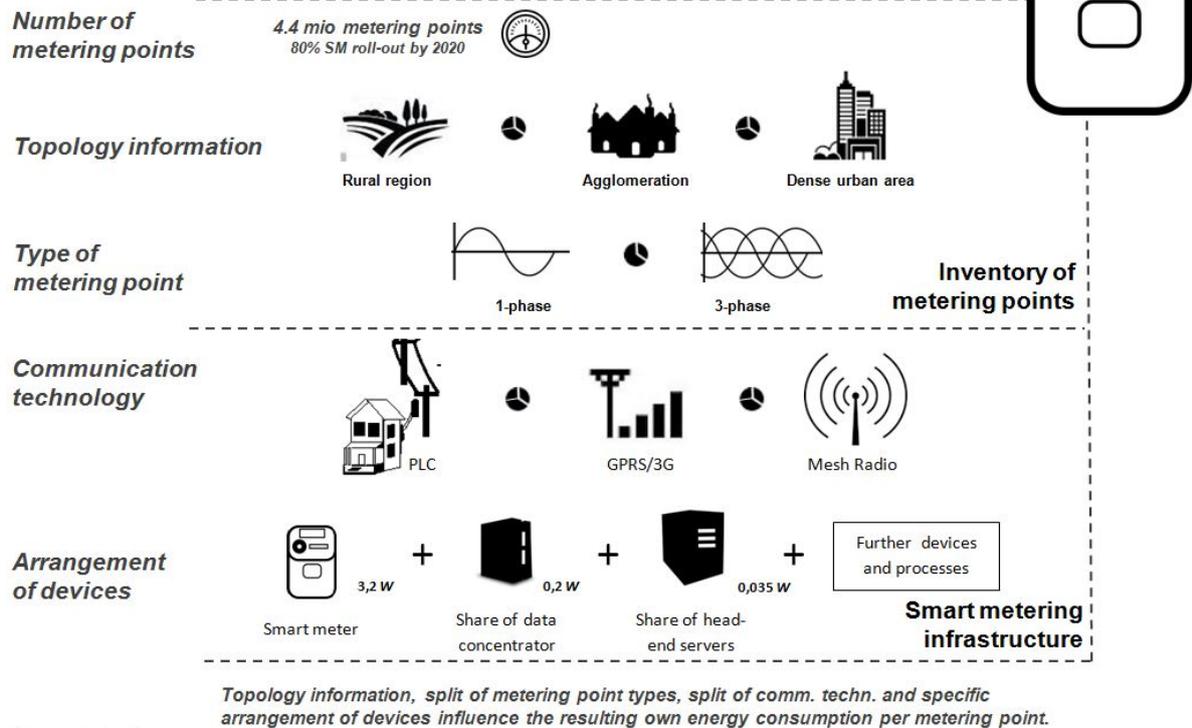


Abbildung 11: SMI-Hochrechnungsschema für eine fiktive Region mit Beispielzahlen

Abbildung 11 und Abbildung 12 zeigen anhand von Beispielen, wie diese vier Hauptfaktoren in die Hochrechnung einfließen.

SMI extrapolation scheme

MPs are metering points in thousands

Input	Abbreviations:	MP	metering point	PLC	power line communication
Calculated		AIP	average input power	GPRS	general packet radio service
Information		AEC	annual energy consumption		
Comment		A_2, etc.	SMc technical szenario		

Distribution of metering points

Total number of metering points	→ 3500 MPs		Split according to		Split according to communication					
			1-phase	3-phase	PLC	GPRS	Radio	specify		
Split according to topology	dense urba	33% 1167	33% 389	67% 778	100% 100%	70% 817	20% 233	10% 117	0% 0	100% 100%
	agglomerat	33% 1167	33% 389	67% 778	100% 100%	70% 817	30% 350	0% 0	0% 0	100% 100%
	rural region	33% 1167	33% 389	67% 778	100% 100%	70% 817	20% 233	10% 117	0% 0	100% 100%
		100% 3500								

Abbildung 12: Eingabemaske für die SMI Fallstudien

Die Extrapolation des Eigenenergiebedarfs pro Zählpunkt (in diesem Bericht sowie im IEA Technical Report als Average Input Power = AIP bezeichnet) basiert auf Datensätzen aus dem SMART

METERING consumption Projekt. Daher wird an dieser Stelle auf die ausführliche Beschreibung der Verbrauchszahlen im zugehörigen Projektbericht²⁰ verwiesen.

Neben den vier oben beschriebenen Hauptfaktoren gibt es weitere Einflussfaktoren, die berücksichtigt werden müssten:

- In der Parametrierung der Smart Metering Infrastruktur wird festgelegt, welche Funktionen die Zählpunkte zu erfüllen haben (zB. Analyse der Spannungsqualität, Kommunikationsplan oder Protokollinhalte) und in welchen regelmäßigen Intervallen die definierten Funktionen ausgeführt werden müssen.
- Zusätzliche Geräte wie Gateways oder periphere Verbindungsmodule etc. können zu einer erheblichen Steigerung des Eigenenergiebedarfs der SMI beitragen.
- Weitere produktspezifische Unterschiede in der Hardware.

Diese Informationen waren für die Länder, zu denen Fallstudien erstellt wurden, nicht verfügbar. Weiters war es nicht möglich den spezifischen Eigenenergiebedarf zu bestimmen, da keine Details zur Parametrierung der Systeme bekannt waren und keine neuen Messungen durchgeführt werden konnten.

Da eine große Anzahl an verschiedenen Technologien und Geräten verfügbar sind werden nicht die Ergebnisse der individuellen Konfigurationen beschrieben, sondern die Bandbreiten des Verbrauchs verschiedener Technologien (siehe Abbildung 13). Es wird dabei nach Kommunikationstechnologien (GPRS, PLC, etc.), der Aufteilung in ein- und dreiphasige Zählpunkte sowie der Netztopologie (urban bzw. rural) unterschieden. Daraus wurden lineare Kombinationen des Eigenverbrauchs der SMI berechnet. Das Ergebnis ist ein Bereich für mögliche Verbräuche in einer Fallstudie, je nach eingesetzter Kommunikationstechnologie, Anteil an ein- und dreiphasigen Zählpunkten und der vorliegenden Netztopologie.

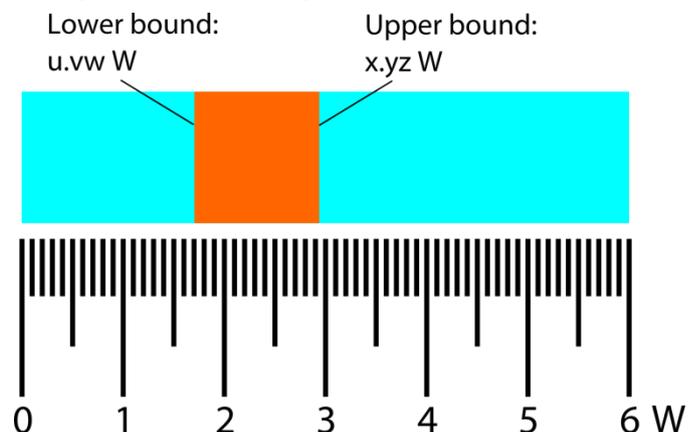


Abbildung 13: Bandbreite möglicher Werte für die durchschnittliche Eingangsleistung (AIP), entsprechend der Linearkombination passender technischer Lösungen.

Auf der nächsten Seite wird das Ergebnisblatt für Österreich dargestellt. Die Ergebnisblätter für die anderen Mitgliedsländer finden sich im IEA Technical Report. Selbiges gilt für EMS im Folgeabschnitt.

²⁰ Preisel, M. (2012)

Österreich

Hochgerechneter Eigenenergieverbrauch von Smart Metering Infrastruktur Schlüsselfaktoren und Kennzahlen

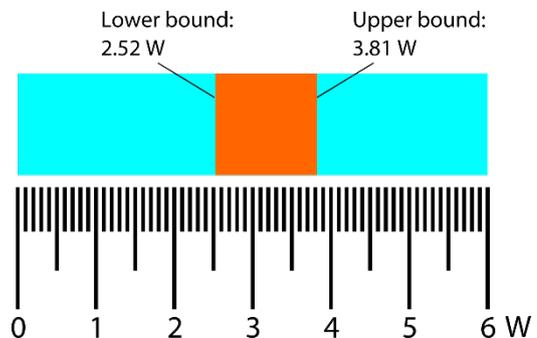


Dieses Dokument beschreibt kurz, wie die österreichische Fallstudie zu EDNA Task 1 angelegt ist.

Das österreichische Netz und Zählwesen

5 805 000	Gesamtzahl der Zählpunkte (ZP)
71 %	Anteil dreiphasiger ZP
PLC, GPRS,	Last Mile
Funk	Kommunikationstechnologien

Durchschnittliche Eingangsleistung je ZP



Hauptergebnisse

2,52 – 3,81 W	Bereich für die durchschnittliche Eingangsleistung (AIP) je Zählpunkt (inkl. aller systemweiten Beiträge aus assoziierten Verbräuchen)
193,8 GWh	Ausmaß des jährlichen Energieverbrauchs, basierend auf maximaler AIP
18,4 %	Anteil des Energiebedarfs für Smart Metering in ganz Österreich, in Bezug auf die Energieproduktion des Wiener Wasserkraftwerks Freudenau.

Die Bestandsdaten für verfügbare GPRS und insbesondere PLC weisen eine erhebliche Bandbreite bei der Effizienz in Bezug auf Eigenenergieverbrauch auf.

In Österreich gibt es keine gesetzlichen Beschränkungen der Eigenenergieverbräuche von Smart Metern. Es gilt die Obergrenze, die im internationalen Standard IEC62053 -21 (2003) definiert ist. Diese sieht je Phase ein Maximum von 2W (10VA) vor (das bedeutet eine Obergrenze von 6W für die Wirkleistung eines dreiphasigen Zählers). Diese Definition bezieht sich jedoch allein auf den sogen. „MID-Teil“ des Zählers, beinhaltet also die Messtechnik gemäß der EU-Messgeräterichtlinie 2004/22/EG (Measuring Instruments Directive = MID), jedoch nicht die Kommunikationstechnik. Definitionen wie in der BRD, wo es feste Schranken für die gesamte Zählertechnik im Haushaltsbereich gibt, existieren in Österreich nicht.

Es ist weitgehend unklar, wie „Echtzeit“-Zählerauslesungen im Rahmen von flächendeckenden Rollouts tatsächlich ablaufen werden. Aus heutiger Sicht ist es wahrscheinlich, dass zur Darstellung von Nutzer-Feedback eher private Energiemonitoringsysteme als die Infrastruktur der Netzbetreiber (Smart Metering) eingesetzt werden wird. Dennoch ist festzuhalten, dass manche EMS Sensoren nutzen, die, am Zähler angebracht, die dort generierten Verbrauchszahlen verwerten.

3.4.2 Fallstudien zu Energiemonitoringsystemen (EMS)



Die Fallstudien für jedes EDNA Mitgliedsland wurden entsprechend der Vorgangsweise aus Abschnitt erstellt. Weitere Details zur zugrundeliegenden Messmethodik und zugehörige Dokumentation finden sich im IEA Technical Report. Die länderspezifischen Fallstudien konzentrieren sich auf zwei Themen:

1. **Der Eigenenergieverbrauch verschiedener Systeme als Anteil (%) an den länderspezifischen Stromverbräuchen der Haushalte** (Abbildung 14). Dazu werden die möglichen Eigenenergieverbräuche der einbezogenen Systeme als Bereichsangabe herangezogen. Diese Information dient dazu, die Trade-offs im Zusammenhang mit den erwarteten Einsparungen durch die Einführung und Nutzung dieser Systeme zu beurteilen.

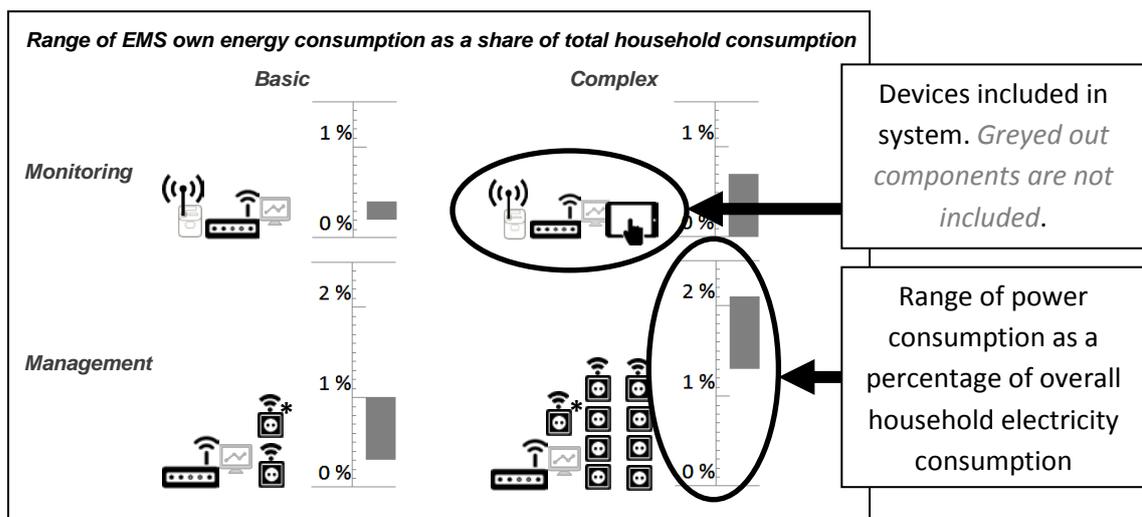


Abbildung 14: Beispiel einer grafischen Darstellung des Eigenenergieverbrauchs im Haushaltsbereich, so wie er in den Fallstudien herangezogen wird.

2. Die Auswirkung flächendeckender EMS-Installationen zufolge unterschiedlicher Marktdurchdringungen in den EDNA-Mitgliedsländern (beispielhaft in Abbildung 15). Diese Information hilft, die potenzielle Größenordnung des systemweiten parasitären Stromverbrauchs zu erkennen.

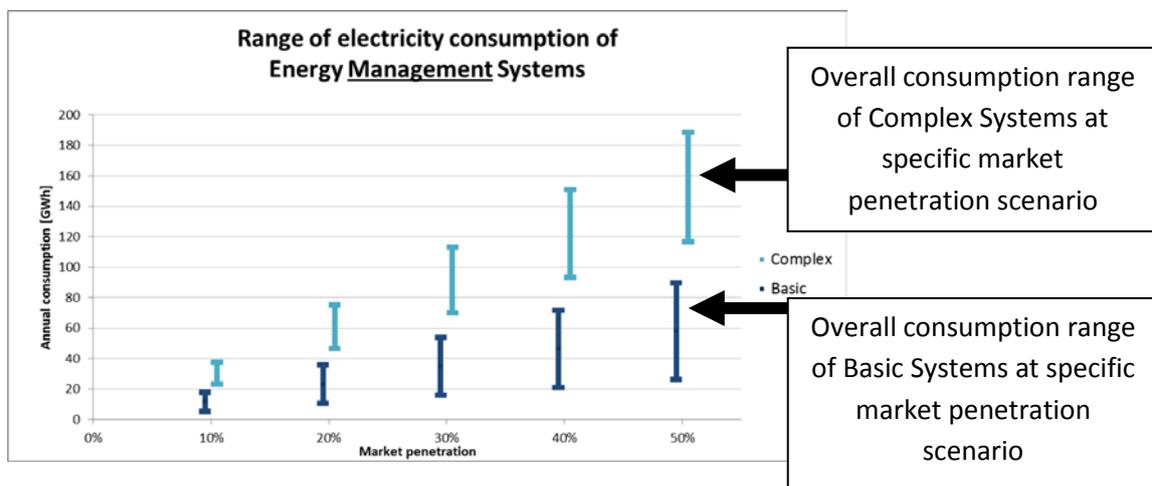


Abbildung 15: Beispiel der grafischen Darstellung des Eigenenergieverbrauchs auf Länderebene (Darstellungsform für die Fallstudien)

Österreich

Energiemonitoringsysteme und ihr Eigenenergieverbrauch in Kennzahlen



3,72 Millionen Haushalte



17,687 GWh Jahresstromverbrauch aller Haushalte



4,753 kWh Jahresstromverbrauch je Haushalt

Die Auswirkung einer EMS-Installation auf den Energieverbrauch eines einzelnen Haushalts wird unten gezeigt, dabei werden die möglichen Stromverbräuche die dem EMS anteilmäßig zuzuordnen sind, dargestellt. Diese Anteile beziehen sich auf den Jahresenergieverbrauch des Haushalts.

EMS own energy consumption as a share of household electricity consumption

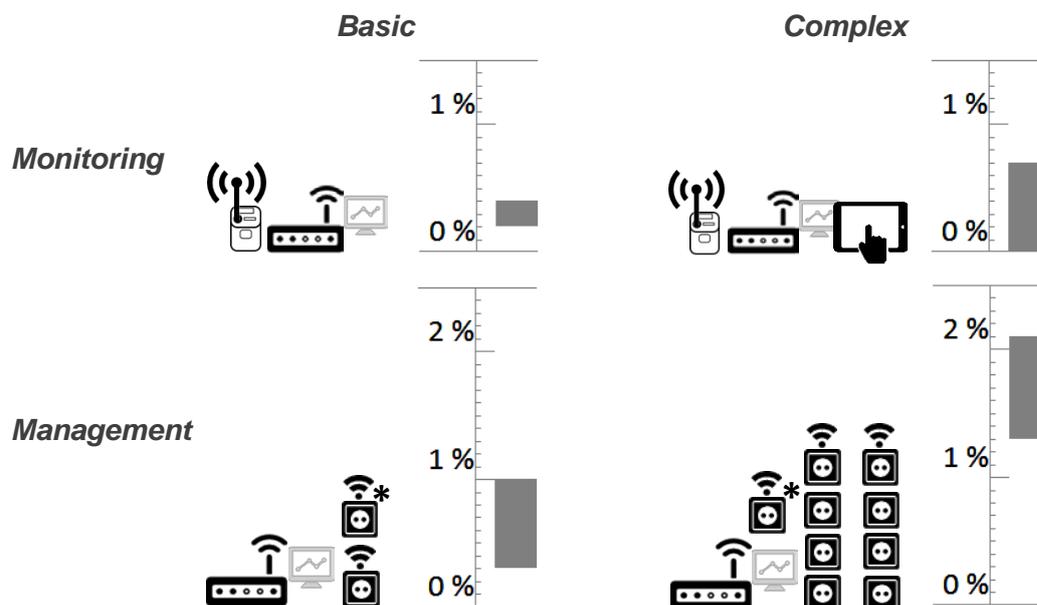


Abbildung 16: Darstellung der Bereiche für den Eigenenergieverbrauch von EMS als Anteil (%) des Jahresenergieverbrauchs eines Haushalts in vier verschiedenen technischen Installationsszenarien

Um Monitoring des Stromverbrauchs des gesamten Haushalts zu ermöglichen, benötigen die verschiedenen Systeme zwischen 0,002 % bis 0,7 % des Haushaltsverbrauchs. Einfache Energiemanagementsysteme benötigen zwischen 0,3 % und 1,0 % während komplexe Managementsysteme zwischen 1,3 % und 2,1 % des durchschnittlichen Haushaltsverbrauchs für sich beanspruchen.

Um die landesweiten Auswirkungen einer flächendeckenden EMS-Verbreitung beurteilen zu können, zeigen die folgenden beiden Grafiken die Größenordnungen des Eigenenergieverbrauchs von Monitoring- und Management-Systemen als Funktion der Marktdurchdringung im Land.

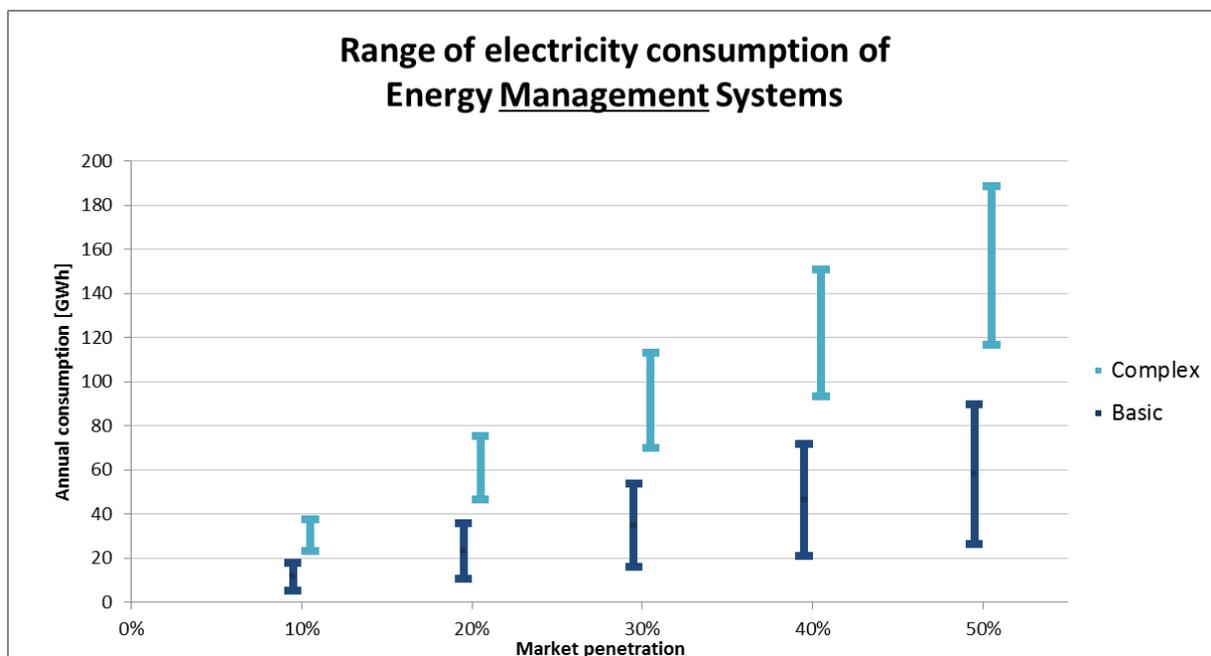
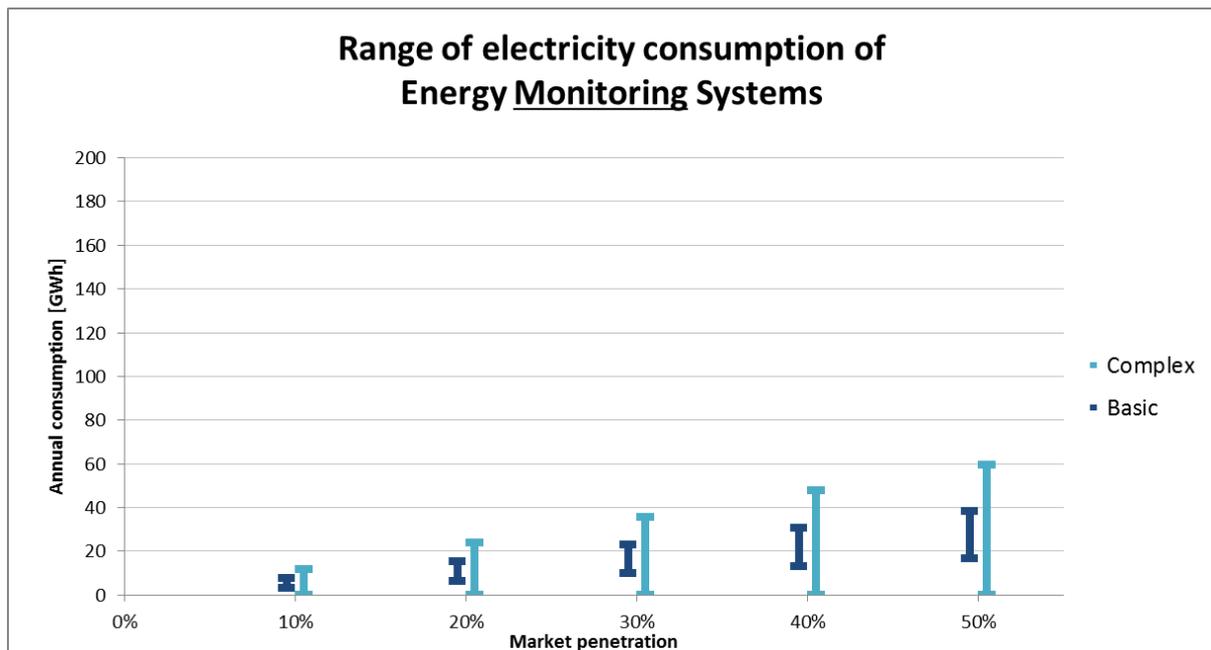


Abbildung 17: Bandbreite des Gesamtstromverbrauchs von Energiemonitoring- und Energiemanagementsystemen in Österreich als Funktion der Marktdurchdringung.

Hauptergebnis:

Die Unterschiede im Eigenenergieverbrauch der untersuchten Systeme sind erheblich – auch bei ähnlichem oder gar identischem Funktionsumfang. Die Installation von EMS kann mit bis zu 2,1 % zum Stromverbrauch eines Haushalts beitragen. In einem Szenario mit 50% EMS-Marktdurchdringung könnte der Energieverbrauch im Haushaltssektor um bis zu 189 GWh pro Jahr ansteigen. Dies entspräche 18 % der erzeugten Energie des Wiener Donauflusskraftwerks Freudenu und würde die erwarteten Einsparungseffekte durch Installation der Systeme zum Teil wieder kompensieren. Somit ist klar, dass die Eigenenergieverbräuche dieser Systeme minimiert werden sollten.

4 Vernetzung und Ergebnistransfer

4.1 Österreichische Zielgruppe

Zur Österreichischen Zielgruppen zählen:

- Das BMVIT, welches zum einen durch die Leitung des Task 1, international in strategischen Fragen stark präsent ist und zum anderen durch die direkte Rückholung der Ergebnisse nach Österreich hier den neuesten Wissensstand in die Entwicklung neuer Strategien einfließen lassen kann.
- Die Energiewirtschaft, welche zum einen als Anbieter von EMS auftritt und zum anderen für die Ausrollung der SMI verantwortlich sind.
- SMI und EMS Hersteller, und hier vor allem Österreichische Start-ups, die durch die frühe Einbindung von Energieeffizienz-Überlegungen einen klaren Marktvorteil erreichen können.
- Interessenvertretungen, welche Informationen zu Entwicklungen in diesem Bereich sowie zu kommenden internationalen und nationalen Regulierungen an ihre Mitglieder weitergeben können.

4.2 Einbindung der nationalen Stakeholder

Zur Vernetzung mit den nationalen Stakeholdern wurde im März 2016 ein Workshop zum Thema Eigenenergieverbrauch von Energiemonitoringsystemen veranstaltet. Durch diesen Workshop konnten 20 österreichische Stakeholder zu diesem Thema an einen Tisch gebracht werden. Dabei waren TeilnehmerInnen aus der Wissenschaft, dem BMVIT, sowie Interessensvertretungen aus Wirtschaft und Industrie. Der Workshop bot eine perfekte Umgebung zur Rückholung des Wissens nach Österreich und der Förderung des nationalen Netzwerks in diesem Bereich zur weiteren Dissemination der Ergebnisse. Die aktive Diskussion unter den TeilnehmerInnen sowie die Anregungen zu den Präsentationen an diesem Workshoptag boten beste Voraussetzungen zur Entwicklung des zweiten Hauptergebnisses des EDNA Task 1, des White Papers.

5 Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen

Da die Themen EMS und SMI weitgehend getrennt bearbeitet wurden und sich kaum überlappend zutreffende Ergebnisse abzeichneten, werden die Erkenntnisse aus dem Projekt getrennt in den folgenden beiden Unterabschnitten beschrieben.

5.1 Haupterkenntnisse aus dem Bereich SMI

Bewusstsein für Eigenenergieverbrauch immer noch niedrig

Auf Basis der Auswertung der Befragung der IEA Mitgliedsländer geht klar hervor, dass sich das Bewusstsein für das Thema des Eigenenergieverbrauchs von Smart Metering Infrastruktur nicht wesentlich vergrößert hat, seit das Projekt SMART METERING consumption im Jahr 2012 abgeschlossen worden ist. Im Themenkomplex der laufenden Smart Metering Rollouts scheinen andere Themen prominenter platziert zu sein und höhere Priorität zu bekommen.

Davon abgesehen scheint es für die Regierungen oftmals unklar zu sein, welche Arten von Smart Metering Systemen und Produkten zum Einsatz kommen sollen bzw. von den Netzbetreibern und Energieversorgern favorisiert werden. Die meisten EDNA Mitglieder konnten keine Informationen über die Zähler bekanntgeben. Infolge war es den Delegierten nicht möglich, präzise und weiterführende Informationen zu diesem Thema bereitzustellen. Entscheidungsträger würden von klarerer Information und detaillierteren Daten profitieren.

Smart Meter wesentlichste Komponente bei Eigenenergieverbrauch der Smart Metering Infrastruktur

Daten aus dem Projekt SMART METERING consumption zeigten, dass der Zähler nach wie vor die mit Abstand wichtigste energieverbrauchende Komponente der SMI darstellt. Er trägt mit einem Anteil von 76% bis 98% zur systemweiten durchschnittlichen Leistungsaufnahme bei. Dies trifft auf alle Installationsszenarien zu, soweit sie von den EDNA Mitgliedsländern recherchiert und beschrieben wurden. Es ist aus dem SMC Projekt bekannt, dass die Kommunikationstechnologie den Schlüsselfaktor darstellt, um den Energieverbrauch der Smart Meter zu beeinflussen. PLC Smart Meter (Kategorie A) tendieren am stärksten zu hohen Eigenenergieverbräuchen, während Funk-Zähler (Kategorie C) bei weitem effizienter arbeiten (vgl. Abbildung 8). Um also eine systemweit niedrigen Eigenenergieverbrauch erzielen zu können, ist es von zentraler Bedeutung, eine energieeffiziente Kommunikationstechnologie einzusetzen, die einen niedrigen Zähler-Eigenverbrauch und infolge einen niedrigen systemweiten Verbrauch ermöglicht.

Wahl der Technologie hat Langzeiteffekte

Aus den Untersuchungen wurde deutlich, dass in den EDNA Mitgliedsländern mehrere verschiedene Kommunikationstechnologien von den Netzbetreibern implementiert werden. Diese lassen sich unterteilen in PLC, GPRS und direkte Funkübertragung bzw. Funknetze (meshed radio). Innerhalb jeder dieser Hauptkategorien gibt es eine Menge von Sublösungen (verschiedene Standards für PLC,

proprietäre Lösungen, etc.). In der Regel sind diese Technologien zueinander nicht kompatibel und können auch nur unter Umständen nebeneinander betrieben werden. In manchen Fällen erlauben bzw. begünstigen die geografischen Gegebenheiten eine spezifische Technologie, während in den meisten Fällen alle verfügbaren Technologien miteinander konkurrieren. Es ist wesentlich zu verstehen, dass nachdem die Wahl auf eine bestimmte Technologie gefallen ist, der Weg für die nächsten 20 bis 30 Jahre weitgehend gefestigt ist und nur schwer verlassen werden kann – wenn, dann ist dies mit enormen Neuinvestitionen verbunden. Der beschrittene Pfad bestimmt nicht nur den Eigenenergieverbrauch der Infrastruktur für die kommenden Jahre, sondern auch die verfügbaren Features, die Interoperabilität sowie die Erweiterungsmöglichkeiten sowohl aus Nutzersicht wie aus Sicht der Netzbetreiber.

Strategien für SMI und EMS gegenwärtig voneinander entkoppelt

Die Untersuchung zeigt, dass es sehr wenige Fälle gibt, in denen Smart Meter Rollout Pläne unmittelbar mit der Einführung oder dem Rollout von EMS verbunden sind oder gar bestimmte Feedback-Möglichkeiten verpflichtend machen. Das einzige Land, in dem eine solche Policy gewählt wurde, ist das Vereinigte Königreich.

EMS werden in naher Zukunft mit hoher Wahrscheinlichkeit den Markt erschließen, wenn nicht überschwemmen. Smart Meter können teilweise als Türöffner für Energiemonitoring gesehen werden, wenngleich nach aktuellem Stand die Möglichkeiten mit der zur Verfügungstellung von optischen Schnittstellen am Gerät bzw. mit den parallel von den Energieversorgern betriebenen Onlineplattformen ziemlich eingeschränkt sind. In manchen Ländern spielen die EVU zu dem Zweck eine fixe Rolle und sind verpflichtet, Webportale zu betreiben, um den Nutzern die Verbrauchszahlen des vorangegangenen Tages darzustellen.

Erwartete Veränderung des Nutzerverhaltens erfordert Echtzeit-Feedback

Alleine die Einführung von Smart Metern führt noch nicht zu einer Veränderung des Nutzerverhaltens. Es ist notwendig, die passenden Möglichkeiten für Feedback an die Endverbraucher anzubieten. Gemäß einer Vielzahl von Forschungsprojekten und Pilotuntersuchungen bei Energieversorgern funktioniert dies am besten unter den folgenden Umständen:

- Das Feedback soll in einer möglichst simplen Form aufbereitet werden und abstrakte Indikatoren oder zu verwirrende periphere Information vermeiden.
- Das Feedback zum Stromverbrauch sollte so zeitnah wie nur möglich gegeben werden, das System sollte also „echtzeitfähig“ sein. Nur dann ist den Nutzern die Chance gegeben, ihren Status vor und nach der Einführung einer neuen Effizienzmaßnahme zuverlässig zu vergleichen (Beispiel: Installation eines Bewegungsmelders).
- Bei den Verbesserungen handelt es sich um keine kontinuierlichen Prozesse. Infolge bleibt es fraglich, ob eine permanente Versorgung mit Information tatsächlich hilfreich ist. Viele Forschungsprojekte haben gezeigt, dass sich Verhaltensänderungen unmittelbar nach Einführung/Installation eines neuen Monitoring-Features einstellen, aber nicht langfristig

andauern. Die Anfangsdynamik verebbt und mündet in stagnierende Einsparungen bzw. einen teilweise rückläufigen Verlauf der zunächst dazugewonnen Effizienz.

„Weiche“ Phase-out Strategien liegen vor

Als Schlüsselergebnis ging aus der Schweizer Fallstudie hervor, dass es durchaus Möglichkeiten gibt, den Energieaufwand für das Rohmaterial, die Herstellung, Distribution, Installation und Nachgebrauchsphase im Produktleben der Smart Meter zu berücksichtigen. Weiters ist es möglich, den Tauschprozess in die regulär geplanten Nacheichprozeduren zu integrieren, die zu den Routinearbeiten am Zählerpark der Netzbetreiber zählen.

Zähler, die noch ordentlich und vollständig funktionieren werden so lange wie möglich beibehalten. Entscheidungen über vollständige Austauschvorgänge innerhalb eines „Lots“ werden auf der Basis statistisch signifikanter Stichproben gefällt.

Low Power Smart Meters – Synergien in der Infrastruktur

Langzeiterfahrungen aus den Bereichen des Gas-, Wasser- und Wärme-Zählwesens zeigen einen bemerkenswert niedrigen Stromverbrauch von batteriebetriebenen Zählern. Dies sowie die grundlegenden Unterschiede in der AIP verschiedener Kommunikationstechnologien zeigen, dass es großes Verbesserungspotenzial gibt, das in intelligente Strategiemeasures übergeführt werden könnte.

Da es bei zukünftiger Smart Metering-Technologie in den nächsten Jahrzehnten etliche Neuerungen geben wird, könnte dies durch Synergieeffekte bei Kommunikations- wie auch Visualisierungstechnik die Effizienz der installierten Infrastruktur weiter erhöhen. Dies sollte berücksichtigt werden, wenn es darum geht, Strategien für die Einführung von Smart Metern festzulegen. Beispielsweise berücksichtigt der Rollout Plan für Smart Metering im Vereinigten Königreich auch die geplanten Austausch der Gas- und der Wasserzähler und sieht daher explizit vor, kompatible Kommunikationstechnologien für alle diese Sparten zu verwenden. Dies ist ein gutes Beispiel dafür, dass geschickt angelegte Strategien zur Ausrollung nötig sind, damit Synergieeffekte auch langfristig und in späteren Installationen/Systemerweiterungen genutzt werden können.

5.2 Hauptkenntnisse aus dem Bereich EMS

Die Untersuchungen haben klar gezeigt, dass der Eigenenergieverbrauch von EMS signifikant sein kann und in einigen Fällen auch die erwarteten Effizienzsteigerungen zufolge veränderten Nutzerverhaltens wieder wettmachen kann. In diesem Kontext ist es notwendig, EMS als Ganzes zu verstehen und zu entscheiden welche einzelnen Features notwendig sind und die Geräte oder Komponenten zu identifizieren, die das größte Potenzial zur Effizienzsteigerung mit sich bringen.

Konzentration auf den Hauptzweck der EMS

Ein System muss nicht alle verfügbaren Daten aufzeichnen, sondern sollte dem Anwender nur die benötigte Information übermitteln. EMS Hersteller müssen sorgfältig auswählen, welche Daten

gemessen, geloggt und angezeigt werden sollen, um die Kernfunktion zu erfüllen, die darin besteht den Anwendern zu helfen, ihre Verbräuche zu reduzieren. Dies ermöglicht Herstellern exakt zu definieren, welche Geräte benötigt werden um die gewünschte Funktion zu bieten. Um relevante von irrelevanter Information zu trennen, sollten EMS Hersteller und Installateure in der Lage sein, den Zweck jedes Datensatzes und den dahinterstehenden Nutzen zu benennen. Dazu ist eine Unterscheidung zwischen Langzeitanalysen und Echtzeitinformation von Nöten, genauso wie eine Unterscheidung zwischen unmittelbar „verbrauchsreduzierenden“ Funktionen und zusätzlichen Funktionen. Praktisch bedeutet dies, dass die Hersteller sorgfältig berücksichtigen sollten, welche Funktionen das System wirklich bieten muss und welche Geräte tatsächlich zur Erfüllung dieser benötigt werden. Um bei den oben hervorgehobenen Funktionen zu bleiben, muss ein System den Verbrauch messen, loggen und visualisieren können. Die einzelnen Systeme ziehen unterschiedliche Geräte und Strategien heran, um diese Funktionen zu erfüllen.

Messen:

Es gibt verschiedene Techniken, um zu Messdaten zu kommen. Ein möglicher Zugang ist es, einen Sensor oder eine Schnittstelle zum Stromzähler zu benutzen, um den Gesamtverbrauch am Zählpunkt zu einem Hub oder auch auf direktem Weg zu einer Anzeige zu übertragen. Die meisten dafür verwendeten Transmitter leiten die Information zu Hubs weiter. In einem der drei untersuchten Monitoringsysteme mit Displays kommuniziert der Transmitter direkt mit dem Display und macht somit den Hub entbehrlich. Dieses Modell ist insofern interessant, als der anteilmäßig hohe, permanente Energieverbrauch des Hubs somit entfällt.

Weitergehende Untersuchungen könnte sich mit den besten Beispielen energieeffizienter Technologien beschäftigen, wobei nicht nur Lösungen mit dedizierten Displays zum Fokus gehören sollten, sondern auch solche Lösungen, die mit existierender Infrastruktur (zB. Webportalen) arbeiten, um sowohl dedizierte Displays wie auch dedizierte Hubs vermeidbar zu machen.

Ein anderer möglicher Zugang zu Messungen stützt sich auf Einzelpunktmessungen mit Smart Plugs, die ihre Informationen an einen Hub weiterleiten. Die Anzahl installierter Smart Plugs hat direkten Einfluss auf den Gesamtenergieverbrauch des Systems, der sich mit jedem zusätzlich installiertem Gerät erweitert. Vor diesem Hintergrund sollten die Anwender die tatsächlich benötigte Anzahl benötigter Smart Plugs gut überlegen. Dazu muss klar sein, welchen Nutzen jeder einzelne Smart Plug erfüllen soll.

Weiters dürften direkte Rebound-Effekte die potenziellen Einsparungen zum Teil wieder wettmachen. Wenn der Verbrauch im Off-Mode der Smart Plugs bereits den Standby-Verbrauch des zu schaltenden Verbrauchers überschreitet, verkehrt sich der mögliche Vorteil der durch Smart Plugs erzielbar wäre, ins Negative. Dies trifft vor allem auf Geräte zu, die sich heutzutage bereits durch einen (regulierten) niedrigen Standby-Verbrauch auszeichnen, so zum Beispiel Fernseher, Ladegeräte für Mobiltelefone oder auch Küchengeräte wie Kaffeemaschinen.

Als konkretes Beispiel, für das dies zutrifft, sind in der EU verkaufte Fernsehgeräte zu nennen. Deren Leistungsaufnahme im Standby-Betrieb ist durch die Ökodesign-Richtlinie auf 0,5 W limitiert. Alle in diesem Projekt gemessenen Smart Plugs besitzen einen vergleichbaren oder auch größeren

Eigenenergieverbrauch im Off-Mode. Die Installation eines Smart Plugs, mit der Hoffnung, den Standby-Verbrauch eines Fernsehgeräts zu eliminieren, würde somit bloß den parasitären Energieverbrauch erhöhen: Zum Verbrauch des Fernsehgeräts im On- oder Standby-Mode käme der Verbrauch des Smart Plugs im On-Mode hinzu.

Diese Fälle müssen klar von jenen Fällen unterschieden werden, in denen EMS zu deutlichen Einsparungen führen können. So zum Beispiel bei der Steuerung von Warmwasserboilern oder Wärmepumpen.

Loggen:

Beide beschriebenen Zugänge benötigen (unter Berücksichtigung der erwähnten Ausnahmen) einen dedizierten Hub, der eine gewisse, permanente Leistungsaufnahme aufweist. Die Klärung der Frage, ob der Hub aus dem System entfernt werden oder durch existierende Infrastruktur ersetzt werden kann, könnte zu deutlichen Einsparungen im Eigenenergieverbrauch des Gesamtsystems führen.

Es sollte weiters berücksichtigt werden, dass ein sehr großer Anteil der generierten Daten dieser Systeme gespeichert, geschützt und analysiert werden muss. Dies generiert weiteren signifikanten Energieaufwand in Server-Farmen und anderer Infrastruktur. Damit kommt auch die dritte Funktion ins Spiel, die Visualisierung.

Visualisieren:

Manche der untersuchten Systeme haben dedizierte Displays, die auf den ersten Blick nicht wie notwendige Systemkomponenten erscheinen, zumal deren Funktion auch durch bereits existierende Infrastruktur bereitgestellt werden kann. Dennoch können die energieeffizienten Ausführungen dieser Displays, deren kurze Einsatzzeiten und der gegebene Zusatznutzen für manche Nutzergruppen (z.B. ältere Menschen) dafür sorgen, dass ihre funktionalen Vorteile den zusätzlichen Energieverbrauch überwiegen, sofern ein intelligentes Power Management bei den Displays implementiert wurde.

Ein bedeutender Vorteil dedizierter Displays ist die Tatsache, dass Daten lokal abgespeichert und visualisiert werden können und somit das Datenschutzproblem einfach umgangen werden kann. Sensoren können ihre Informationen direkt an Anzeigeeinheiten übertragen, die minimalen Energiebedarf aufweisen. Die Alternative zu dedizierten Displays ist die Verwendung von Smartphone-Apps oder von Software, was jedoch wiederum zusätzliche Infrastruktur erfordert – infolge einen Energieaufwand, der dazu benötigt wird, die Sensordaten in ein Netzwerk zu befördern. Soweit die benötigten Geräte eines Systems alle identifiziert wurden, ist die nächste Frage, in welchen Betriebszuständen die einzelnen Geräte arbeiten.

Benötigte Netzwerkverfügbarkeit sichern

In diesem Kontext wurde klar, dass die meisten Geräte nur in geringem Ausmaß Netzwerkverfügbarkeit aufweisen müssen und dass das Kommunikationsprotokoll einen "Aufwach"-Befehl bereitstellen sollte. Die EMS Geräte sind generell entsprechend eines Zeitprofils programmiert und können autonom laufen.

Die Daten müssen lediglich auf Abruf verfügbar sein. Das System muss nur zum gegebenen Zeitpunkt aus dem Sleep-Mode „aufwachen“, um Daten zu übertragen oder Lasten wie gewünscht schalten zu

können. Manche Sicherheitssysteme oder Home Automation Funktionen erfordern hohe Verfügbarkeit und kurze Antwortzeiten, diese können aber separat und müssen nicht gemeinsam mit EMS definiert werden. Um diese Funktionen zu erlauben, müssen die Kommunikationsprotokolle die Möglichkeit bieten, ein „Aufwach“-Signal abzusenden, sodass die Geräte bei Bedarf aus dem Sleep Mode aufgeweckt werden können. Dies würde den Energieverbrauch dieser Geräte erheblich senken, indem die Zeiten mit hoher Netzwerkverfügbarkeit auf das tatsächlich erforderliche Maß reduziert werden.

Messen:

Alle untersuchten Transmitter waren batteriebetrieben und verbrauchten infolge sehr wenig Energie. Dazu verhelfen im wesentlichen zwei Faktoren: effiziente Komponenten und Energiespar-Einstellungen – etwa, indem der Transmitter die Häufigkeit seiner Übertragungen reduziert, wenn der Verbrauch des Smart Meters konstant bleibt. Sobald eine signifikante Änderung erkannt wird, steigt die Übertragungshäufigkeit wieder an. Diese Geräte benötigen – wenngleich sie sehr effizient sind – für ihren Betrieb Batterien. Eine weitverbreitete Inverkehrbringung dieser Geräte könnte zu einem erheblichen Anstieg des Batterieabfalls beitragen.

Smart Plugs werden verwendet, um Stromverbräuche zu messen und Lasten für Energiemanagementanwendungen zu schalten. Zwischen den verschiedenen Produkten liegen oft große Unterschiede im Eigenenergieverbrauch. Die Schlussfolgerung liegt nahe, dass prinzipiell Technologien existieren, um den Eigenenergieverbrauch deutlich zu reduzieren, gerade in Bezug auf den Off-Mode. Diese Geräte kennen zwei Zustände: Das angeschlossene Gerät ein- bzw. auszuschalten. Es sollte möglich sein, für beide Zustände Verbrauchs-Grenzwerte einzuführen.

Loggen:

Hubs spielen bei neun der zehn untersuchten Systeme eine zentrale Rolle. Die Hubs, die im Rahmen des Projekts gemessen wurden, übertragen die Messdaten vom lokalen Netzwerk zu einem WiFi Netzwerk, um den AnwenderInnen einen Online-Zugang zur gewünschten Information zu verschaffen. In Management-Systemen übertragen sie auch Steuersignale zu den Aktoren. Die Hubs sind infolge permanent im On-Mode und kommunizieren im Netzwerk. Gemeinsam mit den Smart Plugs bilden sie vom Standpunkt des Eigenenergieverbrauchs her die wichtigsten Komponenten von EMS. Es liegt ein sehr großer Unterschied zwischen dem Eigenenergieverbrauch von batteriebetriebenen und am Stromnetz betriebenen Geräten, wenngleich noch nicht völlig geklärt ist, ob die verschiedenen Hubs auch tatsächlich alle dieselbe Funktionalität bieten. Strenge Grenzwerte für diese Gerätetypen würden den Gesamtenergieverbrauch von EMS stark beeinflussen, zumindest in allen Fällen, in denen auf diese Geräte systembedingt nicht gänzlich verzichtet werden kann.

Die beiden Hubs, die im Projekt über einen längeren Zeitraum hinweg gemessen wurden, zeigten im keinerlei periodischen Änderungen im Eigenenergieverbrauch, womit klar liegt, dass sie wohl permanent kommunizieren (direkt bzw. in Form von Repeating-Funktionen). Dies legt die Vermutung nahe, dass hier noch große Energieeinsparungspotenziale liegen. Speziell aufgrund der Tatsache, dass ja nur dann kommuniziert werden muss, wenn tatsächlich Informationen abgefragt werden, bzw. der Anwender ein Steuersignal an einen Knoten absendet.

Visualisieren:

Displays können im Betrieb sehr energieintensiv arbeiten. Daher ergibt sich die Frage, wie das geeignete Energiemanagement dazu aussieht. Displays, wie durch ihre Hauptfunktion definiert, werden generell nur während sehr kurzen Zeitabschnitten aktiv benutzt, um Informationen für den User anzuzeigen. Intelligente Energiemanagement-Funktionen, wie Sleep-Modes oder Auto-Power-Off-Modes in Kombination mit physischen Einschalttastern können die effektive Nutzungszeit dieser Geräte erheblich senken, bevor strenge Energieverbrauchsschranken für diese Betriebszustände definiert werden müssen. Aufgrund der kurzen aktiven Periode spielt die Wahl der Display-Technologie eine untergeordnete Rolle gegenüber dem intelligenten Energiemanagement. Speziell batteriebetriebene Anzeigen können sehr effizient sein, obgleich sie wiederum zu einem erhöhten Abfallaufkommen bei Batterien führen. Mit am Stromnetz betriebenen Displays können auch die Verluste in den Netzteilen relevant werden. Die Idee, dass einzelne Komponenten von Geräten relevant werden, wenn intelligentes Power Management und effiziente Technologien angewandt werden, bringt uns zur nächsten Erkenntnis.

Mit Verbesserungsmaßnahmen bei relevanten Komponenten ansetzen

Um längerfristig sicherzustellen, dass die Systeme ihrem eigentlichen Zweck angepasst sind, sollten die Hersteller regelmäßige Neubewertungen ihrer Geräte und Systeme durchführen. So kann sichergestellt werden, dass der Schwerpunkt für Verbesserungen auf den richtigen Komponenten und Geräten des Systems liegt. Die Reduktion des Eigenenergieverbrauchs der Komponenten bedeutet, dass andere Komponenten, die zuvor vielleicht nicht berücksichtigt worden waren, nun relevant werden. Dabei kann es sich z.B. um die Steuereinheit des Systems handeln, oder auch die Stromversorgung, wie oben erwähnt. Produktentwickler sind oft überrascht, wenn sie herausfinden, dass zuvor vernachlässigbare Komponenten in den Vordergrund der Betrachtung rücken, wenn Effizienzmaßnahmen den Eigenenergieverbrauch der Hauptkomponenten erfolgreich reduziert haben. Iterative Assessments sorgen dafür, dass die Entwickler kontinuierlich und unvoreingenommen das Augenmerk auf die richtigen Komponenten lenken.

Effizienzsteigernde Einstellungen standardmäßig aktivieren

Um sicherzustellen, dass die Anwender vollen Nutzen aus den Produkten ziehen können, sollten die Energieeffizienzeinstellungen standardmäßig gesetzt sein. Das bedeutet schlicht und einfach, dass die Geräte bereits im Auslieferungszustand entsprechend konfiguriert sein sollen und die Hersteller die entsprechenden Funktionen nicht nur integrieren (Anm.: Hier geht es in vielen Fällen allein um unterschiedliche Firmware-Setups), sondern auch dafür sorgen, dass die angestrebten Energiesparvorteile auch auf direktem Weg die Kunden erreichen.

Sensoren und Smart Plugs müssen nicht permanent messen und kommunizieren, wenn es auch möglich ist, sie ausschließlich bei Bedarf „aufzuwecken“. Alternativ, oder in Kombination, gibt es einen fix eingestellten Zeitplan, dementsprechend diese aktiven Arbeitsprozesse in periodisch wiederkehrenden Phasen ablaufen. Damit kann in der verbleibenden Zeit wiederum Energie gespart werden. Solche Betriebsmodi sollten von vorneherein aktiviert sein und bei der Entwicklung der

Systeme berücksichtigt werden. Es gibt zahlreiche Anwendungsbeispiele aus anderen Gebieten der Kommunikations- und Netzwerktechnik, insbesondere aus den Bereichen, in denen batteriebetriebene Geräte zum Einsatz kommen.

Beispiel zum Daten loggen:

Der Hub muss nicht ständig kommunizieren. Er kann so programmiert sein, dass er sich an einem periodischen Arbeitszyklus orientiert und in praxisgerechten Zeitabständen seine Daten übermittelt, sofern dies das verwendete Kommunikationsprotokoll zulässt. Idealerweise ist dies die Standardeinstellung für Hubs von EMS.

Beispiel zum Daten visualisieren:

Displays müssen nur bei Bedarf verfügbar sein. Sie können einen physischen Ein-/Aus-Taster besitzen, der in Kombination mit einem programmierten Ausschaltvorgang, der nach einigen Minuten Inaktivität ausgelöst wird. Eine solche Ausführung würde die Funktionalität oder Attraktivität des Systems in keiner Weise schmälern.

Personal in Installations- und Wartungstechnik für kontinuierliche Effektivität konditionieren

Sofern die Produkte ausgeliefert worden sind, ist der nächste wichtige Schritt, sie richtig in Betrieb zu nehmen. In diesem Sinne ist es wichtig, treffsichere Instruktionen zu geben, die neben der Installation und Inbetriebnahme auch noch auf Wartung und Optimierungsmöglichkeiten Bezug nehmen. Prinzipiell fehlt es oft an Know-how über die Einzelheiten zur Installation und insbesondere die Wartungsmaßnahmen komplexerer Produkte oder Systeme²¹. Das bedeutet, dass das maximal erzielbare Einsparungspotenzial in vielen Fällen komplexer Installationsvorgänge nicht erreicht wird. Trainings und Kurse könnten nötig sein, um Elektroinstallateure richtig vorzubereiten. Im Gegenzug könnte dies das klassische Berufsbild für zukünftige Lehrlinge interessanter machen und die Branche attraktivieren.

Im Rahmen der Wartung steht im Vordergrund, die kontinuierliche Effektivität des Systems sicherzustellen. Dies trifft sowohl auf komplexe Automatisierungssysteme wie auch simple EMS zu. Die Erkenntnisse zur erhobenen Nutzungsfrequenz zeigen, dass die AnwenderInnen mit der Zeit ihr Interesse verlieren, wenn das Setup bei Erstinstallation und einer gewissen Optimisierungsphase abgeschlossen ist. Periodische Wartung, Erinnerungsmechanismen und Interaktionen mit den AnwenderInnen dürften nötig sein, um die „erwarteten“ maximalen Effizienzsteigerungen auch langfristig zu halten und sicherzustellen, dass die eingesetzten Monitoringsysteme nicht lediglich zu weiteren Energieverbrauchern werden, die gar nicht mehr die Funktionen und Vorteile, die man sich ursprünglich erhoffte, erfüllen.

21 Harnisch, J. (2016)

5.3 Weiterführende Verwertung der Arbeit

Folgende Zielgruppen ziehen aus den Projektergebnissen einen Nutzen:

- Das BMVIT und weitere Ministerien können die gewonnen Erkenntnisse in die Entwicklung neuer Strategien einfließen lassen.
- Die Energiewirtschaft und Netzbetreiber können die Erkenntnisse in Ausschreibungsverfahren und Rollouts nutzen um technologisch offene Lösungen gezielt zu implementieren und durch makroökonomische Effekte erhebliche Mengen an Energie für die Zählerinfrastruktur einsparen.
- SMI und EMS Hersteller erkennen, dass der Eigenenergiebedarf dieser Systeme ein Thema ist welches als relevant erkannt wird, gut kommunizierbar ist und können somit durch die frühe Einbindung von Energieeffizienz-Überlegungen einen klaren Marktvorteil erreichen.
- Interessenvertretungen, vor allem die der Elektroinstallateure, können rechtzeitig Vorkehrungen für den Schulungsbedarf treffen und Informationen zu Entwicklungen in diesem Bereich sowie zu kommenden internationalen und nationalen Regulierungen an ihre Mitglieder weitergeben.

5.4 Neue IEA-Forschungspläne

Die Arbeitsbereiche des EDNA werden in der untenstehenden Grafik, schematisch dargestellt:

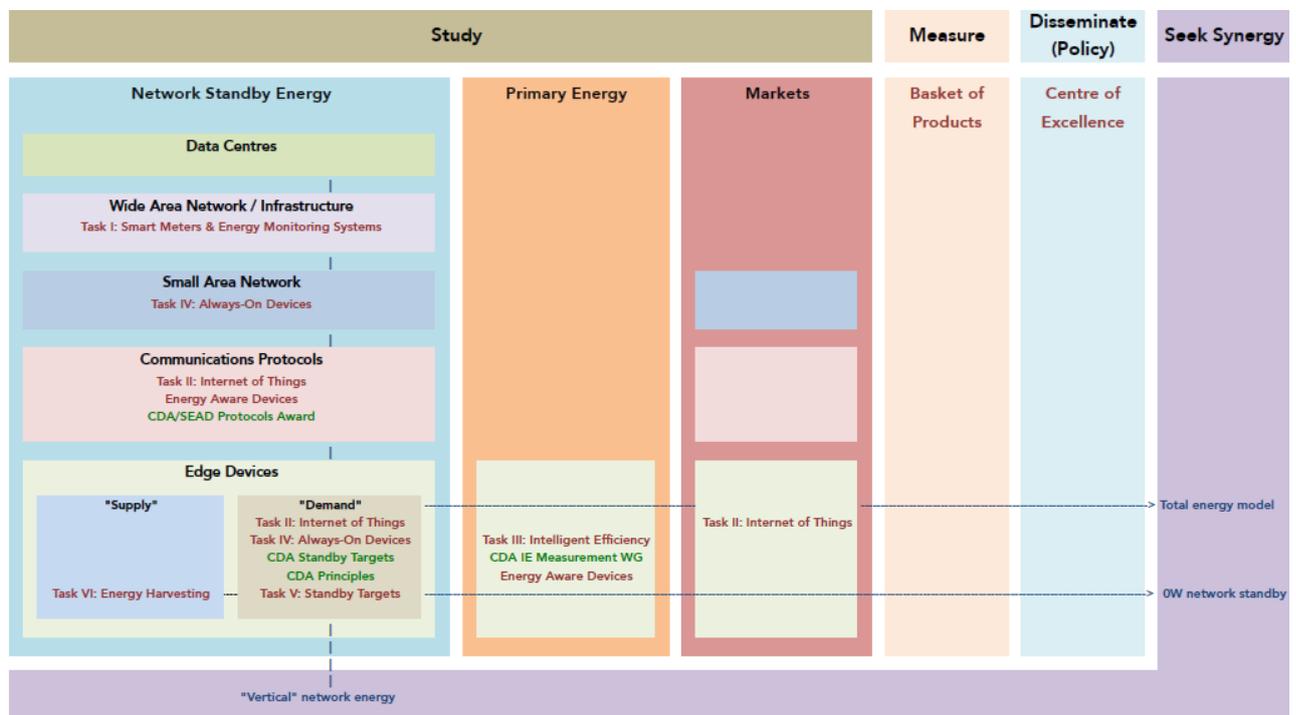


Abbildung 18 Schematische Darstellung der EDNA Arbeitsbereiche

Dieser Überblick zeigt die verschiedenen Ebenen, auf denen durch die EDNA Tasks eine Wissensbasis für EntscheidungsträgerInnen und weitere Stakeholder geschaffen wird. Der Großteil der Arbeit beschäftigt sich mit Endknotengeräten, sogenannten "Edge devices". Der durch Österreich geleitete Task hat sich mit den Auswirkungen einer Verbreitung von SMI und EMS befasst.

Die Bereiche "Markets" und "Seek Synergy" (mit anderen Initiativen innerhalb und außerhalb des Technology Cooperation Programms) wurden als Schwerpunktbereiche für zukünftige EDNA Arbeiten identifiziert. Zum Beispiel könnte das Thema "Energy efficiency of electric vehicle chargers" ein Beispiel einer solchen Kooperation werden. Durch die Verbreitung von e-mobility Ladesystemen in Europa, gefördert durch Regulierungen zu neuen Gebäuden ist dieses Thema höchst aktuell und relevant und wird derzeit durch keinen anderen IEA TCP abgedeckt.

Als konkrete aufbauende Arbeiten sind ab 2017 im Rahmen des IEA-4E EDNA folgende Themen geplant:

1. Intelligent efficiency
2. Basket of products testing
3. Vorschläge und Ausarbeitung von Konzeptpapieren (scoping studies) zu folgenden 4 Themen:
 - a. IoT as enabler
 - b. Energy harvesting technologies
 - c. Energiemonitoringsysteme
 - d. Effizienz von E-Mobility Ladetechnik

Weitere Interessenbereiche für zukünftige Arbeit im EDNA sind netzwerkgebundene Heizungsregelungen, wobei ein besseres Verständnis zu den nötigen Aufwänden und erzielbaren Einsparungen gewonnen werden soll.

EDNA beginnt nun auch damit den Einfluss und die Implikationen von Software updates auf die Energieeffizienz von Geräten zu erforschen. Dieses Thema findet nun auch Einzug in den Überarbeitungen der Ecodesign und der Energielabelling Direktiven der Europäischen Kommission. Darin stecken eine Vielzahl an Herausforderungen in den Änderungen von Auslieferungszuständen und der Identifikation der möglichen Umgehungen von Regulierungen, sogenannte „defeat mechanisms“.

6 Verzeichnisse

Literaturverzeichnis

Link zur Taskwebsite von EDNA:

<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/technologieprogramme/4e/iea-4e-annex-edna-task-1.php>

Diaz, A. (2012); Wimmer W.; Tomek S.; Klapproth A.; *Scoping Study Smart Metering Infrastructure*
<http://www.ecodesign-company.com/download/ScopingStudySmartMeteringInfrastructure.pdf?m=1473168021>

EC 2006, 2006/32/EG: Endenergieeffizienz- und Energiedienstleistungsrichtlinie
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1399375464230&uri=CELEX:32012L0027>

EC 2009, 2009/72/EG: Richtlinie über gemeinsame Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:211:0055:0093:de:PDF>

EC 2014 a. (17.06.2014) Commission Staff Working Document SWD(2014) 188 final - *Country fiches for electricity smart metering*, Brussels,
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX:52014SC0188>

E-Control (2015) *Einführung von intelligenten Messgeräten in Österreich*. Bericht der Energie-Control Austria:
<https://www.e-control.at/documents/20903/388512/Smart-Meter-Monitoringbericht-2015.pdf>

Harnisch, J. (2016) *Eltako – Switching on the future*, Präsentation beim EDNA Workshop “Auf der Suche nach Effizienz mittels ENERGIEMONITORING - Versprechen, Chancen, Möglichkeiten” 08.03.2016

Harrington, L. et Nordman, B. (2014) *Beyond Network Standby: A policy framework and action plan for low energy networks* available at:
http://standby.iea-4e.org/files/otherfiles/0000/0104/Network_Standby_Report_Final.pdf

IEA (2014) *More data, less energy: Making network standby more efficient in billions of connected devices*, International Energy Agency IEA and IEA 4E Standby Power Annex, Juli 2014:
<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/more-data-less-energy.html>

Netbeheer Nederland (14.03.2014) *Dutch Smart Meter Requirements (DSMR) – Main Document Version 4.2.2*,
<http://www.netbeheernederland.nl/themas/hotspot/hotspot-documenten/?dossierid=11010056&title=Slimme%20meter&onderdeel=Documenten&pageindex=1>

Preisel, M. (2012); Wimmer, W.; Frey, D.; Huser, A. *SMART METERING consumption – Eigenverbrauch von Stromzählern*
<http://www.ecodesign-company.com/download/SMARTMETERINGconsumption-EigenverbrauchvonStromzählern.pdf?m=1473168021>

Preisel, M. (2013); Diaz, A.; Wimmer, W. *Energy consumption of smart meters*
<http://www.ecodesign-company.com/download/EnergyConsumptionofSmartMeters.pdf?m=1473168021>

Sweeney, S. (2015) *Australia refines blueprint for smart meters*, Australian Utility Week 2015, 24-25 November 2015, Luna Park Sydney, Australia

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vorausschätzung zu weltweiten Smart Meter Installationen.....	7
Abbildung 2: Vereinfachte grafische Darstellung und Abgrenzung zwischen SMI und EMS	12
Abbildung 3: Zustand der Daten nach Modellierungsebenen (gültig für SMI und EMS)	16
Abbildung 4: Modellierungsebene "Bezugseinheiten".....	17
Abbildung 5: Modellierungsebene "Verbrauch je Bezugseinheit"	18
Abbildung 6: Modellierungsebene „Zuordnung zum Gesamtbestand“.....	19
Abbildung 7: Modellierungsebene "Hochrechnung"	20
Abbildung 8: Netzwerkmodell mit den vier verschiedenen Anbindungsarten zum Sammeln von Smart Metering Daten.	22
Abbildung 9: Vier Schritte zum Aufbau einer SMI-Fallstudie	23
Abbildung 10: Vier Schritte zum Aufbau einer EMS-Fallstudie	25
Abbildung 11: SMI-Hochrechnungsschema für eine fiktive Region mit Beispielzahlen.....	29
Abbildung 12: Eingabemaske für die SMI Fallstudien.....	29
Abbildung 13: Bandbreite möglicher Werte für die durchschnittliche Eingangsleistung (AIP), entsprechend der Linearkombination passender technischer Lösungen.....	30
Abbildung 14: Beispiel einer grafischen Darstellung des Eigenenergieverbrauchs im Haushaltsbereich, so wie er in den Fallstudien herangezogen wird.	32
Abbildung 15: Beispiel der grafischen Darstellung des Eigenenergieverbrauchs auf Länderebene (Darstellungsform für die Fallstudien)	32
Abbildung 16: Darstellung der Bereiche für den Eigenenergieverbrauch von EMS als Anteil (%) des Jahresenergieverbrauchs eines Haushalts in vier verschiedenen technischen Installationsszenarien	33
Abbildung 17: Bandbreite des Gesamtstromverbrauchs von Energiemonitoring- und Energiemanagementsystemen in Österreich als Funktion der Marktdurchdringung.	34
Abbildung 19 Schematische Darstellung der EDNA Arbeitsbereiche	44

Abkürzungsverzeichnis

AC – Alternating current (Wechselstrom)
AEC – Annual energy consumption (Jahresenergieverbrauch)
AIP – Average input power (durchschnittliche Eingangsleistung)
DCO – Data concentrator (Datenkonzentrator)
DSM – Distribution management system
DSO – Distribution system operator
EMS – Energiemonitoringsystem
EKZ – Elektrizitätswerke des Kantons Zürich
GPRS – General packet radio service
HAN – Home area network
HiNA – High network availability
IMA-VO – Intelligente Messgeräte-Anforderungs-Verordnung
IP – Internet protocol (Internetprotokoll)
LAN – Local area network
MP – Metering point(s) (Zählpunkt(e))
NIALM – Non intrusive apliance load monitoring
PLC – Power line communication
SM – Smart Meter
SMc – SMART METERING consumption (Projekttitel)
SMI – Smart Metering Infrastruktur
SP – Smart Plug
TS1 – Technical solution 1
TS2 – Technical solution 2
WAN – Wide area network