

IEA Energieeffiziente Endverbrauchsgeräte (4E) Annex Elektronische Geräte und Netzwerke (EDNA)

Arbeitsperiode 2017 - 2019

A. Díaz Triana

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

53/2019

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

Impressum

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

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

Auszugsweise Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet. Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Republik Österreich und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Nutzungsbestimmungen: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/impressum/>

IEA Energieeffiziente Endverbrauchsgeräte (4E) Annex Elektronische Geräte und Netzwerke (EDNA) Arbeitsperiode 2017 - 2019

Dr. Adriana Díaz Triana, Dr. Wolfgang Wimmer,
Dr. Rainer Pamminger, Tobias Riepl, Sophie Grünwald
ECODESIGN company engineering & management consultancy GmbH

Wien, Mai 2019

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms

IEA FORSCHUNGS
KOOPERATION

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.

DI Michael Paula

Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	6
Abstract	7
Abkürzungsverzeichnis.....	8
Einheitenverzeichnis	9
1. Einleitung	10
1.1. Allgemeine Einführung in die Thematik	10
1.2. Ausgangssituation – Motivation des Projektes.....	11
1.3. Stand der Technik	11
1.4. Vorarbeiten zum Thema.....	13
1.5. Kurzbeschreibung und Aufbau des Ergebnisberichts	14
2. Hintergrundinformation zum Projektinhalt.....	15
2.1. Beschreibung des österreichischen Projektpartners.....	19
2.2. Hintergrund der Projekte	19
2.2.1. Intelligent Efficiency.....	19
2.2.2. Energy Harvesting Technologien für IoT Edge Devices.....	20
2.2.3. Basket of Products Testing - Video Streaming Devices.....	20
2.2.4. Basket of Products Testing - Routers	21
2.2.5. Energy Efficiency of Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE)	21
2.3. Daten und Methodik der Projekte	22
2.3.1. Intelligent Efficiency.....	22
2.3.2. Energy Harvesting Technologies for IoT Edge Devices.....	23
2.3.3. Basket of Products Testing - Video Streaming Devices.....	23
2.3.4. Basket of Products Testing - Routers	24
2.3.5. Energy Efficiency of Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE)	25
3. Ergebnisse der Projekte	27
3.1. Intelligent Efficiency.....	27
3.2. Energy Harvesting Technologien für IoT Edge Devices.....	29
3.3. Basket of Products Testing - Video Streaming Devices.....	33
3.4. Basket of Products Testing - Routers	35
3.5. Energy Efficiency of Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE)	38
4. Vernetzung und Ergebnistransfer	41
4.1. Publikationen.....	41

4.2.	Vorträge und Workshops.....	42
4.2.1.	Vortrag über Intelligent Efficiency beim IEA-Vernetzungstreffen 2017.....	42
4.2.2.	EDNA Workshop über Energy Efficiency of Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE)	43
4.2.3.	Vortrag über EVSE auf der e-nova Konferenz 2018.....	44
5.	Schlussfolgerungen, Empfehlungen und Ausblick.....	46
5.1.	Intelligent Efficiency.....	46
5.2.	Energy Harvesting Technologies for IoT Edge Devices.....	47
5.3.	Basket of Products Testing.....	48
5.4.	Energy Efficiency of Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE).....	50
5.5.	Ausblick.....	51
6.	Literaturverzeichnis	53
7.	Glossar.....	58
8.	Anhang.....	60

Kurzfassung

Bis 2020 soll die Zahl netzwerkverbundener Geräte weltweit auf 50 Milliarden steigen. Diese bieten einerseits Nutzungsmöglichkeiten für ein verbessertes Energiemanagement, andererseits stellen sie selbst Energieverbraucher dar. Der Elektronische Geräte und Netzwerke Annex – EDNA (Electronic Devices and Network Annex) fokussiert daher auf den Energieverbrauch sowie die Potentiale und Barrieren bei deren Verbreitung. Ziel ist, politische Entscheidungsträger/-innen bei der Gestaltung von Regulierungen für netzwerkverbundene Geräte zu unterstützen und somit zur Energieeffizienz dieser Geräte beizutragen. Der vorliegende Bericht bezieht sich auf die Projektlaufzeit von 01.01.2017 bis 31.05.2019. Die Inhalte der bearbeiteten Tasks und Projekte waren:

- **Policy Options for Intelligent Efficiency** (Task 3) beinhaltet eine Fallstudie zu Smart Home Technologien und deren Hürden und Barrieren zur Implementierung.
- **Energy Harvesting Technologien (EHT) for Internet of Things (IoT) Edge Devices** (Task 6) präsentiert die Ergebnisse einer Untersuchung zum aktuellen Stand von EHT-Technologien für den Einsatz in IoT Endgeräten.
- Für das Projekt **Basket of Products Testing** wurden ausgewählte Produkte (Video Streaming Devices und Routers) auf ihren Standby Energieverbrauch untersucht.
- Die Studie **Energy Efficiency of Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE)** untersuchte den Einsatz von Ladestationen für Elektroautos in verschiedenen Ländern mit besonderem Hinblick auf deren Energieverbrauch vor allem im Standby-Modus.

Die EDNA-Delegierten sind aktiv an den oben genannten Arbeiten beteiligt, indem sie unter anderem die Datensammlungen koordinieren, selbst Forschung betreiben sowie im regelmäßigen Austausch mit relevanten Stakeholdern zur Verbreitung energieeffizienter netzwerkverbundener Technologien stehen. Die wichtigsten Ergebnisse der einzelnen Aufgabenbereiche sind:

Task 3: Der erstellte Bericht verweist auf die Barrieren zur Verbreitung von Smart Home Technologien; diese betreffen a) Mängel in der flächendeckenden Verbreitung eines „smart grids“, b) ungenügende Marktbedingungen, sowie c) Mängel in der Kommunikation zwischen Technologiehersteller und Konsument/-innen.

Task 6: Aus der durchgeführten Untersuchung zur Verbreitung von bestehenden und aufkommenden EHT in netzwerkverbundenen Geräten geht hervor, dass diese noch wenig verbreitet sind, da sie noch wenig erforscht und somit kostenaufwendig sind.

Basket of Products Testing: In diesem Projekt wird der Energieverbrauch von Geräten dahingehend getestet, ob bestehende Regulierungen (z. B. vorgeschriebene Grenzwerte für den maximalen Energieverbrauch) eingehalten werden bzw. ob die Einführung etwaiger Regulierungen angebracht ist. Die durchgeführten Untersuchungen ausgewählter Video Streaming Devices zeigen, dass deren Energieverbrauch vernachlässigbar ist, da die Geräte durch die Einführung von Smart TVs zunehmend abgelöst werden. Gleichzeitig zeigte sich, dass einige der untersuchten Router die (EU) Standby-Grenzwerte nicht einhalten.

EVSE: Die Studie verweist auf das Fehlen von Standards, wodurch zuverlässige Aussagen zur Energieeffizienz der E-Ladeinfrastruktur nur schwierig zu treffen sind. Daher ist die weitere Erforschung dieses Themengebiets anzustreben.

Abstract

By the year 2020 the number of network connected devices globally is expected to rise to 50 billion. On the one hand they have the potential for improving energy use and energy management, but on the other hand, these devices are themselves energy loads. The Electronic Devices and Network Annex - EDNA investigates the energy consumption of connected devices, as well as the potentials and barriers for the dissemination of energy efficient products. The aim is to help policy makers in designing regulations for energy efficient network connected devices. This report covers the period of activities of EDNA from 01.01.2017 to 31.05.2019. The main tasks and projects were:

- **Policy Options for Intelligent Efficiency** (Task 3) presents a case study on smart home technologies, and discusses how the barriers to their implementation could be tackled by policy makers.
- **Energy Harvesting Technologies (EHT) for Internet of Things (IoT) Edge Devices** (Task 6) presents the results of an investigation on the current state of EHT technologies for Internet of Things (IoT) edge devices, namely sensors and actuators.
- **The Basket of Products Testing project** examined selected products (video streaming devices and routers), to benchmark and evaluate their network standby power.
- **The Energy Efficiency of Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE) study** investigated the deployment of charging stations for electric vehicles in various countries, with particular attention to their own energy consumption, especially in standby mode.

The EDNA delegates actively coordinate the collection of data and conduct research for these tasks and projects, and have regular exchange with relevant stakeholders for the dissemination of EDNA results. The most important results from these tasks above were:

Task 3: The report identified the main barriers to the diffusion of smart home technologies, concerning a) deficiencies in the adoption of a “smart grids”, b) insufficient market conditions, and c) deficiencies in the communication between technology manufacturers and consumers.

Task 6: The research on existing and emerging EHT for edge devices shows that its adoption is low, because main initiatives are still at research level and products are costly.

Basket of Products Testing: in this ongoing project, the energy consumption of products is tested to evaluate whether existing regulations (e.g., minimum energy performance standards for energy consumption) are complied with, or whether the introduction of regulations is appropriate. The testing carried out on selected video streaming devices shows that their energy consumption is negligible, as devices are increasingly being replaced by the introduction of smart TVs. The test revealed that some routers did not meet the current (EU) network standby power limits.

EVSE: The study points to the lack of standards, making it difficult to reliably assess the energy efficiency of the electric vehicles charging infrastructure. Therefore, further exploration of this topic is a main recommendation of this work.

Abkürzungsverzeichnis

- 4E:** Energy Efficient End-use Equipment (Energieeffiziente Endverbrauchsgeräte)
- BMVIT:** Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
- BMNT:** Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus
- CDA:** Connected Device Alliance
- EC JRC:** European Commission Joint Research Centre
- EDNA:** Electronic Devices and Networks Annex (Elektronische Geräte und Netzwerke Annex)
- EED:** Europäische Energieeffizienz-Richtlinie
- EEffG:** Energieeffizienzgesetz in Österreich
- EH:** Energy Harvesting
- EHT:** Energy Harvesting Technologies
- EPA:** (US) Environmental Protection Agency
- EU:** European Union (Europäische Union)
- EV:** Electric Vehicle (Elektrofahrzeug)
- EVSE:** Electric Vehicle Supply Equipment (Versorgungsinfrastruktur für Elektrofahrzeuge, Ladesysteme)
- HEV:** Hybrid and Electric Vehicles (Hybrid- und Elektrofahrzeuge)
- HiNA:** High Network Availability (hohe Netzwerkverfügbarkeit)
- IEA:** International Energy Agency (Internationale Energieagentur)
- IE:** Intelligent Efficiency (Intelligente Effizienz)
- IoT:** Internet of Things (Internet der Dinge)
- IKT:** Informations- und Kommunikationstechnologie
- MI:** High Definition Multimedia Interface
- NDC:** Nationally Determined Contributions (Nationale Beiträge im Rahmen des Pariser Abkommens)
- TEG:** Thermo-Electric Generator (thermoelektrischer Generator)
- TCP:** Technology Collaboration Programme
- TFC:** Total Final Consumption of Energy (Gesamter Endenergieverbrauch)
- UN:** United Nations (Vereinte Nationen)

US: United States of America (vereinigte Staaten von Amerika)

USB: Universal Serial Bus

Einheitenverzeichnis

J: Joule

PJ: Petajoule (10^{15} Joule)

Mt: Megatonne (10^6 Tonnen)

W: Watt

μ W: Micro Watt (10^{-6} Watt)

Wh: Wattstunde (3600 J)

GWh: Giga Wattstunde (10^9 Wattstunden)

1. Einleitung

1.1. Allgemeine Einführung in die Thematik

Mit einer jährlichen Steigerung der Weltbevölkerung um 83 Mio. Menschen und einer wachsenden Wirtschaft steigt auch der globale Energiebedarf stetig an (UN DESA, 2017). Der steigende Energieverbrauch ist unter anderem auf die weltweit eingesetzten elektronischen Geräte, deren Gesamtanzahl von 14 Milliarden Geräten im Jahr 2013 bis auf 500 Milliarden im Jahr 2050 dramatisch wachsen soll (IEA, 2014), zurückzuführen.

Elektronische netzwerkverbundene Geräte lassen sich von außen steuern und bieten dadurch zahlreiche Optionen für eine effiziente Energieversorgung unter anderem im Mobilitäts- und Wohnbereich. Daher besteht die Notwendigkeit, diese Optionen zu erforschen, in Pilot-Projekten zu testen und schließlich Strategievorschläge zu formulieren. Gleichzeitig stellen netzwerkverbundene Geräte selbst Energieverbraucher dar, indem sie in Betriebszuständen mit hoher Leistungsaufnahme bleiben müssen, etwa um ein Modul für eine bestimmte Schnittstelle betreiben zu können. Der Standby-Modus, in den vernetzte Geräte versetzt werden, kann einen hohen Energieaufwand einfordern. Die Potentiale netzwerkverbundener Geräte für energieeffiziente Lösungen müssen also vor dem Hintergrund ihres eigenen Energieverbrauchs analysiert werden.

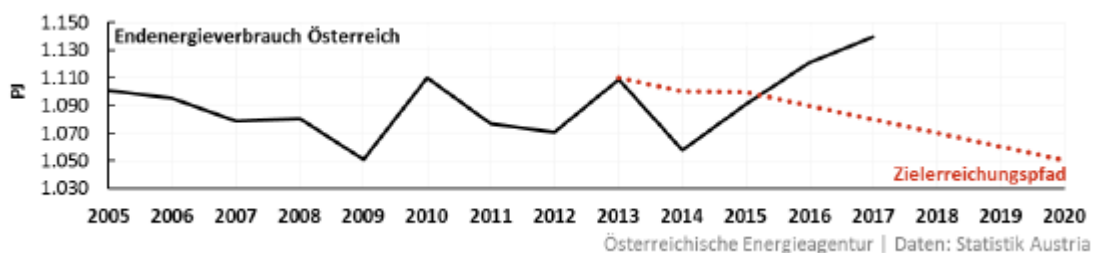
Aus diesem Grund beschlossen die Mitglieder des Kooperationsprogramms Energieeffiziente Endverbrauchsgeräte der Internationalen Energieagentur (Energy Efficient End-Use Equipment IEA - 4E) die Einrichtung eines neuen Arbeitsprogramms (Annex), das sich auf die Analyse netzwerkverbundener Geräte für Endverbraucher fokussieren soll. Der Elektronische Geräte und Netzwerke Annex (Electronic Devices and Networks Annex – EDNA) wurde schließlich im Mai 2014 formal eingerichtet. Die erste Laufzeit von EDNA (02.2019) ist mit Einreichung des vorliegenden Berichts abgeschlossen. Eine zweite Laufzeit ist bereits genehmigt. Verschiedene Mitgliedsstaaten bearbeiten in diesem Rahmen auch zukünftig relevante Projekte und Tasks gemeinsamer Interessen (s. Kapitel 2). EDNA zielt auf die Unterstützung internationaler politischer Entscheidungsträger/-innen bei der Entwicklung, Umsetzung und Nachprüfung von Policies zu netzwerkgebundenen Geräten. Um dies zu erreichen, fallen folgende Tätigkeiten in den Arbeitsbereich von EDNA:

- Das Monitoring, Messen und Vergleichen des Ausmaßes sowie die Veränderung des Energieverbrauchs vernetzter Geräte in Annex-Mitgliedsländern und ausgewählten anderen Ländern.
- Die Unterstützung der Harmonisierung von Regierungsmaßnahmen (beispielsweise freiwillige oder verpflichtende Ansätze), um den Energieverbrauch netzwerkverbundener Geräte zu minimieren.

Der vorliegende Bericht beschreibt die Ergebnisse der durchgeführten EDNA Tasks und Projekte, die in dem Zeitraum vom 01.01.2017 bis 31.05.2019 unter Mitwirkung des österreichischen Projektpartners bearbeitet wurden: Task 3 „Intelligent Efficiency“, Task 6 „Energy Harvesting Technologies“ sowie die Projekte „Electric Vehicle Supply Equipment - EVSE“ und „Basket of Products Testing“.

1.2. Ausgangssituation – Motivation des Projektes

Energieeffizienz stellt den wesentlichen Schlüsselfaktor für eine nachhaltige und sichere Energieversorgung dar. Die Förderung energieeffizienter Maßnahmen ist auch für Österreich relevant, wo der jährliche Endenergieverbrauch seit 2014 stetig wächst und den vom Energieeffizienzgesetz (EEffG) vorgeschriebenen Grenzwert von 1.050 PJ seit dem übersteigt. Im Jahr 2017 lag der österreichische Endenergieverbrauch bei 1.130 PJ; zu den größten Verbrauchern zählen die Sektoren Haushalt, Verkehr und Industrie. Für alle Sektoren werden mittlerweile zahlreiche digitale Lösungen durch den Einsatz netzwerkverbundener Geräte angeboten. Abbildung 1 zeigt den jährlichen Endenergieverbrauch in Österreich und den angestrebten Zielpfad, der zur Erreichung des Energieverbrauchsziels laut EeffG nötig ist. Es wird ersichtlich, dass das Erreichen des Zielwertes von 1.050 PJ im Jahr 2020 nicht mehr erreicht werden kann (Böck et al., 2018).



Alternativtext 1: Das Bild zeigt den Endenergieverbrauch Österreichs von von 1100 PJ im Jahre 2005 bis 1130PJ im Jahre 2017 dazwischen schwankender Verlauf mit Minimum von 1050 PJ im Jahre 2009 und 1060 PJ im Jahre 2014.

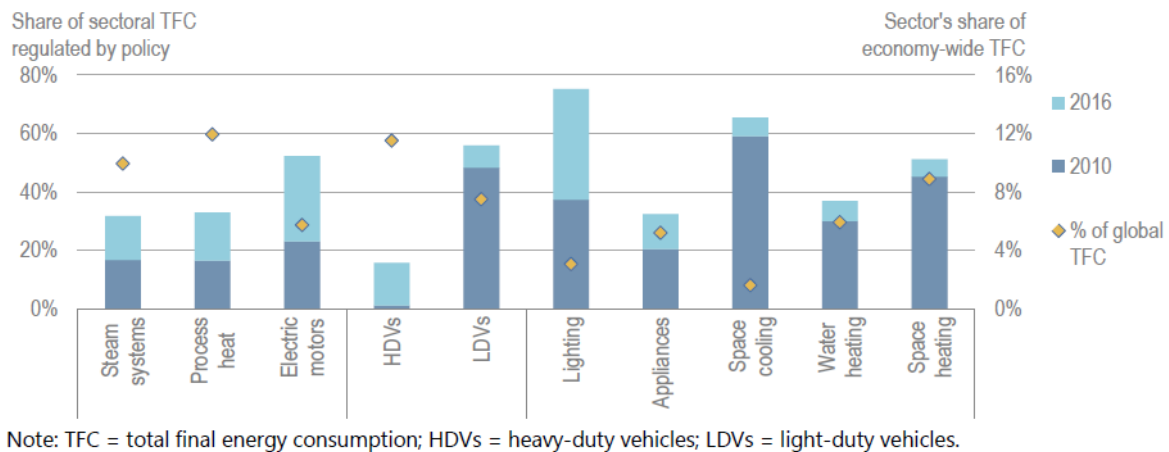
Abbildung 1: Endenergieverbrauch in Österreich 2005-2017 im Vergleich zum Zielpfad bis 2020 (Böck et al., 2018).

Insofern stellt die Weiterentwicklung energieeffizienter Maßnahmen – auch im Zusammenhang mit netzwerkverbundenen Geräten und über den österreichischen Kontext hinaus – weltweit ein wichtiges technisches und politisches Arbeitsfeld dar.

Neben der am österreichischen Beispiel dargestellten Kluft zwischen tatsächlichem Energieverbrauch und Zielsetzungen lassen sich fehlende Regulierungsmaßnahmen als wesentliche Problemstellungen identifizieren. Die Regulierungen betreffen die Bildung von einheitlichen Effizienzstandards für Produkte und Dienstleistungen auf Grundlage einer harmonisierten Methodik, anhand derer sich Energieverbräuche netzwerkverbundener Geräte messen lassen können.

1.3. Stand der Technik

Im Jahr 2011 waren 11% des globalen Endenergieverbrauchs von vorgeschriebenen Effizienzstandards abgedeckt; bis 2010 stieg dieser Anteil auf 21%. 2016 sind 31,5% des globalen Endenergieverbrauchs durch Effizienzmaßnahmen reguliert, siehe Abbildung 2 (IEA, 2018a).



Alternativtext 2: Das Bild zeigt den Anteil des globalen Endenergieverbrauchs für zehn Anwendungen inklusive jenen für Kundenendgeräte wie Beleuchtung, Heizung und Heißwasseraufbereitung.

Abbildung 2: Anteil des globalen Endenergieverbrauchs abgedeckt von vorgeschriebenen Energiestandards (IEA, 2018a).

In über 80 Ländern zielen Energiestandards auf die Energieeffizienz von mehr als 50 verschiedenen elektronischen Geräte- und Produkttypen aus dem kommerziellen, industriellen und privaten Bereich ab. Erfahrungswerte zeigen, dass Regulierungen einen erheblichen positiven Beitrag auf die Energieperformance von Geräten leisten.

Ziel muss daher auch sein, Regulierungen und Standards für weitere Produkte und Dienstleistungen festzulegen. Das steigende Angebot an netzwerkverbundenen Geräten erfordert die Analyse ihrer Energieperformance und Möglichkeiten, um entsprechende Standards für neue Produkte formulieren zu können. Diese Tätigkeit wird besonders im EDNA-Projekt „Basket of products testing“ verfolgt; die Analyse beginnt mit der Erfassung von Messdaten des Standby-Energieverbrauchs von Produkten. Zu diesem Zweck hat EDNA im Jahr 2015 eine eigene Anleitung zu Messungen und Datenerfassung entwickelt. Die Testergebnisse und die Identifizierung neuer Herausforderungen im Zusammenhang mit solchen Messungen werden anschließend in Workshops der Connected Devices Alliance mit Vertreter/-innen der Elektronikindustrie diskutiert. Die Connected Devices Alliance (CDA) ist ein Netzwerk von mehr als 350 Regierungs- und Industrievertreter/-innen, die sich zusammengeschlossen haben, um an den Energieeffizienzmöglichkeiten im Zusammenhang mit dem Einsatz vernetzter Geräte zu arbeiten. Energieeinsparungen lassen sich etwa durch einen effizienten Verbrauch im Standby-Modus der Geräte sowie durch Netzwerkverbindungen der Geräte („intelligente Effizienz“) erzielen.

Neben dem Durchführen eigener Messungen des Standby-Verbrauchs von Netzwerkprodukten mit hoher Priorität zielen die Tätigkeiten der EDNA Delegierten auch auf die Untersuchung aufkommender Technologien.

Dies ist der Fall beim aktuellen Task 6, der eine Fortsetzung des vorherigen Tasks 2 ist. Der EDNA Task 2 „Energy Efficiency of the Internet of Things“¹ berichtete über die zunehmende Anzahl von Geräten, die mit dem Internet verbunden sind; hervorzuheben sind diesbezüglich

¹ <https://edna.iea-4e.org/tasks/task2>

vor allem batteriebetriebene Geräte wie Sensoren, die oft an dezentralen Standorten aufgestellt sind bzw. betrieben werden. In diesem Zusammenhang ist vor allem die Beseitigung von Batterien als ineffiziente Energiequelle von hoher Relevanz, da erstens die für die Batterieproduktion benötigten Materialien eine begrenzte Ressource darstellen und zweitens die Entsorgung von Batterien mit Herausforderungen verbunden ist.

Energy Harvesting Technologien bieten hier eine Lösung für diese Probleme. Der aufstrebende Markt von EHT ist in bestimmten Bereichen bereits gut entwickelt, und es kommen stets neue Technologien auf den Markt. Allerdings sind Kenntnisse über diese Technologien unter Regierungsvertreter/-innen und/oder IoT-Herstellern häufig noch nicht weit verbreitet. Task 6 dient daher als internationale Technologiebewertung für politische Entscheidungsträger/-innen (insbesondere in EDNA), die einen Überblick über die bestehenden und aufkommenden EHTs bietet und deren Relevanz und Potential hinsichtlich ihrer Implementierung in IoT-Endgeräten bewertet.

1.4. Vorarbeiten zum Thema

Die zwei abgeschlossenen Tasks von EDNA, an denen Österreich seit 2014² teilgenommen hat, sind Task 1 Smart Metering Infrastructure and Energy Monitoring Systems SMI-EMS (von Österreich geleitet) sowie Task 2 Energy Efficiency of the Internet of Things (unter österreichischer Mitwirkung). Beide Tasks sind abgeschlossen und haben als Ergebnis technische Berichte hervorgebracht, die auf der EDNA Website publiziert wurden^{3,4}.

Task 3 Intelligent Efficiency – IE hat im Jahr 2016 in einer Studie Möglichkeiten bezüglich der Einführung von Regulierungen und Policies zur Förderung von Energieeinsparungen durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien („Intelligente Effizienz“) erarbeitet. Die Ergebnisse wurden in einem Bericht⁵ veröffentlicht. Die Folgearbeiten von Task 3, die in dem vorliegenden Bericht besprochen werden, betreffen das Untersuchen von Hürden und Barrieren für die Adaption von IE für Smart Homes.

Das stetig laufende EDNA-Projekt “Basket of Products Testing” wird von EDNA-Mitgliedern unterstützt, in dem Datensätze aus Produktmessungen als „in kind“-Beiträge zur Verfügung gestellt werden. Es wurden Produkte aus dem Bereich des smart lighting getestet ebenso wie Schalter, Thermostate, Set-Top-Boxen, verbundene Audioproducte und steuerungsfähige Steckdosen. Ausgewählte Ergebnisse der Standby-Messungen von verbundenen

² Österreich ist seit der Gründung von EDNA im Jahr 2014 beteiligt.

³ <https://www.iea-4e.org/document/385/policy-brief-energy-efficiency-of-the-internet-of-things-technology-energy-assessment>.

⁴ <http://www.iea-4e.org/document/386/own-energy-consumption-of-smart-metering-infrastructure-and-energy-monitoring-systems-technical-report>.

⁵ <http://www.iea-4e.org/document/400/encouraging-intelligent-efficiency-study-of-policy-opportunities>

Audiogeräten wurden 2016 mittels eines Berichts⁶ und zusätzlich mittels eines Policy-Briefs⁷ für IoT-Anwendungen veröffentlicht.

Wie im vorherigen Verlauf bereits erwähnt, wurde das Thema EHT aus dem vorherigen Task 2 „Energy Efficiency of the IoT“ durch EDNA aufgegriffen und im Rahmen des Task 6 „EHT for IoT Edge Devices“ weiterentwickelt. Bisher wurde noch kein (nationales) Projekt in Österreich mit Fokus auf das Thema IoT durchgeführt; die Ergebnisse der Tasks stellen damit wertvolle Informationsquellen für interessierte Stakeholder dar. Das Projekt Electric Vehicle Supply Equipment – EVSE wurde ebenfalls neu in das offizielle Arbeitsprogramm von EDNA aufgenommen. Es gab keine vorangehenden nationalen Projekte im Zusammenhang mit EVSE im Rahmen der Aktivitäten von EDNA.

1.5. Kurzbeschreibung und Aufbau des Ergebnisberichts

In Kapitel 1 werden sowohl die Ausgangssituation beschrieben als auch die Beweggründe für die Tätigkeiten von EDNA dargestellt.

In Kapitel 2 werden Struktur und Arbeitsziele von EDNA beschrieben sowie der österreichische Projektpartner und die EDNA Vertreter vorgestellt. Weiterhin beschrieben werden die thematischen Hintergründe sowie Daten und Methodik der bearbeiteten Tasks und Projekte.

Kapitel 3 stellt den Ergebnisteil dar. Es werden die Resultate der einzelnen EDNA Tasks und Projekte präsentiert, die Zielerreichung dieser analysiert sowie Empfehlungen für weitere Tätigkeiten in den jeweiligen Arbeits- und Forschungsbereichen ausgesprochen. Zudem befinden sich in diesem Kapitel Verweise über die Zugänglichkeit der online veröffentlichten Ergebnisberichte.

In Kapitel 4 werden die Disseminationsmaßnahmen des österreichischen Projektpartners ECODESIGN company GmbH beschrieben, insbesondere auf die Präsentation der Ergebnisse im Rahmen relevanter Konferenzen.

Kapitel 5 bildet den inhaltlichen Abschluss des Berichts und liefert Schlussfolgerungen und Aussichten bezüglich zukünftiger EDNA Tätigkeiten.

⁶ <http://www.iea-4e.org/document/389/network-connected-audio-products-measurements-and-analysis-of-network-standby-consumption>.

⁷ <http://www.iea-4e.org/document/385/policy-brief-energy-efficiency-of-the-internet-of-things-technology-energy-assessment>.

2. Hintergrundinformation zum Projektinhalt

Österreich, vertreten durch das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), ist seit 2008 Mitglied im 4E TCP, dem Technology Collaboration Programme Energy Efficient End-Use Equipment^{8,9} der Internationalen Energieagentur (IEA) (Energieeffiziente Endverbrauchsgeräte). Alle am 4E TCP beteiligten Länder sind Mitglieder des 4E Executive Committee¹⁰ (ExCo). Das 4E ExCo berät und entscheidet über die gemeinsamen Forschungstätigkeiten innerhalb spezifischer Annexe und Projekte. Ziele des 4E TCP sind:

- Schaffung eines Forums für den Informationsaustausch zwischen Regierungen durch ihre Beteiligung an spezifischen Annexen und Projekten für energieeffiziente Elektrogeräte.
- Identifizierung und Förderung der Möglichkeiten für internationale gesetzliche Maßnahmen und Regulierungen auf der Grundlage der Annex- und Projektergebnisse.
- Publizieren von Ergebnissen und bewährter Methoden (Best Practices).
- Austausch von Expertise und Förderung des öffentlichen Bewusstseins über die Notwendigkeit von Regelungen zur Nutzung von Elektrogeräten im Endverbrauch sowie Koordination internationaler Ansätze für die Nutzung von Elektrogeräten im Endverbrauch.

Die vier aktiven Annexe innerhalb des 4E TCP sind: Energieeffiziente Elektrische Motorensysteme (Electric Motor Systems Annex – EMSA), SSL (Solid State Lighting Annex), Elektronische Geräte und Netzwerke (Electronic Devices and Networks Annex – EDNA), und (seit März 2019) Leistungselektronik zur Steuerung und Umwandlung elektrischer Energie – (Power Electronics Conversion Technology Annex – PECTA).

Der Annex EDNA, auf den sich der vorliegende Ergebnisbericht bezieht, entstand vor dem Hintergrund der globalen Zunahme elektronischer Geräte und digitaler Lösungen, was die Evaluierung der Energieeffizienz der entsprechenden Geräte erfordert. Bestehende Energieeffizienzmaßnahmen sollen verbessert und ausgebaut sowie technologische und regulatorische Herausforderungen für ihre Verbreitung abgebaut werden. Ziel von EDNA ist damit auch, politische Empfehlungen und Strategemaßnahmen auszusprechen.

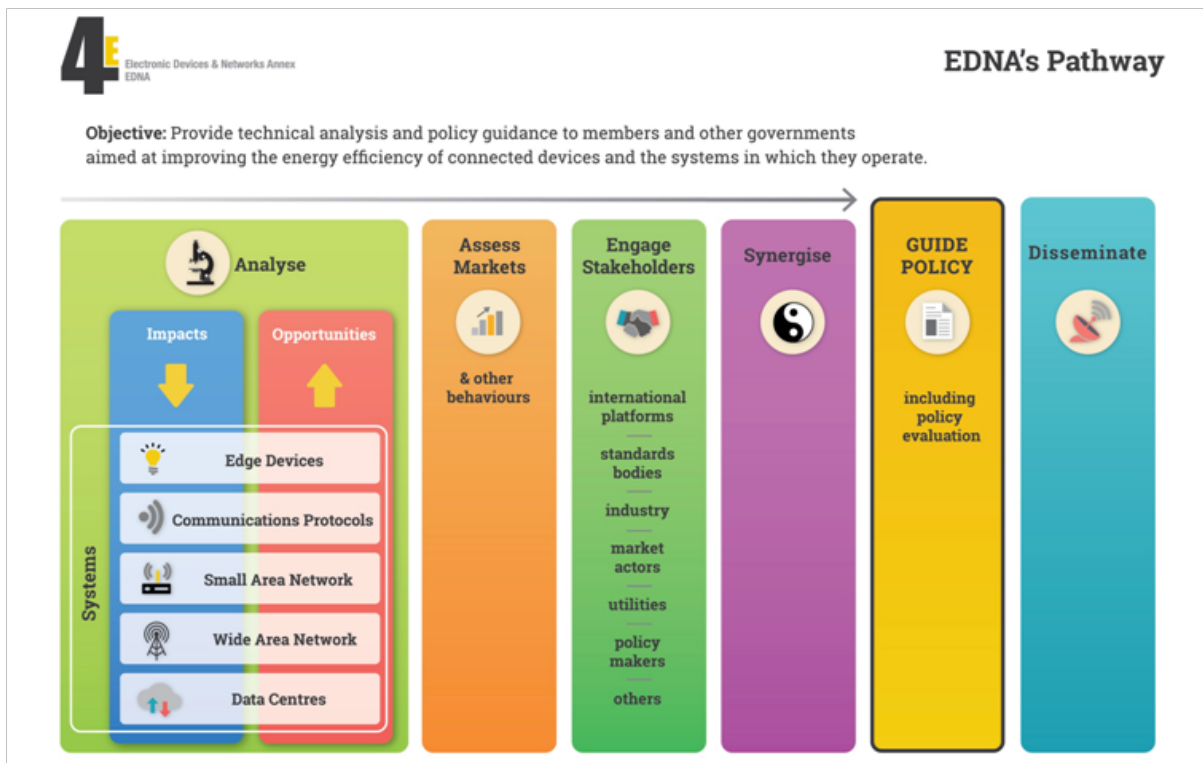
Die zweite Periode von EDNA ist mit der Veröffentlichung des Ergebnisberichts im Mai 2019 abgeschlossen. Eine dritte EDNA Periode ist genehmigt und hat bereits begonnen. Die Aktivitäten im Rahmen der dritten Laufzeit sind bis Februar 2024 geplant. Aktuell sind folgende Länder an EDNA beteiligt: Australien, Dänemark, Frankreich, Großbritannien, Japan, Kanada, Korea, Niederlande, Österreich, Schweden, Schweiz und die USA.

Die untenstehende Abbildung 3 zeigt die Arbeitsweise von EDNA.

⁸ <https://www.iea-4e.org/>

⁹ <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/technologieprogramme/4e/>

¹⁰ <https://www.iea-4e.org/about-4e/organisation/4e-executive-committee>



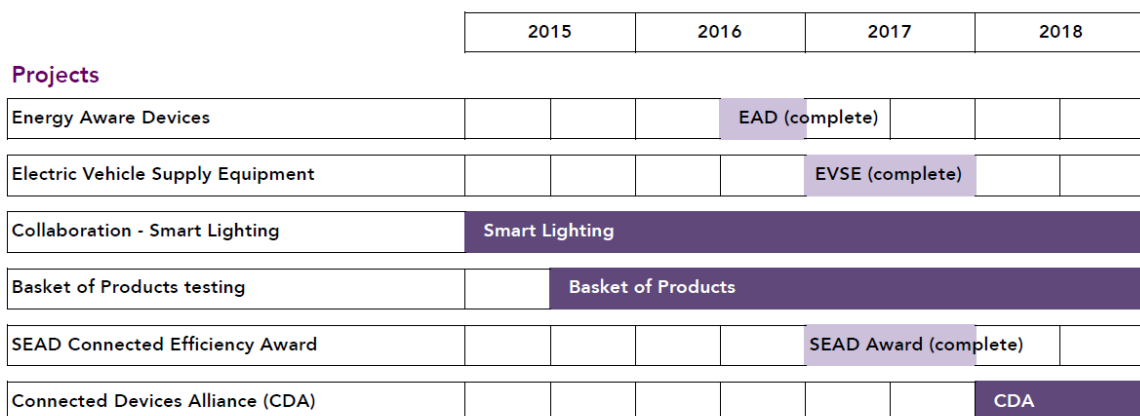
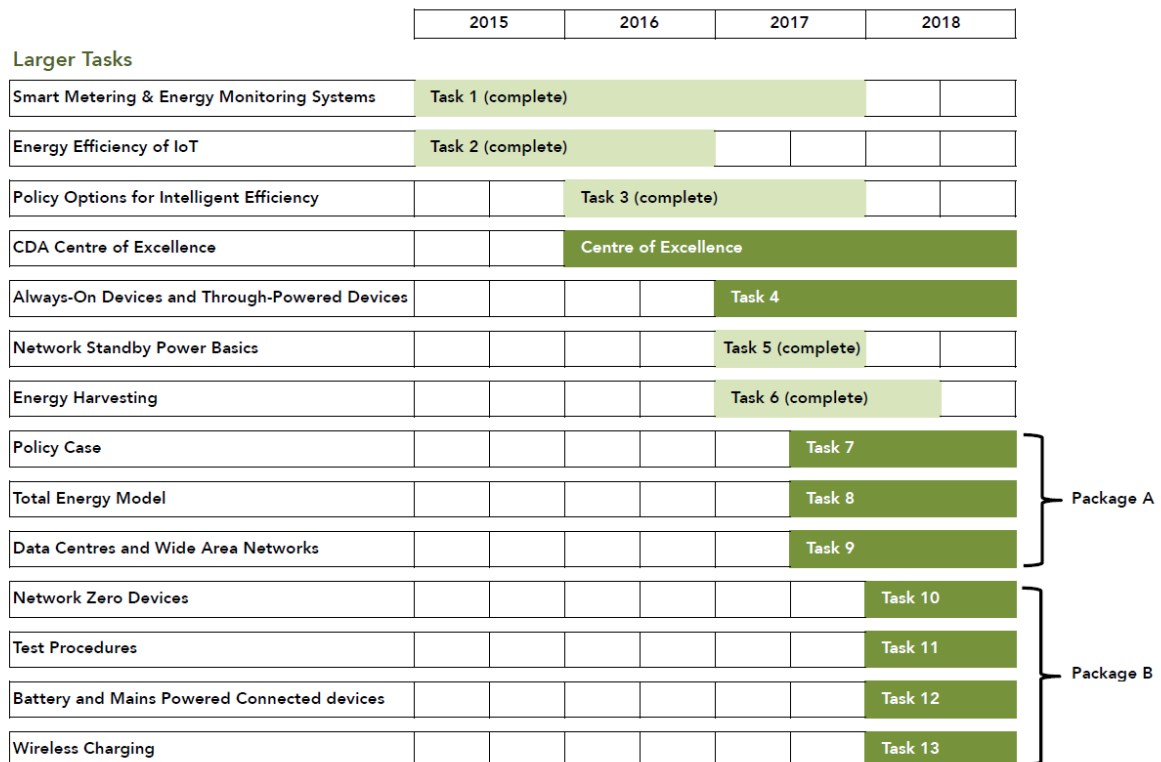
Alternativtext 3: Das Bild zeigt die Arbeitsweise von EDNA in Aktivitätsbereichen Analyse, Marktverhalten, Stakeholdereinbezug die dann zu Regulierungsmaßnahmen und deren Verbreitung führen.

Abbildung 3: Arbeitsweise von EDNA (EDNA, 2018).

Die in Abbildung 3 abgebildeten farbigen Balken stehen jeweils für die sechs verschiedenen Arbeitsbereiche von EDNA. Der erste Arbeitsbereich ganz links betrifft die Analyse des Energieverbrauchs netzwerkgebundener Geräte. Die für die Analyse verwendeten Daten werden entweder selbst erhoben oder stammen aus bereits bestehenden Datenbanken beziehungsweise aus anderen repräsentativen Studien.

Ein weiterer Arbeitsbereich betrifft die Untersuchung des Marktes für netzwerkgebundene Elektronikgeräte, indem Informationen über Verwendungsmuster und Konsumverhalten gesammelt werden. Sind Optimierungspotentiale von Geräten und der dazugehörige Markt ausreichend untersucht, unterstützt EDNA relevante Stakeholder, dieses Optimierungspotential auszubauen, wodurch Synergien zwischen Industrie, also Produktherstellern, und EDNA geschaffen werden. Ein weiterer Aufgabenbereich von EDNA betrifft das Erarbeiten von Empfehlungen für politische Entscheidungsträger/-innen. Als Grundlage dienen die zuvor durchgeführten Untersuchungen über Produkte und Märkte. Darüber hinaus veröffentlicht EDNA regelmäßig Ergebnisse. Diesem Aufgabenbereich ist auch der vorliegende Ergebnisbericht zuzuordnen.

Abbildung 4 liefert eine Übersicht über die von EDNA behandelten Tasks und Projekte, die in den ersten beiden Laufzeiten des Annex bearbeitet wurden. Die im vorliegenden Ergebnisbericht beschriebenen Resultate sind dem Task 3 „Policy Options for Intelligent Efficiency (IE)“ und Task 6 „Energy Harvesting Technologies (EHT)“ sowie den Projekten „Basket of Products Testing“ und „Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE)“ zuzuordnen. Diese wurden in der zweiten Projektlaufzeit von EDNA unter österreichischer Mitarbeit bearbeitet und abgeschlossen.



Alternativtext 4: Das Bild zeigt die Aufgaben und Projekte von EDNA im Zeitraum von 2015-2018.

Abbildung 4: Aufgaben und Projekte von EDNA im Zeitraum von 2015-2018 (EDNA, 2018).



Task 3: Policy Option for Intelligent Efficiency (IE) wurde im zweiten Quartal 2016 mit dem Ziel eingerichtet, politische Empfehlungen für Regulierungsoptionen im Bereich der Intelligenten Effizienz zu erarbeiten.

„Intelligente Effizienz“ (IE) ist der Einsatz von netzwerkverbundenen IKT-Technologien auf Systemebene, um den effizienten Betrieb von energiebetriebenen Geräten zu ermöglichen und somit Energie einzusparen. Ein Bericht über die Studie ist online auf der EDNA-Homepage

abrufbar¹¹. In den Bereich fällt auch die durch die USA als Mitgliedsstaat von EDNA durchgeführte Fallstudie über IE in Smart Homes¹².



Task 6: Energy Harvesting Technologies for IoT Edge Devices bezieht sich auf die Untersuchung von Energy Harvesting Technologien im Bereich des Internets der Dinge (engl. Internet of Things (IoT)). IoT bietet die Möglichkeit, netzwerkverbundene Geräte miteinander zu vernetzen. Typische Elektrogeräte im IoT sind somit intelligente Geräte bzw. Smart Devices, die innerhalb des Netzwerks gesteuert werden können; so kann beispielsweise ein Feuchtigkeitssensor Daten liefern, um bei zu niedriger Feuchtigkeit eine Sprenkieranlage zu aktivieren.

Unter Energy Harvesting versteht man die Gewinnung von Energie aus der Umgebung; so können zum Beispiel Vibrationen aus der Umgebung in elektrischen Strom umgewandelt werden. Im Rahmen des Tasks 6 wurden vorhandene und aufkommende Energy Harvesting Technologien bezüglich ihrer Entwicklung und voraussichtlicher Hürden untersucht. Ebenfalls wurde der Energiebedarf von IoT-Geräten untersucht, um abzuschätzen, wann Energy Harvesting Technologien eine Energiequelle für IoT darstellen können. Innerhalb der Berichtsperiode wurde im Juli 2018 ein Bericht mit dem Titel „Energy Harvesting Technologies for IoT Edge Devices“ online veröffentlicht¹³. Verfasser der Studie ist die ECODESIGN company GmbH (zusammen mit F. Ünlü und L. Wawrla von der Helbling Technik AG), die das österreichische BMVIT in EDNA vertritt.



Das Projekt **Basket of Products Testing** ist eine zentrale Plattform für die Sammlung von Ergebnissen von Produkttests, die von EDNA-Mitgliedern durchgeführt wurden. Es werden neue Geräte hinsichtlich ihres Energieverbrauchs untersucht, zu denen es vergleichsweise wenige Daten gibt.

Dieses laufende Projekt wird vom EDNA Operating Agent (OA) koordiniert. In dieser Berichtsperiode wurden zwei Typen netzwerkgebundener Elektronikgeräte untersucht, nämlich Streaming Devices und WLAN-Router. Beide Untersuchungen wurden von ECODESIGN company GmbH in Kooperation mit der TU Wien durchgeführt.



Das Projekt **Energy Efficiency of Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE)** beinhaltet eine Studie zur Energieperformance von Ladestationen für Elektroautos.

Angesichts der weltweit wachsenden E-Mobility-Infrastruktur war das Ziel dieser Studie, verfügbares Wissen über existierende sowie neu entstehende Technologien, deren Bedeutung für den allgemeinen Energieverbrauch und aktuelle Effizienzregulierungsversuche für EVSE in verschiedenen Ländern zu sammeln. Die Studie „Energy Efficiency of Electric Vehicle Supply Equipment - EVSE“ wurde im Dezember 2017 online veröffentlicht¹⁴. Verfasser ist die ECODESIGN company GmbH (Díaz, A and W. Wimmer, 2017).

¹¹ <http://www.iea-4e.org/document/400/encouraging-intelligent-efficiency-study-of-policy-opportunities>

¹² <https://www.iea-4e.org/document/413/intelligent-efficiency-a-case-study-of-barriers-and-solutions-smart-homes>.

¹³ <https://www.iea-4e.org/document/417/energy-harvesting-technologies-for-iot-edge-devices>.

¹⁴ <https://www.iea-4e.org/document/410/evse-scoping-study-for-4e>.

2.1. Beschreibung des österreichischen Projektpartners

Die ECODESIGN company engineering & management consultancy GmbH¹⁵ entstand 2005 als Spin-Off der TU Wien. Die ECODESIGN company GmbH wurde 2009 im Auftrag des BMVIT als offizieller österreichischer Vertreter für 4E und 2014 für EDNA gewählt. In der Berichtsperiode übernahm die ECODESIGN company GmbH die Leitung sowohl bei der Analyse von Streaming Devices für das Projekt Basket of Products Testing als auch bei der Scoping Study für das Projekt „Electronic Vehicle Supply Equipment“ (Energieeffizienz der Versorgungsinfrastruktur für Elektrofahrzeuge).

In Zusammenarbeit mit der Helbling Technik AG aus dem EDNA Mitgliedsstaat Schweiz wurde im Rahmen des Task 6 ein Bericht über Energy Harvesting Technologien erarbeitet.

2.2. Hintergrund der Projekte

2.2.1. Intelligent Efficiency

Gebäude – aus dem privaten, gewerblichen und öffentlichen Bereich - sind für rund ein Drittel des gesamten Endenergieverbrauchs (Total Final Consumption – TFC) auf unserem Planeten verantwortlich. Ein Fünftel des globalen TFC geht auf den privaten Wohnungssektor zurück, was 2051 Millionen Tonnen Öl-Äquivalente (Mtoe) entspricht. Laut der IEA soll bis 2040 der Energiebedarf von Haushalten jährlich um bis zu 0,8% steigen (IEA, 2016). Ebenso sind die CO₂-Emissionen, die sich auf den Betrieb von Gebäuden zurückführen lassen, seit 1990 um 45% gestiegen und wachsen seit 2010 jährlich um 1%. Aktuell sind Gebäude damit für mehr als ein Viertel der auf den Energieverbrauch zurückführenden CO₂-Emissionen verantwortlich (IEA, 2017a). Der Gebäudestrombedarf nimmt mehr als die Hälfte des weltweiten Strombedarfs ein. Von 1990 bis 2014 ist der Strombedarf in diesem Bereich um 70% gestiegen; bis 2040 soll sich die weltweite Stromnutzung in Gebäuden von 11 PWh auf 20 PWh fast verdoppeln (Referenzjahr: 2014), wofür zukünftig vor allem eine verbesserte Stromerzeugung und mehr Netzwerkkapazitäten erforderlich sein werden (IEA, 2017b).

Obwohl in den letzten Jahren die Stromeffizienz von Gebäuden und den darin befindlichen Geräten kontinuierlich verbessert wurde, kommt es im Zuge der wachsenden Zahl von elektronischen Geräten in Haushalten insgesamt zu einem steigenden Energiebedarf. „Intelligent Efficiency“ (IE) bietet jedoch Chancen für effizienteres Hausmanagement (ACEEE, 2017a).

Typischerweise agiert IE weniger auf Geräteebene als auf Systemebene. Ein Beispiel für die Anwendung von IE bildet das „Smart Home“, das durch ein System von netzwerkgebundenen Geräten Steuerungsfunktionalität besitzt. Smart Homes bieten etwa die Möglichkeit, durch Energiemanagementsysteme den Energiebedarf von Elektrogeräten und anderen Energieverbrauchern in Haushalten zu senken. Auch dienen Smart Homes der Sicherheit von Gebäuden, indem netzwerkverbundene Kamera-, Sensoren-, Kontroll- und Absperrsysteme installiert werden können. Im Bereich der Energieeffizienz ist jedoch die Verbreitung von Smart

¹⁵ <https://www.ecodesign-company.com/de>

Home Anwendungen noch ausbaufähig; in den USA existieren etwaige Anwendungen in nur 5% der Haushalte, wobei diese Zahl bis 2021 auf 19% steigen soll (ACEEE, 2017b).

EDNA hat das Potential der Energieeffizienz von Smart Homes aufgegriffen und eine Fallstudie als Folgeanalyse der EDNA Studie „Intelligent Efficiency – Policy Opportunities“ von 2017 durchgeführt. Es werden sowohl bestehende Barrieren als auch Lösungen im Zusammenhang mit Smart Homes untersucht und Empfehlungen für politische Entscheidungsträger/-innen und andere relevante Stakeholder ausgesprochen. Damit bildet die Fallstudie eine wichtige Grundlage für das weitere Erforschen von politischen Interventionsmöglichkeiten sowie für den Austausch relevanter Stakeholder (Rozite, 2018).

2.2.2. Energy Harvesting Technologien für IoT Edge Devices

Im Jahr 2016 veröffentlichte EDNA den Bericht „Energy Efficiency of the Internet of Things“¹⁶. Darin wurde eine deutliche Zunahme der Verwendung von IoT Edge Devices in Anwendungen wie Smart Roads, Smart Street Lighting, Smart Appliances, Home Automation und intelligente Beleuchtung prognostiziert. Allerdings weisen viele der in den IoT-Anwendungen verwendeten Edge Devices Akkus mit einer begrenzten Nutzungsdauer auf. Neben dem damit verbundenen Energieverbrauch bildet auch der physische Abfall von Energiespeichern wie Akkus und Batterien eine Herausforderung. Ziel der im Task 2 „Energy Efficiency of the IoT“ durchgeführten EDNA-Studie war es daher, das Potential der Nutzung von Energy Harvesting Technologien (EHT) als Alternative zu Akkus und Batterien für IoT Edge Devices zu erforschen.

Innerhalb des Berichts „Energy Harvesting Technologies for IoT Edge Devices“ wurde eine internationale Übersicht über bestehende und aufkommende Energy Harvesting Technologien erstellt und ihr Potential zur Verwendung in IoT-Edge-Devices untersucht (Ünlü et al., 2018).

2.2.3. Basket of Products Testing - Video Streaming Devices

Die Zahl der mit Strom betriebenen und netzwerkverbundenen Geräte (z.B. Home Automation, Sensoren, Aktuatoren, Thermostate und sonstige „smarte“ Geräte) steigt kontinuierlich. Besonders relevant ist es daher, den Verbrauch jener Geräte zu messen, zu denen es noch keine Daten gibt. Diese sind Video Streaming Geräte wie z.B. Roku, Amazon Fire oder Apple TV. Im Bereich Home Automation Systeme bieten sich Untersuchungen von Routern an, wodurch mögliche Einsparpotentiale aufgrund sogenannter „Eco-Modi“¹⁷ bzw. Software Konfigurationen identifiziert werden können.

Im Rahmen des Projektes „Basket of Products Testing“ wurden externe Video Streaming Devices auf ihren Energieverbrauch speziell im Standby-Modus untersucht. Mittels Video Streaming Devices können nicht-internetfähige Fernseher mit dem Internet verbunden werden, um Videos zu streamen. Unterschiede zwischen den Video Streaming Devices gibt es in Bezug auf die Stromzufuhr. So benötigen manche eine Stromzufuhr über ein Netzteil, andere können direkt über den USB-Anschluss des Fernsehgeräts betrieben werden. Die

¹⁶ <https://edna.iea-4e.org/tasks/task2>

¹⁷ Ein Eco-Modus ist ein energiesparender Betriebsmodus, der von Produkt zu Produkt unterschiedlich ist.

Untersuchungen wurden durch die Projektarbeit „Klassifizierung und Vergleich des Stromverbrauches unterschiedlicher extern angeschlossener Streaming Devices“ an der TU Wien unterstützt (Dangl, 2017).

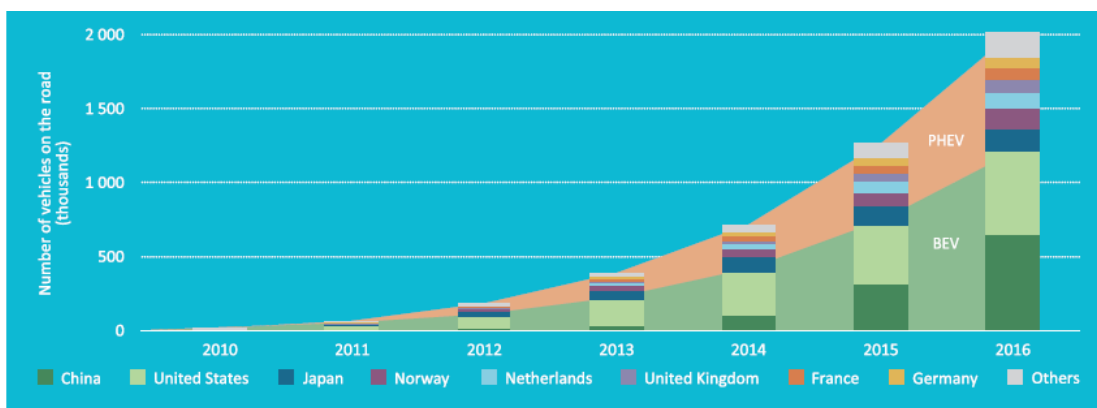
2.2.4. Basket of Products Testing - Routers

Neben der Untersuchung von Video Streaming Devices wurde im Rahmen des Projekts Basket of products testing außerdem eine Auswahl an WLAN-Routern hinsichtlich ihres Energieverbrauchs speziell im Standby-Modus untersucht. Hierbei wurde in Kooperation mit der TU Wien eine Diplomarbeit mit den Titel „Erstellung einer Gestaltungsrichtlinie zur Entwicklung vernetzter Produkte in Haushalten mit reduziertem Standby-Energieverbrauch“ angefertigt (Dangl, 2019). Ziel der Diplomarbeit war es, eine Gestaltungsrichtlinie für Produktentwickler/-innen über die Optimierung vernetzter Geräte im Haushalt zu entwickeln, um deren Energieverbrauch im Standby-Betrieb zu minimieren. Zu den untersuchten Geräten gehörten unter anderem Modems mit Router- und Switchfunktionen.

Mithilfe eines Modems können digitale Signale über ein kabelgebundenes Netzwerk empfangen und übertragen werden. Es bildet das Kernstück jedes Netzwerkes in Haushalten, da es die Schnittstelle zwischen Internet und Heimnetzwerk ist. Moderne Geräte besitzen „Ethernet“-Switches und „Wi-Fi“-Router. Dadurch können sowohl ein kabelgebundenes (Verbindungsart: Ethernet) als auch ein kabelloses (Verbindungsart: Wi-Fi) Netzwerk in Haushalten erzeugt werden. Nach der EU Richtlinie 1275/2008 stellen Modems „HiNA“-Geräte dar (High-Network-Activity-Geräte). Geräte, welche ab 2015 zertifiziert wurden, dürfen eine Leistungsaufnahme von maximal 12 Watt aufweisen. Für Geräte, die nach 2017 zertifiziert wurden, liegt die Grenze bei maximal 8 Watt. Der vernetzte Standby-Betrieb muss eingeleitet werden, wenn keine Hauptfunktionen aktiv sind und keine Geräte mit dem Modem verbunden sind (Dangl, 2019).

2.2.5. Energy Efficiency of Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE)

Unter Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE) versteht man die Ladeinfrastruktur für Elektroautos. Elektromobilität leistet einen positiven Beitrag zur Reduktion von Treibhausgasemissionen und ist damit ein Schritt zur Erreichung der Klimaziele. Im Jahr 2016 gab es weltweit über 2 Millionen Elektroautos; wie Abbildung 5 zeigt, ist die Nachfrage steigend. China und die USA weisen die größten Bestände auf (IEA, 2017c).



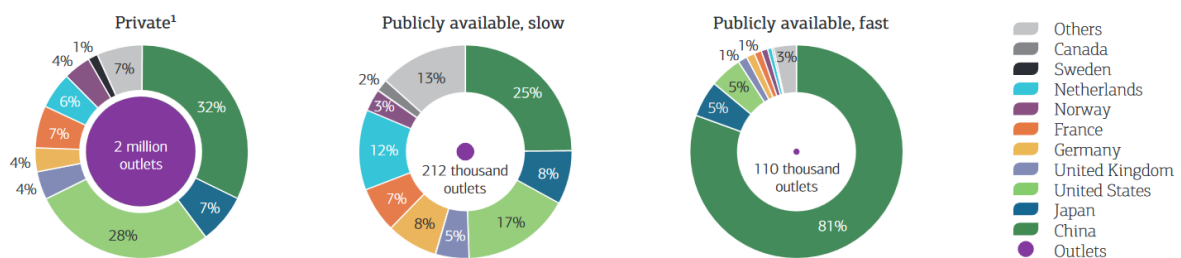
Alternativtext 5: Das Bild zeigt die Entwicklung der globalen Bestände an Elektroautos, 2010 mit kaum nennenswerten Stückzahlen kontinuierlich steigend bis 2016 mit 2 Millionen Stück zugelassener Fahrzeuge auf den

Strassen.

Abbildung 5: Entwicklung der globalen Bestände an Elektroautos, 2010 bis 2016 (IEA, 2017c).

Die weltweite Zunahme an Elektroautos erfordert auch die Verbreitung und Weiterentwicklung der Ladeinfrastruktur (E-Ladestellen). Der Markt bietet momentan verschiedene Varianten und Technologien zur Aufladung von Elektroautos: So kann zwischen Ladegeräten, die ein Aufladegerät im Auto haben und jenen, die ein externes Aufladegerät benötigen, unterschieden werden sowie zwischen unidirektionalem (Stromfluss nur von Steckdose zu Auto) und bidirektionalem Aufladen (Stromfluss in beide Richtungen) und schließlich zwischen induktivem (kontaktlos) und galvanischem Aufladen (physisch mit einem leitenden Kabel angesteckt). Die Ladegeräte weisen darüber hinaus Unterschiede hinsichtlich der Energieleistungen auf (Díaz, A and W. Wimmer, 2017).

Die Integration von EVSEs in die Infrastruktur wird zukünftig eine wichtige Aufgabe sein. Diese Umstrukturierung muss vor allem von den nationalen Regierungen übernommen werden. Global hinkt die Anzahl an öffentlichen Aufladestationen den Beständen an Elektroautos weit hinterher. Wie in Abbildung 6 zeigt, sind die weltweiten Bestände der Elektroautos um ein 6-faches höher als die Anzahl der öffentlichen Aufladestationen. Außerdem befindet sich eine Großzahl der Auflademöglichkeiten ausschließlich in China, wo die die Entwicklung von Elektroautos und der Ausbau der Infrastruktur von der Regierung finanziell gefördert werden (IEA, 2017d).



Alternativtext 6: Das Bild zeigt die geographische Verteilung der EVSE nach Aufladetyp im Jahr 2016: 2 Millionen private Ladestellen, 212.000 öffentlich verfügbarer Ladestellen und 110.000 öffentlich verfügbarer Schnell-Ladestellen.

Abbildung 6: Geographische Verteilung der EVSE nach Aufladetyp im Jahr 2016 (IEA, 2017d).

Einige vorhandene Studien beschreiben die nötige Veränderung der Infrastruktur (v.a. im urbanen Raum), um ausreichend Ladekapazitäten für Electric Vehicles (EV) bereitstellen zu können. Als weniger erforscht gelten hingegen die spezifischen Unterschiede der EVSEs im Hinblick auf ihren Energieverbrauch. Aus diesem Grund wurde eine Scoping Study verfasst, in der die Energieperformance von EVSEs untersucht wurde. Die Studie dient als Grundlage für weitere Unternehmungen der EDNA im Bereich der elektrischen Fortbewegungsmittel (Díaz, A and W. Wimmer, 2017).

2.3. Daten und Methodik der Projekte

2.3.1. Intelligent Efficiency

Für die Fallstudie „Intelligent Efficiency“ wurde relevante Forschungsliteratur recherchiert. Es zeigt sich eine stark wachsende Menge an Literatur bezüglich Smart Homes und deren Energieeffizienz. Die verfügbare Literatur ist jedoch aufgrund der schnellen Entwicklung von

Smart Home Technologie oftmals veraltet oder nur für wissenschaftliche Leserschaft gedacht. Die von Rozite (Rozite, 2018) verfasste Fallstudie ist eine Zusammenschrift relevanter Ergebnisse und Informationen aus der Literatur der letzten Jahre und bietet damit einen breiten Überblick über die Thematik, um ein grundsätzliches Verständnis über entsprechende Technologien zu entwickeln¹⁸.

2.3.2. Energy Harvesting Technologies for IoT Edge Devices

Dem Bericht „Energy Harvesting Technologies for IoT Edge Devices“ sind die Ergebnisse des gleichnamigen Projekts von der Helbling Technik AG in Kooperation mit ECODESIGN company GmbH zu entnehmen (Ünlü et al., 2017). Das Projekt war in fünf verschiedene Arbeitspakete aufgeteilt. Die Arbeitspakete des Projekts waren:

- Arbeitspaket 1: Identifizierung von bestehenden und aufkommenden EHT und Geräten, die EHT nutzen
- Arbeitspaket 2: Messung des Energieverbrauchs von IoT-Geräten
- Arbeitspaket 3: Darstellung der aktuellen EHT in IoT-Geräten
- Arbeitspaket 4: Schlussfolgerungen
- Arbeitspaket 5: Berichterstattung und Präsentation

Für die Arbeitspakete 1 und 3 wurden relevante internationale Publikationen und Projekte recherchiert. Für die Messungen zur Untersuchung des Energieverbrauchs von IoT-Geräten (Arbeitspaket 2) orientierten sich die Forscher/-innen an der Messanleitung „Network Mode Power Measurement: Guidance Note on Measurement and Data Collection“, welche von der International Energy Agency (IEA) veröffentlicht wurde und Vorgaben bezüglich des ordentlichen Ablaufs zur Bildung von Messreihen für Stromverbrauchsmessungen netzwerkverbundener Geräten enthält (EDNA, 2015).

2.3.3. Basket of Products Testing - Video Streaming Devices

Für das Projekt Basket of Products Testing wurden zunächst die am häufigsten verwendeten Streaming Devices in Österreich ermittelt. Diese werden von Google und Amazon angeboten und sind in Abbildung 7 abgebildet:

¹⁸ <https://www.iea-4e.org/document/413/intelligent-efficiency-a-case-study-of-barriers-and-solutions-smart-homes>



Alternativtext 7: Das Bild zeigt 4 verschiedene Video Streaming Geräte: Amazon fires TV Stick1 und 2 sowie Goggle Chromecast 1 und 2.

Abbildung 7: Untersuchte Video Streaming Devices für das Basket of Products Testing Projekt (Dangl, 2017).

Die Messung des Energieverbrauchs von Video Streaming Geräten erfolgte auf Grundlage der Messanleitung „Network Mode Power Measurement: Guidance Note on Measurement and Data Collection“ (EDNA, 2015). Pro Gerät fanden sechs verschiedene Versuchsreihen statt, wobei das Geräte je dreimal mit einem gleichbleibenden externen Netzteil (Original Netzteil des Amazon Fire TV Stick 2) und dreimal direkt am Fernsehgerät per USB betrieben wurde. Während der ganzen Messdurchführung wurden konstante Messbedingungen bewahrt, indem dasselbe Fernsehgerät (Samsung UE46F5000AW) mit stets derselben Konfiguration verwendet wurde. Die Messzeiten betragen jeweils genau 60 Minuten und wurden mit den Streaming Dienst von „Netflix“ durchgeführt. Zur Messung des Stromverbrauchs wurde ein Wattmeter (Wattman HPM 100A) genutzt. Diese Geräte eignen sich besonders zur Messung von Stromverbräuchen ab 100 μ A. Die erfassten Daten wurden anschließend aufbereitet und normiert.

2.3.4. Basket of Products Testing - Routers

Folgende Modems¹⁹ (Alternativtext 8: Das Bild zeigt drei verschiedene Modems, die untersucht wurden.

Abbildung 8) wurden hinsichtlich ihrer Energieperformance im Standby-Modus untersucht.

¹⁹ „Modem“ ist die Bezeichnung für ein Gerät, dessen Hauptfunktion darin besteht, digital modulierte analoge Signale über ein kabelgebundenes Netzwerk zu senden und zu empfangen. „Router“ bezeichnet ein Netzwerkgerät, dessen Hauptfunktion darin besteht, den optimalen Pfad zu bestimmen, über den Netzwerkverkehr weitergeleitet werden sollte. Router leiten basierend auf Netzwerkschichtinformationen (network layer information – L3) Pakete von einem Netzwerk an ein anderes weiter. (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1511179319237&uri=CELEX:32013R0801>).



Modem Ubee EVW 3226

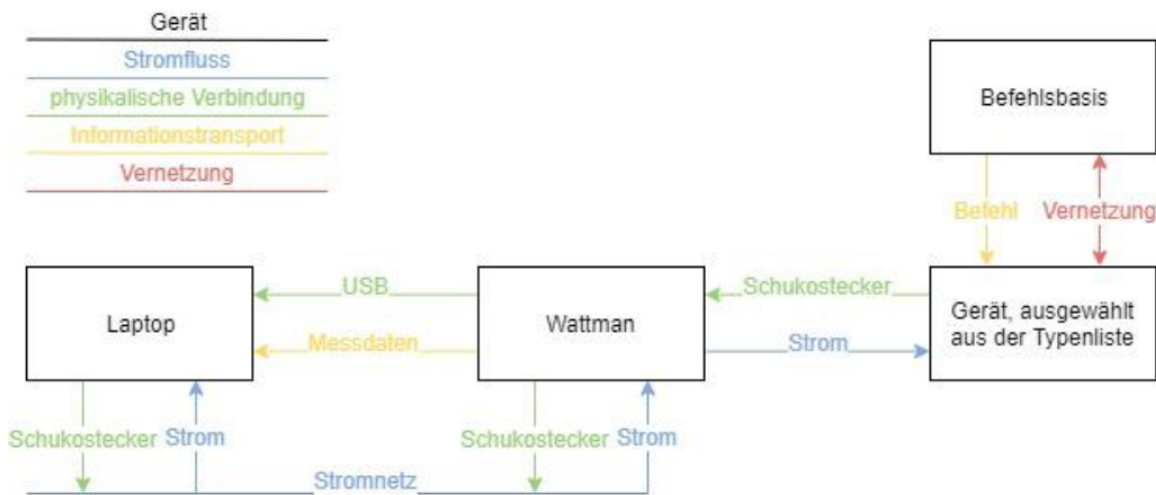
Modem UPC
Connectbox

Modem FRITZ!Box 6490 Cable

Alternativtext 8: Das Bild zeigt drei verschiedene Modems, die untersucht wurden.

Abbildung 8: Im Basket of Products Testing Projekt untersuchte Modems (Dangl, 2019).

Während der Messung der Energieverbräuche wurde das Wattmeter Wattman HPM 100A mittels USB an einen Laptop angeschlossen. Mit einer Software konnten die vom Wattmeter gemessenen Werte der Geräte unmittelbar auf dem Laptop gespeichert werden. Die geprüften Geräte wurden durch die Befehlsbasis gesteuert. Abbildung 9 zeigt den Aufbau der Messung.



Alternativtext 9: Das Bild zeigt den Aufbau der Messung zur Ermittlung der Stand-by Verbräuche: Zusammenschluß von Laptop, Leistungsmessgerät, zu messendes Gerät und der Befehlsbasis.

Abbildung 9: Aufbau einer Messung (Dangl, 2019).

Zu Beginn jeder Messung befand sich das Gerät zunächst im Standardbetrieb. Nach dem Messstart wurde das Gerät aus dem Standardbetrieb in den Ruhemodus versetzt bzw. so geschaltet, dass es eigenständig in den Ruhemodus wechseln kann. Anhand der Messwerte wurde analysiert, ob und wann das Testgerät innerhalb der Messdauer seinen Zustand selbstständig in den Ruhemodus wechselt. Darüber hinaus wurde untersucht, wie groß der Unterschied zwischen dem Verbrauch im Standardbetrieb und eines möglichen energieeffizienteren Modus ist.

2.3.5. Energy Efficiency of Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE)

Die Fallstudie zur Energieperformance von Ladestationen für Elektroautos wurde von der ECODESIGN company GmbH durchgeführt (Díaz, A. and W. Wimmer, 2017). Aufgrund ihrer

vermehrten Verbreitung standen EVSE mit galvanischer Anbindung und unidirektionalem Stromfluss im Untersuchungsmittelpunkt.

Für die Erstellung der Fallstudie wurden einschlägige Publikationen und Forschungsberichte recherchiert sowie Telefoninterviews mit ausgewählten Expert/-innen aus Forschung und Industrie durchgeführt. Dabei konnten verschiedene Methoden identifiziert werden, die zur Messung des Energieverbrauchs von EVSE angewendet werden. Vergleiche von Messwerten aus unterschiedlichen Studien sind aufgrund der mangelhaften Harmonisierung von Methodiken nur mit Vorbehalt zu treffen.

3. Ergebnisse der Projekte

3.1. Intelligent Efficiency

Vor dem Hintergrund der Energieeinsparungsmöglichkeiten im Gebäudebereich befasste sich die ECODESIGN company GmbH in Zusammenarbeit mit der EDNA-Delegierten und Expertin Vida Rozite mit dem gegenwärtigen Technologiestand von „Smart Homes“. In einem Smart Home können netzwerkverbundene Geräte von außen gesteuert werden, wodurch diese eine (automatisierte) Steuerung von Licht, Heizung, Belüftung, Klimaanlage und Sicherheit sowie den Einsatz von Haushaltsgeräten und Haushaltselektronik erlauben. Im Rahmen des vorliegenden Berichts und der Forschungstätigkeiten ist vor allem das verbesserte Energiemanagement durch die Laststeuerung netzwerkverbundener Elektronik von Smart Homes als vielversprechende Maßnahme zur Energieeinsparung von Relevanz; weitere Vorteile von Smart Homes beziehen sich auf:

- Stromerzeugung, -speicherung und -transport zum Stromnetz
- Komfortverbesserung
- Sicherheit
- Unterhaltung
- Haushaltsmanagement, z.B. Unterstützung beim Bestellen von Lebensmittel
- Spezielle Dienstleistungen etwa im Zusammenhang mit z. B. Gesundheitsmonitoring und betreutem Wohnen

In Abbildung 10 ist eine schematische Darstellung eines Smart Homes zu sehen. Es gibt kein standardisiertes Smart Home, da der Einsatz der netzwerkverbundenen Geräte vom Bedarf des jeweiligen Haushalts abhängt (Rozite, 2018).



Alternativtext 10: Das Bild zeigt die Darstellung eines Smart Homes mit den Elementen des Hubs, des Smart Phones, der externen Daten und des Energieversorgers. Gesteuert werden die Sicherheitseinrichtungen, das Energiemanagement, die Unterhaltungselektronik, die Beleuchtung und die Meßgeräte selbst.

Abbildung 10: Darstellung eines Smart Home (Rozite, 2018).

Ein Smart Home System kann flexibel angepasst werden, indem Geräte vom System entfernt oder hinzugefügt werden. Smart Home Systeme bestehen aus Sensoren und Schaltungen, die mit einem zentralen Knotenpunkt (auch Hub genannt) verbunden sind. Ausgehend von diesem Knotenpunkt wird das System durch ein Anschlussgerät via Benutzerschnittstelle gesteuert. Aktuelle Trends zur Weiterentwicklung von Smart Home Systemen beinhalten die Integrierung von Sprachsteuerung, künstlicher Intelligenz und das Lernen von Maschine zu Maschine (Rozite, 2018).

Die Verkaufszahlen von Smart Home Systemen und Geräten auf dem Markt steigen. In 2016 wurden acht Millionen Smart Home Geräte ausgeliefert, was einer Steigerung von 64% zum Vorjahr entspricht (Rozite, 2018). Aus einer US-amerikanischen Studie geht jedoch hervor, dass Konsument/-innen größtenteils aus Komfortgründen Smart Home Geräte erwerben und sich nur wenige aufgrund von Energie- und Ressourceneinsparungspotentialen für die Einrichtung von Smart Home Systemen entscheiden (PwC, 2017). Die Umfrage zielte auch auf die wesentlichen Kaufhindernisse ab. Die größten Barrieren aus Käufer/-innensicht sind:

- Hohe Kosten und unklarer Nutzen der Smart Home Systeme
- Datenschutzbestimmungen, Vertrauen und Netzsicherheit
- Komplexität und Technologierisiko (PwC, 2017).

Eine weitere Barriere für die Verbreitung von Smart Home Systemen betrifft fehlende Kapazitäten von intelligenten Stromnetzen („Smart Grid“) sowie ungenügende Marktbedingungen (Rozite, 2018).

Die Studie schlägt einige Handlungsansätze vor, um die Entwicklung von Smart Home Technologien zu fördern. Dazu gehört die Formulierung eines Strategieplans, der klare Ziele für die Energieeffizienz von Smart Homes definiert und deren Entwicklungsfortschritt dokumentiert. Für die Entwicklung des Strategieplans ist das Zusammenführen verschiedener Akteure/-innen aus verschiedenen Fachbereichen (Smart Grid, Energiesysteme, erneuerbare Energien, Klimawandel, Gebäuderegulierungen, etc.) sowie aus Energiekonzernen, Standardisierungsorganisationen und Smart Technology Unternehmen wichtig. Ausbaufähig sind außerdem die Harmonisierung von Methodiken zur Messung des Energieverbrauchs sowie Standardisierungen von Smart Home Technologien. Aktuelle Entwicklungen in diesem Zusammenhang könnten durch die Befragung von Standardisierungsorganen erfasst werden (Rozite, 2018). Tabelle 1 bietet eine Übersicht über relevante Standardisierungsorganisationen im Zusammenhang mit Smart Home Technologien.

Tabelle 1: Wichtige Standardisierungsorganisationen (Rozite, 2018).

International standardisation organisations/bodies
International Telecommunications Union (ITU), the International Organisation for Standardization (ISO), the International Electrotechnical Commission (IEC), The Institute of Electrical and Electronics Engineers Standards Association (IEEE), Internet Engineering Task Force (IETF).
Regional
CEN, CENELEC and ETSI (Europe), Asia Pacific Economic Cooperation.
Alliances, consortiums, initiatives
oneM2M, OpenStand, Thread Group, Open Connectivity Foundation, Z-Wave Alliance, Zigbee Alliance, OASIS.

Weitere Maßnahmen zur Förderung von Smart Home Technologien, die auf den Abbau von Barrieren aus Käufer/-innensicht abzielen, betreffen deren Finanzierung; hohe Kosten könnten beispielsweise durch Subventionen gesenkt werden. Ein ausgebauter Kundenservice, Informationskampagnen sowie die Entwicklung von Standards, um Technologien einfacher vergleichen zu können, zielen auf eine klare Kommunikation der Vorteile von Smart Home Technologien ab. Zum Aufbau von Vertrauen und Sicherung des Datenschutzes und der Netzwerke gegen Cyberangriffen eignet sich die Entwicklung verpflichtender Richtlinien für Datensammlung, Nutzungs- und Privatsphärensicherheit. Datenschutzrichtlinien sollten von Firmen, Netz- und Stromanbieter der Öffentlichkeit klar verständlich zur Verfügung gestellt werden. Auch die zunehmende Verbreitung von Smart Meter trägt zum Ausbau des Smart Grid bei und sorgt somit für günstigere Marktbedingungen für Smart Home Technologien (Rozite, 2018).

3.2. Energy Harvesting Technologien für IoT Edge Devices

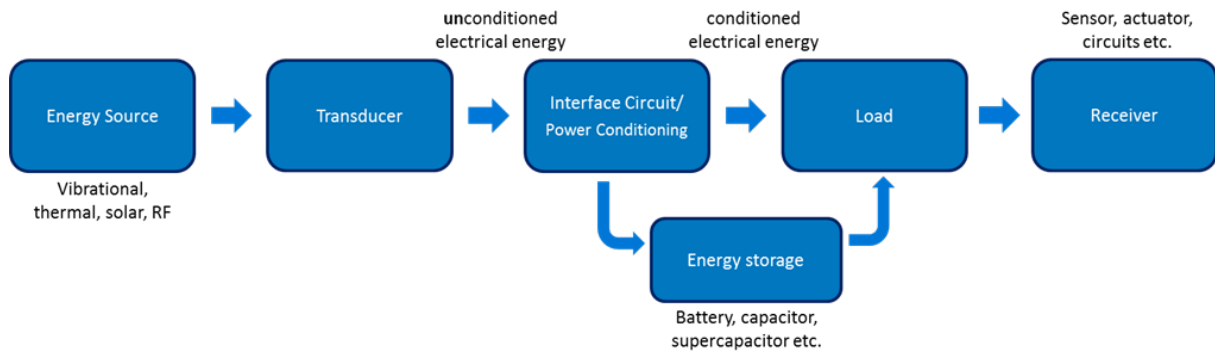
Energy Harvesting ist der Prozess, bei dem Energie aus externen Quellen gewonnen wird. Die Energiequelle beim Energy Harvesting wird als „Umgebungsenergie“ bezeichnet, die in der Umgebung vorliegt und frei verfügbar ist. Die Hauptaufgabe eines Energy Harvesting Geräts besteht darin, die erfasste Umgebungsenergie in elektrische Energie umzuwandeln. Zu den möglichen Energiequellen gehören (Ünlü et al., 2017):

- Energie aus Licht
- Wärmeenergie
- Energie aus dem Radiofrequenzbereich des elektromagnetischen Spektrums oder der Induktion
- Kinetische Energie: Bewegung, Vibration, Rotation, lineare Bewegung.

Ein Energy Harvesting System besteht im Wesentlichen aus drei Hauptkomponenten (siehe Abbildung 11):

1. einem Umwandlungsapparat (Eng.: Transducer)
2. einer Schnittstellenschaltung (Eng.: Interface Circuit)
3. Last (Eng.: Load).

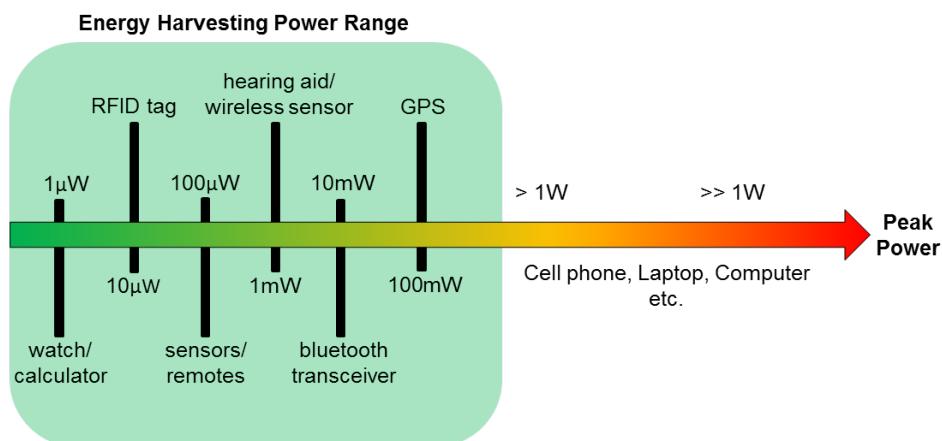
Mit dem Umwandlungsapparat, auch Energy Harvester bezeichnet, wird die „Umgebungsenergie“ (mechanisch, thermisch, etc.) zu elektrischem Strom konvertiert. Die Schnittstellenschaltung dient dazu, die maximale Menge an Energie vom Umwandlungsapparat zu extrahieren und macht die gesammelte Energie für elektrische Lasten verwendbar.



Alternativtext 11: Das Bild zeigt das Blockdiagramm eines Energy Harvesting Systems bestehend aus der Energiequelle, der Übersetzer dem Interface der Last und dem Empfänger sowie des Energiespeichers.

Abbildung 11: Blockdiagramm eines Energy Harvesting Systems (Ünlü et al., 2017).

Die Anforderungen, unter denen EHT in ein Produkt (Gerät) implementiert werden können, betreffen beispielsweise die Form der Anwendung und die dafür benötigte Energieversorgung. Der relevante Leistungsbereich für IoT Geräte und Sensoren liegt zwischen $0,1\mu\text{W}$ und 1W . Wie in Abbildung 12 dargestellt, liegt der realisierbare Energieerzeugungsbereich eines Energy Harvesting Geräts (Energy Harvester) bei einer Größe von bis zu 500mW .



Alternativtext 12: Das Bild zeigt Leistungsbereich der Energieerzeugung im Vergleich zum Energieverbrauch bestimmter Lasten – dabei kann mit dem Energy Harvesting ein Leistungsbereich bis zu 100mW noch gut abgedeckt werden – typischerweise fallen in diesen Leistungsbereich Anwendungen wie Uhren, RFID tags, wireless sensors, bluetooth-Empfänger und GPS-Anwendungen.

Abbildung 12: Leistungsbereich der Energieerzeugung im Vergleich zum Energieverbrauch bestimmter Lasten (Ünlü et al., 2017).

Damit bieten sich EHT für eine Vielzahl von Mikrosystemen mit Eigenantrieb an, z.B. Edge Devices für IoT, da deren Energieverbrauch durchschnittlich etwa $100\mu\text{W}/\text{cm}^2$ beträgt (Kamalnejad et al., 2015). Da Energieversorgung und -bedarf zeitversetzt sein können, sind ein temporärer Energiespeicher (z. B. Superkondensator) und eine Energieverwaltungselektronik erforderlich, um die Energie effektiv vom Harvester an das IoT Edge Device zu liefern.

IoT Edge Devices sind in ihrer Produktion kostensensibel, d. h. die Integration von EHT in das Gerätedesign erhöht die Kosten. Höhere Kosten ergeben sich einerseits aufgrund der zu

verwendeten Komponenten, andererseits aufgrund der möglichen Neuentwicklung des Geräts, um das Einsetzen von EHT in das Gerätedesign zu ermöglichen.

IoT Edge Devices weisen mittlerweile durch die Chip-Technologie und die Entwicklung integrierter Schaltungen eine kleine Größe auf. Größe und Gewicht des Geräts werden also häufig durch die eingesetzte Batterie dominiert. Der Energy Harvester als Alternative zur Batterie sollte daher idealerweise nicht mehr Platz beanspruchen als die bisherige Energiequelle und nicht größer als 10 cm³ sein. Ideal wäre zudem eine Skalierbarkeit des Energy Harvesters in Bezug auf die Größe des IoT Edge Devices (Ünlü et al., 2017).

Die Barrieren zur Implementierung von EHT in IoT Edge Devices betreffen:

- die höheren Kosten im Vergleich zu herkömmlichen Batterien
- die Größe des EHT abhängig vom Energiebedarf des Geräts
- der in vielen Fällen erforderliche Energiespeicher, da die meisten EHT-Geräte intermittierend Energie erzeugen.

Aktuelle Energiespeicher haben eine kürzere Lebensdauer als EHT. Im Moment stellt ein Hybrid aus Lithium-Ionen-Batterie und EHT die optimale Kombination in Bezug auf Lebensdauer und Dauerenergie dar (Vullers et al., 2009).

Die Entwicklung von EHT ist zeitaufwendig, da es sich häufig noch um Grundlagenforschung handelt. Es besteht das Risiko, dass die Industrie daher die Entwicklung der Technologie nicht weiter verfolgt. Kleine Hersteller oder Start-Ups, die Thermo-Electric Generator (TEG, thermoelektrischer Generator) Energy Harvester entwickeln, verkaufen oder entwickeln diese häufig nicht mehr primär in ihrer Funktion als Energy Harvester, sondern als Temperatursensorknoten. Trotz ihrer aktuell relativ geringen Leistungsdichte und vergleichsweise hohen Kosten gibt es gute Argumente für die Weiterentwicklung und Implementierung von EHT:

- Mit der steigenden Anzahl an IoT-Geräten kann auch die Anzahl der implementierten EHT-Geräte steigen, was wiederum zu Kostensenkungen führen kann.
- Hersteller-Allianzen von EHT wie EnOcean bewirken durch ihren öffentlichen Auftritt die Zugänglichkeit von Wissen und Ressourcen für die Produktentwicklung mit EHT.
- Die Lebensdauer von EHT beträgt mehr als 5 Jahre. Es gibt EHT-Geräte, die bereits seit 15 Jahren ohne Austausch von einzelnen Teilen verwendet werden. Daher müssen Edge Devices nicht regelmäßig gewartet werden (Ünlü et al., 2018).
- Durch technische Fortschritte wie transitorische Steuerungen und Cloud-Computing für die Datenverarbeitung wird davon ausgegangen, dass der Energieverbrauch von elektronischen Geräten weiter steigen wird und damit auch die Durchsetzung von EHT (Fedder et al., 2015).
- Das größte Energieeinsparpotential durch EHT wird in der Gebäudeautomation durch die Reduzierung von Kupferkabeln und den Kosten für Material, Installation und Wartung erwartet (Dervojeđa et al., 2014). Als weitere relevante Bereiche lassen sich Infrastruktur und „Wearables“ (tragbare Produkte) identifizieren.

3.3. Basket of Products Testing - Video Streaming Devices

Die in der Studie untersuchten externen Streaming Devices wiesen im Betrieb mit Netzteil mit ca. 2W einen ähnlichen Verbrauch auf. Ihr Energieverbrauch wurde über den Gesamtstromverbrauch des Fernsehgeräts inklusive Streaming Device ermittelt. Der Verbrauch beider Geräte (Fernsehgerät, Streaming Device) wurde am Stromkabel zur Steckdose gemessen. Anschließend wurde von diesem Wert der alleinige Stromverbrauch des Fernsehgeräts bestimmt und vom Gesamtstromverbrauch abgezogen, um den Stromverbrauch des Streaming Device zu bestimmen. Dabei blieb jedoch unberücksichtigt, dass der Stromverbrauch des Fernsehers abhängig vom gespielten Filmmaterial variiert. Die Stromverbräuche der USB-betriebenen Streaming Geräte anhand eines schwankenden Gesamtstromverbrauchs des Fernsehgeräts zu ermitteln, ist demnach nicht möglich. Für die später im Projekt durchgeführten Hochrechnungen wurde deshalb der durchschnittliche Verbrauch der mit Netzteil betriebenen Streaming Devices verwendet, welcher 2,2W beträgt (Dangl, 2017). Tabelle 2 zeigt den Verbrauch der USB-betriebenen Streaming Devices im Standby.

Tabelle 2: Vergleich der Stromverbräuche der Streaming Devices im Standby mit Netzteil bzw. USB (Dangl, 2017).

Streaming Devices	Netzteil im Standby & TV ausgesteckt [W]	Netzteil & TV im Standby [W]	USB & TV im Standby [W]
Amazon Fire TV Stick, 1. Generation	1,079	1,264	0,001
Amazon Fire TV Stick, 2. Generation	1,236	2,331	0,002
Google Chromecast, 1. Generation	2,137	2,283	0,007
Google Chromecast, 2. Generation	1,688	1,639	0,009

Der gesamte Standby-Verbrauch eines externen Streaming Device ergibt sich aus der Summe des Standby-Stromverbrauchs des Netzteils und des Standby-Stromverbrauchs des Streaming-Geräts. Messungen ergaben, dass das Netzteil alleine ca. 0,064W verbraucht. Dieser Unterschied ist auch bei der Betrachtung der zwei Spalten „Netzteil im Standby & TV ausgesteckt“ und „Netzteil und TV im Standby“ erkennbar. Aus den oben dargestellten Werten ergab sich ein durchschnittlicher Stromverbrauch der externen Streaming Geräte im Standby von 1,07W (Dangl, 2017).

Laut Netzteil Verordnung EC 278/2009²⁰ dürfen Niederspannungsnetzteile eine Leistungsaufnahme bei Nulllast von maximal 0,3W haben. Das in den Messungen (s. Kapitel 2.4.3) verwendete Netzteil des Amazon Fire TV Sticks 2 hatte bei Nulllast eine Leistungsaufnahme von 0,064W und erfüllt somit die gesetzlichen Vorschriften.

²⁰ <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:093:0003:0010:DE:PDF>

Für die Streaming Devices gilt die Verordnung EU 801/2013²¹, die eine Leistungsaufnahme von maximal 3W im Standby vorschreibt. Auch die untersuchten Streaming Devices halten somit die gesetzlichen Vorschriften über den Standby-Verbrauch ein (Dangl, 2017).

Darüber hinaus zeigen Versuchsreihen, dass externe Streaming Geräte, die mit USB betrieben werden, im Standby deutlich weniger Strom verbrauchen als jene Geräte mit Netzteilbetrieb. Der Grund dafür ist, dass das verwendete TV-Gerät die Stromversorgung zu den USB-Ports im Standby Betrieb einstellt. Die Werte aus Tabelle 2 zeigen deutlich, dass eine Reduktion des Stromverbrauchs von externen Video Streaming Devices auf 0 Watt möglich wäre. Dies würde eine deutliche Verbesserung des Stromverbrauchs von Streaming Geräten pro Tag von 26,84 Wh auf 2,2 Wh bedeuten, was einem Verbesserungspotential von 1220% entspricht.

Weiterhin wurde der Anteil von externen Streaming Devices am Jahresstromverbrauch der österreichischen Haushalte ermittelt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Auf Grundlage der durchgeführten Umfrage wurde angenommen, dass ein externes Streaming Gerät in österreichischen Haushalten durchschnittlich eine Stunde pro Tag in Betrieb ist. Weitere Angaben zur Berechnung wurden der Statistik Austria²² entnommen (Dangl, 2017).

Tabelle 3: Gesamter Stromverbrauch durch Streaming Devices in Österreich (Dangl, 2017)

	Durchschnitt Gesamt 24h [Wh]	Anzahl der Geräte in Österreich	Durchschnittlicher Verbrauch aller Geräte 24h in Österreich [Wh]	Durchschnittlicher Verbrauch aller Geräte 365 Tage in Österreich [Wh]
Verbrauch	26,84	757 006	20 319 807	7 416 729 696

Bei einem Jahresstromverbrauch aller österreichischen Haushalte im Jahr 2015/2016 von 16 800 GWh nimmt der Stromverbrauch durch externe Streaming Geräte (7,42 GWh) somit einen Anteil von 0,044% ein. Eine Weiterentwicklung von Streaming Devices ist jedoch nicht weiter anzustreben, da sie einerseits mit 0,044% einen zu vernachlässigenden Anteil am österreichischen Jahresstromverbrauch und andererseits eine Übergangstechnologie darstellen. Mit der erfolgreichen Einführung der Smart TVs lassen sich Fernsehgeräte nun ohne externe Streaming Devices mit dem Internet verbinden (Dangl, 2017).

²¹ <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:225:0001:0012:de:PDF>

²² http://statistik.at/web_de/statistiken/index.html

3.4. Basket of Products Testing - Routers

Für das Modem Ubee EVW 3226 wurden folgende Werte gemessen (Tabelle 4):

Tabelle 4: Messergebnisse des Modems Ubee EVW 3226 (Dangl, 2019).

Szenarien	Aktiv Betrieb	Stand-by-Betrieb		Vergleich		
	Verbrauch [W]	Übergang [s]	Verbrauch [W]	Grenzwert [W]	Differenz [W]	Differenz [%]*
Wi-Fi + Ethernet + Modem aktiv	6,59	x	x	12	-5,41**	-45
				8	-1,41**	-18
Wi-Fi + Modem aktiv	6,55	x	x	12	-5,45**	-45
				8	-1,45**	-18
Ethernet + Modem aktiv	6,09	x	x	12	-5,91**	-49
				8	-1,91**	-24
Modem aktiv	6,1,	x	x	12	-5,9**	-49
				8	-1,9**	-24
unvernetzt	6,06	120	5,4	12	-6,6	-55
				8	-2,6	-33

* Prozentuelle Unter- bzw. Überschreitung des Grenzwertes.

** Differenz des Aktivwertes und der Grenzwerte.

Für die Messungen wurden die Hauptfunktionen bzw. die Art der Netzwerkkonnektivität des Routers geändert, wodurch sich unterschiedliche Szenarien ergaben. Bei allen Szenarien ergab sich die Einhaltung des Grenzwertes von 8W für den Verbrauch von „HiNA“-Grenzwerten von 2017²³. Das Gerät, das 2013 zertifiziert wurden, wechselt ohne Netzwerkverbindung nach zwei Minuten in den Energiesparmodus und hält damit die Vorgaben der EU Richtlinie 1275/2008²⁴ mit der Erweiterung EU Verordnung 801/2013²⁵ ein.

²³ „Vernetztes Gerät mit hoher Netzwerkverfügbarkeit“ (HiNA-Gerät) bezeichnet ein Gerät, das als Hauptfunktion(en) ausschließlich eine oder mehrere der folgenden Funktionen erfüllt: Router, Netzwerk-Schalter, Drahtlos-Netzzugangspunkt, Hub, Modem, VoIP-Telefonie, Videotelefonie. „Vernetztes Gerät mit HiNA-Funktionen“ bezeichnet ein Gerät, das unter anderem die Funktionen eines Routers, Netzwerk-Schalters, Drahtlos-Netzzugangspunkts oder eine Kombination dieser Funktionen erfüllt, aber kein HiNA-Gerät ist. (<https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/3a5e0cc0-0bcd-11e3-8d1c-01aa75ed71a1/language-de>).

²⁴ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:02008R1275-20170109>

²⁵ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32013R0801>

Die Resultate aus den Messungen für das zweite Gerät, die UPC Connectbox, sind in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Messergebnisse des Modems UPC Connectbox (Dangl, 2019).

Szenarien	Aktiv Betrieb	Stand-by-Betrieb		Vergleich*		
	Verbrauch [W]	Übergang [s]	Verbrauch [W]	Grenzwert [W]	Differenz [W]	Differenz [%]**
Wi-Fi + Ethernet + Modem aktiv	11,42	x	x	12*	-0,58	-5
				8	+3,42	+43
Wi-Fi + Modem aktiv	10,95	x	x	12	-1,05	-9
				8	+2,95	+37
Ethernet + Modem aktiv	10,92	x	x	12	-1,08	-9
				8	+2,92	+37
Modem aktiv	10,72	x	x	12	-1,28	-11
				8	+2,72	+34
unvernetzt	10,70	x	x	12	-1,3	-11
				8	+2,7	+34

* Prozentuelle Unter- bzw. Überschreitung des Grenzwertes.

** Differenz des Aktivwertes und der Grenzwerte.

Solange eine Hauptfunktion aktiv ist, geht das im Jahr 2017 zertifizierte Gerät in keinen Energiesparmodus über. Der Energiesparmodus tritt auch dann nicht ein, wenn keine Hauptfunktion aktiv ist. Damit wird die EU Richtlinie 1275/2008²⁶ mit der Erweiterung EU Verordnung 801/2013²⁷ nicht eingehalten. Der aktuelle Grenzwert von 8W, der für ab 2017 zertifizierten Routern vorgeschrieben ist, wird ebensowenig eingehalten. Das Gerät geht in keinen Energiesparmodus über, solange eine Hauptfunktion aktiv ist. Unvernetzt wechselt das Gerät hingegen sofort in einen Energiesparmodus, in dem der Verbrauch ungefähr 1,66 Watt (16,5%) geringer ist als während des aktiven Betriebs mit „Wi-Fi“ und „Ethernet“. Das Modem wurde 2018 zertifiziert, wodurch der Energieverbrauch im Standby-Betrieb den Grenzwert von 8 Watt nicht übersteigen dürfte. Mit einem Standby-Energieverbrauch von 8,51 Watt überschreitet der Router den Grenzwert jedoch um 0,51 Watt (6,4%) (Dangl, 2019).

Tabelle 6 zeigt die Resultate aus den Messergebnissen für das Modem FRITZ!Box 6490 Cable. Das Gerät geht in keinen Energiesparmodus über, solange eine Hauptfunktion aktiv ist. Unvernetzt wechselt das Gerät hingegen sofort in einen Energiesparmodus, in dem der Verbrauch ungefähr 1,66 Watt (16,5%) geringer ist als während des aktiven Betriebs mit „Wi-Fi“ und „Ethernet“. Das Modem wurde 2018 zertifiziert, wodurch der Energieverbrauch im Standby-Betrieb den Grenzwert von 8 Watt nicht übersteigen dürfte. Mit einem Standby-

²⁶ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:02008R1275-20170109>

²⁷ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32013R0801>

Energieverbrauch von 8,51 Watt überschreitet der Router den Grenzwert jedoch um 0,51 Watt (6,4%) (Dangl, 2019).

Tabelle 6: Messergebnisse des Modems FRITZ!Box 6490 Cable (Dangl, 2019).

Szenarien	Aktiv Betrieb	Stand-by-Betrieb		Vergleich		
	Verbrauch [W]	Übergang [s]	Verbrauch [W]	Grenzwert [W]	Differenz [W]	Differenz [%]*
Wi-Fi + Ethernet + Modem aktiv	10,17	x	x	12	-1,83**	-15
				8	+2,17**	+27
Wi-Fi + Modem aktiv	9,80	x	x	12	-2,2**	-18
				8	+1,8**	+23
Ethernet + Modem aktiv	9,16	x	x	12	-2,84**	-24
				8	+1,16**	+15
Modem aktiv	8,85	x	x	12	-3,15**	-26
				8	+0,85**	+11
unvernetzt	x	0	8,51	12	-3,49	-29
				8	+0,51	+6

* Prozentuelle Unter- bzw. Überschreitung des Grenzwertes.

** Differenz des Aktivwertes und der Grenzwerte.

Die gesammelten Ergebnisse der Messungen werden in Tabelle 7 zusammengefasst und miteinander verglichen. Die untersuchten Geräte sind ein Modem, ein Router und ein Switch gleichzeitig. Die wichtigste Hauptfunktion eines Modems mit Router- und Switch-Funktionen in Haushalten ist das Erstellen eines lokalen Netzwerkes und das Verbinden dieses lokalen Netzwerkes mit dem Internet. Als „HiNA“-Geräte wechseln Modems selten in einen Standby-Betrieb, da das Aufrechterhalten und das Verbindungen der Netzwerke stets aktive Funktion sind (somit sollten die Hauptfunktionen nicht getrennt betrachtet werden).

Das älteste Gerät, „EVW 3226“, ist am energieeffizientesten, da sowohl die „UPC Connectbox“ und die „FRITZ!Box“ aufgrund eines integrierten Softwarepaketes mehr Protokolle abgerufen und durchführen. Die Differenz zwischen „EVW 3226“ zur „UPS Connectbox“ und zur „FRITZ!Box“ beträgt durchschnittlich 4,5 Watt.

Die Modems „UPC Connectbox“ und „FRITZ!Box 6490“ halten trotz gültiger Zertifizierung die Grenzwerte von 2017 nicht ein. Schließlich ist der aktive Energieverbrauch kleiner als der Grenzwert von 2015, obwohl die Geräte niemals in einen Standby-Betrieb wechseln (Dangl, 2019). Der unvernetzte Standby-Betrieb sollte auch für „HiNA“-Geräte gültig sein, damit selbst wenn das Gerät unvernetzt ist, der Grenzwert von 8 Watt auf 0,5 Watt gesenkt wird. Sobald das Gerät vernetzt wird („Ethernet“-Kabel oder Internetkabel anstecken), hat der Nutzer oder

die Nutzerin das Gerät in der Hand und kann es entweder neustarten (ab- und anstecken) oder per Knopfdruck reaktivieren (Dangl, 2019).

Tabelle 7: Zusammenfassung der Messergebnisse über Modems mit Router- und Switchfunktionen (Dangl, 2019).

	Modems mit Router- und Switchfunktionen						Gesetzliche Vorgaben
Gerät	EVW 3226		Connectbox		FRITZ!Box		EU Richtlinie 1275/2008 mit EU Verordnung 801/2013 HiNA
Zertifizierungsjahr	2013		2017		2018		
Szenarien	Stand-by	[W]	Stand-by	[W]	Stand-by	[W]	Hauptfunktion inaktiv? (Stand-by-Betrieb erfordert)
Wi-Fi + Ethernet + Modem aktiv	Nein	6,59	Nein	11,42	Nein	10,17	Nein
Wi-Fi + Modem aktiv	Nein	6,55	Nein	10,95	Nein	9,80	Nein
Ethernet + Modem aktiv	Nein	6,09	Nein	10,92	Nein	9,16	Nein
Modem aktiv	Nein	6,10	Nein	10,72	Nein	8,85	Nein
unvernetzt	Ja	5,4	Nein	10,70	Nein	8,51	Ja
	Eingehalten	Differenz	Eingehalten	Differenz	Eingehalten	Differenz	Gültig ab?
Grenzwert 12 W	Ja	-6,6	Ja	-1,3	Ja	-3,49	01.2015
Grenzwert 8 W	Ja	-2,6	Nein	+2,7	Nein	+0,51	01.2017

3.5. Energy Efficiency of Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE)

Eine vollständige Untersuchung der Energieeffizienz von EVSEs beinhaltet die Messung sowohl der Ladeeffizienz als auch des Eigenverbrauchs der Ladestationen. Die meisten Veröffentlichungen, wie z. B. jene vom Nationalen Laboratorium von Idaho (USA) und des European Research Center (EC JRC), fokussieren jedoch ausschließlich die Ladeeffizienz. Die im Rahmen von EDNA durchgeführte Fallstudie „Energy Efficiency of Electric Vehicle Supply Equipment – EVSE“ hingegen untersucht die Eigenenergieverbräuche der Aufladestationen mit besonderem Vermerk auf deren Standby-Verbräuche. Diese sind insofern relevant, als dass EVSE nur wenige Stunden pro Tag im tatsächlichen Ladebetrieb sind und sich somit größtenteils im Standby-Modus befinden (Díaz, A. and W. Wimmer, 2017).

Die drei nachstehenden Tabellen zeigen die Messergebnisse des Energieverbrauchs ausgewählter EVSE in verschiedenen Betriebszuständen. Aus Tabelle 9 gehen die zum Teil hohen Differenzen zwischen den Verbräuchen verschiedener Ladestationen hervor.

Tabelle 8: Energieverbrauch ausgewählter EVSE in verschiedenen Betriebszuständen (ENERGY STAR, 2017).

ENERGY STAR									
Product	Overall charge efficiency	Active				Standby power			Year
		Max power	30A	15A	4A	No vehicle	Partial On Mode	Idle Mode	
		[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	
ChargePoint-CPH12	99%	34,03	-	35,25	2,29	1,90	1,90	2,00	2017
ChargePoint-CPH25	99%	61,51	52,89	33,12	16,78	1,90	1,90	2,00	2017
ChargePoint-CPF25	99%	96,44	59,73	29,93	12,02	3,20	3,20	3,00	2017

Tabelle 9: Energieverbrauch ausgewählter EVSE in verschiedenen Betriebszuständen (nach INL, 2012).

INL Idaho National Laboratory								
Company	Name	Type	Overall charge efficiency	Active		Standby power		Year
				During charge	Pre-charge	Post-charge		
				[W]	[W]	[W]		
Voltec	Voltec 240V Charge Station	Model No. 22765700	97,91%	71,50	2,20	2,80	-	
GE	GE Smart Grid EVSE	Prototype	98,83%	36,80	18,40	17,70	2012	
GE	GE Energy WattStation Wall-Mount Unit		99,00%	31,20	4,90	4,90	2012	
Blink	Blink Residential Wall-Mount Unit	Model No. we-30cire	99,19%	25,60	13,40	12,50	2011	
Siemens	Siemens-VersiCharge	Model No. VC30BLKB	99,21%	24,40	2,50	5,30	2012	
ClipperCreek	ClipperCreek Public EVSE	Model No. CS-40	99,24%	23,75	3,21	3,26	2012	
Leviton	Leviton Residential Wall-Mount Unit	Model No. EVB22-3PM	99,24%	25,72	8,18	7,48	2011	
Schneider Electric	Schneider Residential Indoor - Wall-Mount Unit	Model No. EV2430WS	99,29%	22,20	1,30	2,20	2012	
AeroVironment	AeroVironment Residential Wall-Mount Unit	Model No. EVSE-RS	99,33%	22,77	5,11	5,00	2012	
SPX	SPX Residential Wall-Mount Unit	Model No. EV20M26318U	99,68%	10,80	1,80	1,20	2011	

Tabelle 10 zeigt den Verbrauch für das Kühlen bzw. Heizen von Ladestationen und von Ladekabeln sowohl im Betriebs- als auch im Standby-Modus.

Tabelle 10: Energieverbrauch in verschiedenen Betriebszuständen (Díaz, A. and W. Wimmer, 2017)

Company interviews							
Name	Type	Overall charge efficiency	Active	Standby power			Year
			Loading cable cooling	Idle	Signalling	Standby heating/cooling	
			[W]	[W]	[W]	[W]	
Company A	50kW DC Fast charge	92,00%	1000	80	unknown	500	2017
Company B	60kW DC Fast charge	95,00%	unknown	40	50	80-100	2017

Neben der thermischen Regulierung ist der Energieverbrauch vom EVSE durch die Nachrichtenkommunikation, dem Display, dem Datentransfer und auch durch das aktive Kühlen des Versorgungskabels bestimmt. Induktive Ladestationen weisen prinzipiell eine niedrigere Energieeffizienz haben als jene mit Kabelladung (galvanische Verbindung) und beanspruchen einen geschätzten zusätzlichen Energieverbrauch von bis zu 10 Watt. (Díaz, A. and W. Wimmer, 2017).

Die insbesondere im urbanen Raum wachsende Elektromobilität erfordert die Einrichtung zahlreicher Ladestationen, um zukünftig ausreichend Ladekapazitäten für Elektroautos zur Verfügung zu haben. Insofern ist in diesem Bereich mit einem hohen Energiebedarf zu rechnen, weshalb die Untersuchung des Eigenenergieverbrauchs von EVSE nicht zu vernachlässigen ist: über einen Zeitraum von 5 Jahren könnten im Standby-Modus pro Ladestation 265 kWh eingespart werden, was auf nationaler Ebene jährlich Energieeinsparungen von etwa 4,8 GWh entspricht (Power Integrations, 2015).

Die Sicherstellung der Energieeffizienz von EVSE steht im engen Zusammenhang mit technischen Standards; zu den verbreitetsten gehört die IEC 61851. Auch die US

Environmental Protection Agency entwickelt im Zuge des ENERGY STAR® Programms eine entsprechende Richtlinie für EVSE (ENERGY STAR, 2016). Ausstehend ist noch eine Harmonisierung von technischen Standards, was Policy Empfehlungen für die Weiterentwicklung von EVSE erschwert (Díaz, A. and W. Wimmer, 2017).

4. Vernetzung und Ergebnistransfer

Der Tätigkeitsbereich von EDNA erfordert auch das nationale und internationale Publizieren relevanter Ergebnisse, um Empfehlungen für politische Entscheidungen und Strategien formulieren zu können. Die Studie über „Intelligent Efficiency“ wurde von Dr. Adriana Díaz (ECODESIGN company GmbH) innerhalb des vom BMVIT organisierten IEA-Vernetzungstreffens im Oktober 2017 in Salzburg vorgestellt. Zudem wurden die Ergebnisse über EVSE durch Dr. Díaz auf der internationalen Konferenz „e-nova 2018“ im November 2018 in Pinkafeld präsentiert. Die englischen Berichte der weiteren Projekte werden auf der EDNA-Homepage unter dem Register „Publications“ veröffentlicht²⁸.

4.1. Publikationen

Das BMVIT betreibt eine Website, auf der zahlreiche Unterlagen zu den einzelnen EDNA Tasks und Projekten für den Projektzeitraum Januar 2017 bis Mai 2019 auf Deutsch veröffentlicht werden (Nachhaltig Wirtschaften, 2017a).

The screenshot shows the website interface for IEA Research Cooperation. At the top, there is a navigation bar with links for BILDERPOOL, NEWSLETTER, KONTAKT, ENGLISH, and social media icons. Below the navigation bar is the IEA Research Cooperation logo and a search bar. The main content area features a project title: "IEA 4E Annex Elektronische Geräte und Netzwerke - EDNA (Arbeitsperiode 2017-2019). Task 3: „Intelligent efficiency“. Projekt: „Basket of products testing“". Below the title is a summary paragraph in German. To the right of the main text is a sidebar with two sections: "Inhaltsverzeichnis" (Table of Contents) and "Projektinfo" (Project Info). The "Inhaltsverzeichnis" section lists: Kurzbeschreibung, Publikationen, Teilnehmende Staaten, and Kontaktadresse. The "Projektinfo" section lists: Status: laufend, Start: Januar 2017, and Ende: Mai 2019. Below the sidebar is a "Links" section with the text "Website des IEA-4E EDNA".

OPEN4INNOVATION | IEA Forschungskoooperation

BILDERPOOL NEWSLETTER KONTAKT ENGLISH

Suchen ...

MISSION | TECHNOLOGIEPROGRAMME | PROJEKTE | AUSSCHREIBUNGEN | TERMINE | PUBLIKATIONEN

IEA 4E Annex Elektronische Geräte und Netzwerke - EDNA (Arbeitsperiode 2017-2019). Task 3: „Intelligent efficiency“. Projekt: „Basket of products testing“

Im Task 3 Intelligent Efficiency (IE) und im Projekt: Basket of products testing wird der Energiebedarf von ausgewählten Geräten im Netzwerk-Standbymodus gemessen und für EDNA dokumentiert. Es wird bei der Entwicklung zweier Konzeptpapiere zu "IoT as enabler" und "Energy harvesting technologies" unter schweizerischer Leitung mitgearbeitet. Weiters werden zwei Konzeptpapiere zu "Energiamonitoringsysteme" und "Effizienz von E-mobility Ladetechnik" verfasst und in den EDNA-Arbeitsplan eingebracht.

Kurzbeschreibung

Hersteller machen ihre Geräte netzwerkfähig, auch wenn sich ihre eigentlichen Kernfunktionen nicht ändern. Diese Geräte sind dann zu jeder Zeit einsatzbereit. Das bedeutet, dass sie sich die meiste Zeit im Network-Standby-Modus befinden.

Inhaltsverzeichnis

- Kurzbeschreibung
- Publikationen
- Teilnehmende Staaten
- Kontaktadresse

Projektinfo

Status: laufend
Start: Januar 2017
Ende: Mai 2019

Links

Website des IEA-4E EDNA

Alternativtext 13: Das Bild zeigt beispielhaft einen Ausschnitt der durch BMVIT betriebenen Website über EDNA.

Abbildung 13: Ausschnitt der durch BMVIT betriebenen Website über EDNA (Nachhaltig Wirtschaften, 2017a).

²⁸ <https://edna.iea-4e.org/library>

Zu den Publikationen zählen sowohl Berichte als auch Fallstudien und Policy Briefe. Bezüglich der im vorliegenden Bericht vorgestellten Tasks und Projekte sind an dieser Stelle zu nennen:

- Energy Harvesting Technologien (EHT) für IoT (Internet of Things) Edge Devices: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/publikationen/energy-harvesting-technologien-fuer-iot-edge-devices.php>
- Intelligent Efficiency: A case study of barriers and solutions - Smart Homes: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/publikationen/intelligent-efficiency-a-case-study-of-barriers-and-solutions-smart-homes.php>
- IEA 4E Policy Brief zu Intelligenter Effizienz: Smart Homes: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/publikationen/iea-4e-policy-brief-zu-intelligenter-effizienz-smart-homes.php>
- IEA 4E Scoping Study Energy Efficiency of Electric Vehicle Supply Equipment – EVSE (Energieeffizienz der Versorgungsinfrastruktur für Elektrofahrzeuge, 2018): <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/publikationen/iea-4e-evse-scoping-study-energy-efficiency-2018.php>

Darüber hinaus bietet die ECODESIGN company GmbH auf ihrer Website Informationen zu jenen EDNA-Projekten, an denen sie als Projektpartner beteiligt ist²⁹.

4.2. Vorträge und Workshops

4.2.1. Vortrag über Intelligent Efficiency beim IEA-Vernetzungstreffen 2017

Das IEA-Vernetzungstreffen 2017 fand auf Einladung des BMVIT in Zusammenarbeit mit der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) und der Österreichischen Gesellschaft für Umwelt und Technik (ÖGUT) am 12. und 13. Oktober im Literaturhaus in Salzburg statt. Bei dem Treffen werden unter anderem Ergebnisse der verschiedenen Annexe und Tasks der IEA Forschungskoooperation besprochen. Thema des Vernetzungstreffens war die Transformation des Energiesystems.

Am ersten Tag des Vernetzungstreffens wurden Inputs von nationalen und internationalen Transformationsexperten/-innen gegeben sowie Arbeiten aus den Tasks und Annexen der IEA Forschungskoooperation zu dieser Thematik vorgestellt. Im Anschluss daran fanden Besichtigungen im Stadtteil Lehen mit drei Schwerpunktthemen (Großthermische Solaranlage; Bewohner/-innenverhalten und -zufriedenheit und Energieverbrauch sowie Sanierung und Revitalisierung) statt. Der zweite Tag beinhaltete weitere Updates aus den Projekten der IEA Forschungskoooperation sowie die Besichtigung des *Haus der Zukunft*

²⁹ <https://www.ecodesign-company.com/de/references/internationale-energie-agentur-elektronische-geraete-und-netzw>

Demonstrationsprojektes „ECO-Suite Hotel“ (Thema: Wärmenutzung aus Abwasser)³⁰. In nachfolgender Alternativtext 14: Das Bild zeigt zwei Momentaufnahmen vom Vortrag von Frau Dr. Adriana Díaz beim IEA-Vernetzungstreffen 2017.

Abbildung 14 ist Dr. Adriana Díaz während ihres Vortrages zum Thema „Intelligent Efficiency“ zu sehen.



Alternativtext 14: Das Bild zeigt zwei Momentaufnahmen vom Vortrag von Frau Dr. Adriana Díaz beim IEA-Vernetzungstreffen 2017.

Abbildung 14: Vortrag von Dr. Adriana Díaz beim IEA-Vernetzungstreffen 2017 (Nachhaltig Wirtschaften, 2017b).

4.2.2. EDNA Workshop über Energy Efficiency of Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE)

Am 28. September 2017 organisierte die ECODESIGN company GmbH zusammen mit dem BMVIT im BENE Idea Lab in Wien einen Workshop über „Energy Efficiency of Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE)“, in welchem sie die durchgeführte Studie vorstellte. Zu den Teilnehmer/-innen des Workshops zählten neben den Veranstaltern eingeladene Experten/-innen aus Österreich, Schweiz, Italien und der Slowakei. Der Workshop diente als Plattform für Informationsaustausch und Diskussionen. Abbildung 15 zeigt die Einladung zum Workshop.

³⁰ https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/iea_pdf/events/20171012_iea-ernetzungstreffen/dokumentation-iea-ernetzungstreffen-2017.pdf



Alternativtext 15: Das Bild zeigt die Einladung zum EVSE Workshop, 28.09.2017.

Abbildung 15: Einladung zum EVSE Workshop (Nachhaltig Wirtschaften, 2017c).

Aspekte zur Interaktion und Nutzung von EVSE durch die Konsumenten/-innen sowie Aussichten und Herausforderungen der induktiven Aufladung stellten wichtige Diskussionsinhalte dar (Nachhaltig Wirtschaften, 2017). Untenstehende Abbildungen zeigen die Diskussionsrunde (links) sowie die Moderation durch Prof. Dr. Wolfgang Wimmer, Geschäftsführer der ECODESIGN company GmbH (links im rechten Bild).



Alternativtext 16: Das Bild zeigt drei Momentaufnahmen der Diskussionsrunde im Workshop über EVSE.

Abbildung 16: Diskussionsrunde im Workshop über EVSE (Photos: A. Díaz, 2018).

Weitere Informationen zu dieser Veranstaltung (Inkl. Folien des Workshops) sind auf der BMVIT-Website zu finden.³¹

4.2.3. Vortrag über EVSE auf der e-nova Konferenz 2018

Die Ergebnisse der Scoping-Studie über Electric Vehicle Supply Equipment - EVSE wurden auch auf der jährlich abgehaltenen „e-nova“-Konferenz an der FH Burgenland in Pinkafeld (Österreich) vorgestellt. Thema der „e-nova 2018“ am 22. und 23. November 2018 war „Building of the future? interconnected - digital - eco-social“. Dazu stellte Dr. Adriana Díaz dem

³¹ <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/veranstaltungen/2017/20170928-4e-edna-evse-workshop.php>.

internationalen Publikum ein achtseitiges Paper zu Verfügung (Díaz, A and W. Wimmer, 2018), und präsentierte die Ergebnisse³².



Alternativtext 17: Das Bild zeigt eine Momentaufnahme des Vortrags von Frau Dr. Adriana Díaz auf der „e-nova 2018“ Konferenz.

Abbildung 17: Dr. Adriana Díaz auf der „e-nova 2018“ Konferenz (e-nova, 2018).

Die Dissemination von Wissen bildet einen wesentlichen Tätigkeitsbereich von EDNA. Durch das Publizieren englischsprachiger und frei verfügbarer Berichte im Internet kann eine breite Zielgruppe auf internationalem Level erreicht werden.

Mit dem Auftritt auf Workshops und Vorträgen wird neben dem reinen Wissenstransfer zusätzlich auf die Vernetzung zwischen internationalen und nationalen Akteur/-innen aus verschiedenen Sektoren abgezielt. Auf diese Weise werden die Tätigkeiten von EDNA einer breiteren Öffentlichkeit bekannt und Akteur/-innen dazu motiviert, in dem Arbeitsbereich aktiv zu werden. Damit tragen Workshops, Konferenzen etc. wesentlich zur Synergie von Industrie und Forschung bei.

³²<https://onedrive.live.com/view.aspx?cid=B1F25D3854D3DDFA&authKey=%21AC9ZkrPP2PbWHE4&resid=B1F25D3854D3DDFA%213755&ithint=%2Epdf&open=true&app=WordPdf>

5. Schlussfolgerungen, Empfehlungen und Ausblick

Im Folgenden werden die bisher aus dem EDNA Annex gewonnen Erkenntnisse über die vier bearbeiteten Themen zusammengefasst. Die farblich hervorgehobenen Textboxen beinhalten die aus den Erkenntnissen gezogenen Empfehlungen. Das Kapitel schließt mit einem Ausblick und verweist damit auf zukünftige und an bisherigen Arbeiten anknüpfende Tätigkeiten von EDNA.



5.1. Intelligent Efficiency

Der Energieverbrauch privater Haushalte stellt einen wesentlichen Anteil am Gesamtenergieverbrauch dar. Durch Smart Home Technologien kann dieser Verbrauch gemindert werden. Aktuell sind Smart Home Technologien wenig verbreitet bzw. werden hauptsächlich für Komfort und Unterhaltung in Haushalten eingesetzt. Die im Rahmen von EDNA durchgeführte Fallstudie identifiziert wesentliche Barrieren, die eine breite Nutzung von Smart Home Technologien für energieeffiziente Zwecke verhindern.

Erforderlich ist unter anderem eine bessere Vernetzung von relevanten Akteur/-innen aus F&E sowie aus der Industrie, um bestehendes Wissen im Bereich von Intelligent Efficiency, Internet of Things, Smart Homes und Smart Grids auszubauen, Energiemaßnahmen bewerten und schließlich Strategien zu Energieeinsparungen einführen zu können.

Die klare Kommunikation bestehenden Wissens an die Öffentlichkeit trägt dazu bei, dass Hürden aus Sicht der Konsument/-innen abgebaut werden. Vor allem die Standardisierung und die Festlegung von Kennzahlen vereinfachen das Vermitteln von Leistungsversprechen und von Vorteilen von Smart Home Technologien.

Das verbesserte Energiemanagement von Haushalten im Zuge des Einsatzes von Smart Home Technologien kann auch durch Stromlaststeuerungsprogrammen gefördert werden. Smart Home Laststeuerung ist noch relativ neu und weist daher Barrieren auf (z. B. dass Energieeinsparungen dem Kapazitätsmarkt noch nicht zur Verfügung gestellt werden). Durch das Beheben dieser Barrieren können Haushalte durch Lastssteuerung aktiv am Markt teilnehmen und somit die Bereitschaft zum Einsatz von Smart Home Technologien entwickeln.

Empfehlungen

Politische Entscheidungsträger/-innen sollten die Entwicklung von Standards und Konzepten vorantreiben, damit sichergestellt werden kann, dass Elektronikgeräte sowohl „laststeuerungsbereit“ als auch „smart home bereit“ sind (im Idealfall sind sie beides). Aufgrund ihres hohen Potentials zur Energieeinsparung bilden Smart Home Technologien einen wichtigen Arbeitsbereich; die identifizierten Barrieren können durch eine internationale Kooperation bearbeitet und abgebaut werden.

Die Netzwerke EDNA und die Connected Device Alliance (CDA) bieten diesbezüglich exzellente Plattformen und fördern den internationalen Wissensaustausch, die Entwicklung von Strategien sowie Dialoge auf hoher politischer Ebene.



5.2. Energy Harvesting Technologies for IoT Edge Devices

Es gibt eine Vielzahl von Umgebungsenergiequellen und entsprechende Energy Harvesting Technologien mit unterschiedlichen technischen Reifegraden. Der Verbrauch der untersuchten IoT-Geräte variiert stark im Bereich von niedrigen Mikro-Watt-Leistungen bis zum dreistelligen Milli-Watt-Bereich. Einige Energy Harvesting Technologien können damit die für den speziellen Nutzungsbereich der IoT-Geräten erforderliche Leistung liefern. Die Entwicklung und Implementierung von EHT ist jedoch komplex, da der sogenannte „Energy Harvester“ zum jeweiligen Anwendungsfall und zur verfügbaren Umgebungsenergie passen muss.

Dies bedeutet, dass die verfügbaren EH-Technologien möglicherweise nicht in jedes Gerät implementiert werden können. Ein sinnvoller Ansatz kann daher sein, die einzelnen Funktionen des Gerätes zu betrachten, um damit für jede Funktion bzw. jeden Anwendungsfall eine geeignete EHT zu erarbeiten. So ist die Implementierung mehrerer EHT in nur einem Gerät möglich, um seinen Energiebedarf abzudecken.

Die Gesamtkosten für die EHT (Umwandlungsapparat, Schnittstellenschaltung, und Energiespeicher) liegen über den Kosten einer herkömmlichen Batterie. Ein Grund für den Kostenunterschied ist die geringe Produktionsmenge von EHT im Vergleich zu den Batterien. Nichtsdestotrotz eignen sich z. B. bestimmte EHT wie der triboelektrische Nanogenerator, der elektrodynamische EH, der photovoltaische EH, der thermoelektrische EH und der kapazitive sowie der elektrische EH für eine kostengünstige Massenproduktion (PSMA, 2012). In vielen Fällen ist ein Energiespeicher erforderlich, um die erzeugte intermittierende Energie zu glätten und verfügbar zu machen. Hierfür bieten sich Superkondensatoren mit ihrer langen Lebensdauer im Vergleich zu Batterien als umweltfreundliche Möglichkeit an.

Empfehlungen

Als vielversprechende Anwendungsbereiche für Energy Harvesting wurden drahtlose Sensornetzwerke für industrielle Anwendungen, Infrastruktur und Gebäude identifiziert. Um das Potential von EHT in diesen und weiteren Bereichen auszuschöpfen, wurden fünf Handlungsempfehlungen für politische Entscheidungsträger/-innen formuliert:

1. Bereitstellen von Informationen und Schulungen für Fachkräfte
2. Bereitstellen von Informationen für Endbenutzer
3. Aufdecken von Synergien mit Gebäudestandards zur Einbeziehung von EHT
4. Einsatz von EHT in spezifischen Anwendungen und Förderung von Demonstrationsprojekten
5. Konzeption und Unterstützung von Forschungsprogrammen für die Entwicklung und Einführung von EHT.



5.3. Basket of Products Testing

Durch die wachsenden Möglichkeiten im Zusammenhang mit ihrer technischen Weiterentwicklung sowie ihrer Produktion wird die Vernetzungstechnologie zunehmend Einzug in typische Alltags- und Haushaltsgeräte finden.

Neben den Fortschritten in Forschung und Entwicklung ist seitens der Nutzer/-innen eine wachsende Nachfrage an vernetzungsfähigen Geräten festzustellen, wodurch die Entwicklung neuer Geräte zusätzlich vorangetrieben wird. Die anzustrebende Optimierung sowie die Entwicklung weiterer mit Vernetzungstechnologie ausgestatteten Geräte basieren auf folgenden Argumenten:

- Der Fortschritt in Technologie und Produktion erlaubt, in Massen zu **geringen Kosten** zu produzieren.
- Moderne elektronische Komponenten erlauben, auch **mehrere intelligente Funktionen in nur ein Gerät zu integrieren** (mit dem Smart-TV fernsehen und über das Internet streamen). **Aktuell wird für fast jeden Produkttypen versucht, eine smarte Funktion zu integrieren.**
- Die Anwender/-innen wollen keine neuen Systeme erlernen. **Eine Vereinheitlichung der Smart-Bedienung findet statt** (Apps zur Bedienung von smarten Geräten sind ähnlich aufgebaut und lassen sich zentral verknüpfen).
- Die Anwender/-innen können **alle vernetzten Geräte von einem Gerät aus steuern** (sowohl das Licht im Garten als auch im Wohnzimmer lassen sich mit nur einem Smartphone steuern)
- Neue Formen von **Schnittstellen zwischen Mensch und Maschine werden entwickelt und von Nutzer/-innen angewendet** (Smartphone (haptisch), „Google Home“ (akustisch), vermehrte Anwendung von Kontakt- und Bewegungsmelder).
- Die **Vernetzungstechnologie findet bei den Anwender/-innen Anklang**. Aufgrund der hohen Nachfrage werden Geräte in großer Variation am Markt angeboten (z.B.: Smart-Leuchtkörper verschiedenster Verbindungsarten und Hersteller) und neu entwickelt (z.B.: Smart-Leuchtkörper mit integrierten Musikboxen).

Wie die Gerätetests zeigen, erfordert die permanente Vernetzung, dass die Netzwerkmodule der Geräte auch im Standby-Betrieb aktiv sind und somit die volle Leistung auch im Standby-Betrieb beziehen. Der Energieverbrauch eines Gerätes im vernetzten Standby-Betrieb ist daher höher als im unvernetzten Standby-Betrieb, was zur Folge hat, dass der Energieverbrauch mit jedem netzwerkverbundenen Gerät steigt – selbst, wenn dieses nicht benutzt wird. Aufsummiert haben diese einzelnen Mehrverbräuche große Auswirkungen auf den Energiehaushalt (Dangl, 2019).

Empfehlungen

Vor allem die **Reduzierung der Standby-Verbräuche** birgt hohe Potentiale zur Einsparung von Energie. Das Projekt „basket of products testing“ verweist auf diese Einsparungsmöglichkeit durch die Verbesserung von Geräten, wobei folgende Punkte beachtet werden sollten:

- die jeweils spezifischen Produkttypen und –funktionen sowie deren Festschreibung durch bestehende oder bevorstehende Regulierungen, aber auch das Produktedesign wie Modularität und Integration von Schaltern
- die Art des Standby-Betriebs (vernetzter Standby-Betrieb, teilweise vernetzter Standby-Betrieb, unverteilter Standby-Betrieb und ausgeschaltener Zustand) sowie
- die Art der Netzwerkverbindung (WiFi, Ethernet, etc.).

Eine weitere Möglichkeit zur Reduzierung der Standby-Verbräuche ist die Überarbeitung von Regulierungen, indem Grenzwerte regelmäßig überprüft und mit Echtzeiten von Produkten verglichen werden.

Weiterhin können Szenarien für charakteristische Haushalte und deren Nutzung von netzwerkverbundenen Geräten bestimmt werden, z. B. ein Standardhaushalt, welcher nur eine Art der Vernetzung mit dem Internet besitzt; Haushalte mit einigen verbundenen Geräten bis hin zum vollständig vernetzten Haushalt, in dem die Geräten mit für den Standby-Betrieb optimierter Technologie ausgestattet ist. In diesen Szenarien kann von unterschiedlichen Optimierungsgraden und Verbrauchswerten der vernetzten Geräte ausgegangen und die Haushalte dahingehend untersucht werden, ob deren Energieverbrauch durch den Einsatz von Geräten mittels gesetzlicher Grundlagen sowie Funktionserweiterungen von Geräten optimiert werden kann; also ein ähnlicher Ansatz wie bei Dangl (2019).



5.4. Energy Efficiency of Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE)

Aufgrund des starken Wachstums der Elektromobilität – Schätzungen gehen von 1,5 und 2 Ladestationen pro Elektroauto im privaten Sektor aus (GE, 2011); hinzu kommen weitere Ladestationen im öffentlichen Bereich – stellt das Untersuchen der Energieperformance der Ladeinfrastruktur einen relevanten Arbeitsbereich dar. Die im Projekt EVSE durchgeführte Studie gibt einen Überblick über publizierte Messergebnisse des Energieverbrauchs von Ladestationen sowohl im Standby- als auch im Lademodus und bildet damit eine wichtige Grundlage für weitere Arbeiten von EDNA im Bereich von EVSE. Aus der EVSE Studie lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

Aus technischer Sicht ist vor allem die Weiterentwicklung von Elektroautobatterien anzustreben, um die Ladehäufigkeiten zu verringern und somit das Stromnetz zu entlasten. Mit der zunehmenden Installierung von EVSE, insbesondere von Schnellladestationen mit erhöhter Ladeeffizienz, rückt jedoch auch die Energieeffizienz von EVSE weiter in den Fokus technischer Weiterentwicklung.

Diesbezüglich sind vor allem eine Harmonisierung und die internationale Vereinheitlichung technischer Standards anzustreben, da diese Messwerte vergleichbar machen. Zu den verbreitetsten Standards von EVSE gehören momentan die Norm IEC 61851 und die Richtlinie des ENERGY STAR^{®33} (ENERGY STAR, 2016). Einheitliche Standards erleichtern einerseits die Formulierung von politischen Strategieempfehlungen und bergen auch für die Industrie hohes Potential, da die Energieeffizienz eines Produktes ein wesentliches Qualitätskriterium darstellt.

Eine Standardisierung ist auch hinsichtlich der Bildung von Begriffsdefinitionen erforderlich, um bei Produktanalysen eine konsistente Bedeutung verwendeter Begrifflichkeiten sicherstellen zu können.

Empfehlungen

Eine vergleichbare Darstellung der Energieverbräuche von EVSEs auf internationaler Ebene ist ohne einheitliche Messmethoden und Kennzahlen eine große Herausforderung und kann nur über das kollektive Bündeln internationaler Bemühungen gelöst werden. Weitere Kooperationen, wie etwa zwischen EDNA mit der Gemeinsamen Forschungsstelle der EU-Kommission (EC JRC: European Commission Joint Research Centre) und der IEA Technology Collaboration Program on Hybrid and Electric Vehicles³⁴ (IEA HEV), sollten daher vermehrt angestrebt werden. Die IEA HEV verfasst jährlich einen Bericht über neueste Trends im Bereich der E-Mobilität in verschiedenen Ländern und Regionen. Außerdem werden Lebenszyklusanalysen von Hybrid- und Elektroautos durchgeführt.

Kooperationen sind außerdem mit der Industrie anzustreben - mit Unternehmer/-innen aus dem E-Mobility Bereich und Forschungsbereich. Ebenso scheint eine geographische Expansion des Untersuchungsraums bis nach China sinnvoll, da China im Bereich der E-Mobilität eine Vorreiterstellung einnimmt.

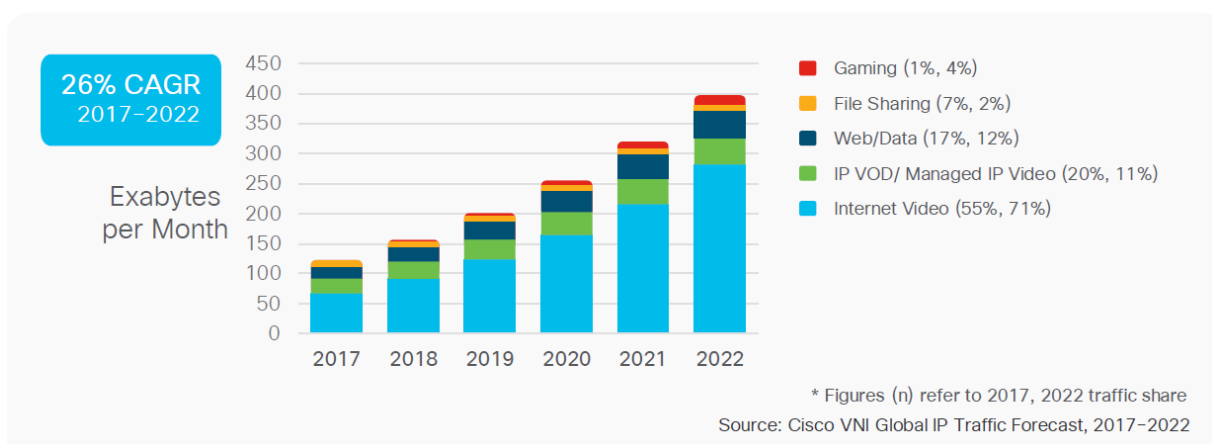
³³ <https://www.energystar.gov/productfinder/product/certified-evse/results>

³⁴ <http://www.ieahev.org>

5.5. Ausblick

Aus dem 2017 veröffentlichten Bericht der IEA „Digitalization and Energy“ geht hervor, dass sich die wachsende Informations- und Kommunikationstechnik einschließlich ihrer Rechenzentren, Datennetzen und verbundenen Geräten zu einer wichtigen Quelle für den Energieverbrauch entwickelt hat (IEA, 2017b). Die Arbeit von EDNA ist daher relevant, um die Regierungen der EDNA-Mitgliedstaaten, die IEA und andere Organisationen dahingehend zu unterstützen, die Effizienz von netzwerkverbundenen Endverbrauchergeräten besser zu verstehen, sowohl bezüglich aktueller Entwicklungen und Trends als auch bezüglich der positiven Auswirkung von Richtlinien und Policies auf die Energieeffizienz jener Geräte.

Die Ergebnisse der von EDNA bearbeiteten Tasks und Projekte sind auf Produktebene sehr aufschlussreich und unterstützen verschiedene Modellierungsansätze der IEA (z. B. die World Energy Outlook-Modellierung und den Energy Efficiency Market Report³⁵). Der Schwerpunkt der Tätigkeiten von EDNA liegt vor allem auf der Untersuchung der Auswirkungen von Richtlinien auf die Energieeffizienz. Auch andere Auswirkungen werden berücksichtigt, die etwa auf Veränderungen in Gerätefunktionen und –designs sowie der Nutzung von Geräten zurückzuführen sind. All diese Aspekte spielen insbesondere für verbundene Geräte eine wichtige Rolle. Ein verbessertes Verständnis in diesem Bereich ist vor allem für Regierungen hinsichtlich der Tötigung möglicher Investitionen sowie der Einführung von Policies in Bezug auf die Deckelung des Energiebedarfs von hoher Relevanz. Weltweit wird bis 2021 der Internet-Videoverkehr 82% des gesamten Internetverkehrs von Konsument/-innen ausmachen; im Jahr 2016 lag der Anteil noch bei 73% (siehe Abbildung 18). Insbesondere Live-Internetvideos können zu einem Anstieg des Datenverkehrs führen, da sie herkömmliche Sendezeiten ersetzen. Bis 2022 werden Live-Videos 17 Prozent des Internet-Videoverkehrs ausmachen (CISCO, 2019).



Alternativtext 18: Das Bild zeigt den Datenaufwand des weltweiten Internetverkehrs nach Anwendungskategorien beginnend von 2017 mit 120 Exabytes pro Monat kontinuierlich steigend bis 200 Exabytes pro Monat im Jahr 2019 und einem erwarteten Datenaufwand von 400 Exabytes pro Monat im Jahr 2022.

Abbildung 18: Weltweiter Internetverkehr nach Anwendungskategorie (CISCO, 2019).

In der nächsten Periode wird EDNA weiter an der **Modellierung** arbeiten und damit Aspekte der Netzwerkverbindung für eine weitere Reihe von Produkten, insbesondere im Bereich des

³⁵ <https://webstore.iea.org/market-report-series-energy-efficiency-2018>

Video-Streamings, untersuchen. Die Daten des Basket of products testing werden in diese Modellierungsarbeit einbezogen, um das Spektrum des globalen Energieverbrauchs abzuschätzen. Durch diesen Task werden, basierend auf den Ergebnissen der Modellierungen, Optionen für Policies bewertet. Österreich nimmt eine entscheidende Rolle für das Bearbeiten dieses Tasks ein, indem es bereits Erfahrungen für das Testen von Video Streaming gesammelt hat und andererseits den in der ersten Periode von EDNA abgeschlossenen Task 1 – Smart Metering Infrastructure and Energy Monitoring Systems geführt hat.

EDNA wird auch in der nächsten Periode über eine Reihe von Kanälen mit relevanten Organisationen in Austausch stehen. Aufbauend auf Task 2, Task 6 und auf den Aktivitäten der CDA bereitet EDNA eine neue Herausforderung für die Industrie vor: „**Network Zero**“. Ein „Network Zero Device“ ist ein verbundenes Gerät, das keine Netzstromversorgung für seine Netzwerkverbindung im Standby-Modus benötigt. Die Idee ist, eine Aufgabe mit der Vision anzugehen, dass bis 2030 alle verkauften verbundenen Geräte „Network Zero“ sind. Dazu müssen noch verschiedene Aspekte untersucht werden, da die Fähigkeit von Geräten, mittels „Network Zero“ betrieben zu werden, sowohl von der Produktkategorie als auch von einer Reihe anderer Faktoren abhängt. In einer Vorstudie werden diese Punkte untersucht und mögliche Hindernisse für die Erreichung dieser Vision aufgezeigt. Eine weitere Aktivität in diesem Arbeitsbereich stellt der Austausch mit der Industrie dar, damit diese beteiligt werden und auch andere Industriesektoren wie EHT und IoT einbeziehen.

In der nächsten Periode wird EDNA auch netzfähige Technologien, „**grid enables technologies**“ erforschen und in diesem Zusammenhang Möglichkeiten für Regulierungen und ihrer Verbreitung auf dem Markt untersuchen. Der Schwerpunkt der Arbeiten liegt auf Heiz- und Kühlgeräten sowie Produkten für die Speicherung von Warmwasser, die mit einem „smart grid“ verbunden sind. Die kommende zweite EDNA-Periode ist wichtig, um all diese neuen und komplexen Arbeiten zu vertiefen.

6. Literaturverzeichnis

ACEEE (2017a): Residential Sector – Homes & Appliances. <http://aceee.org/sector/residential> [aufgerufen am 09.07.2018].

ACEEE (2017b): Intelligent Efficiency Technology and Market Assessment, Report IE1701. <http://www.ourenergypolicy.org/wp-content/uploads/2017/04/ie1701.pdf> [aufgerufen am 09.07.2018].

Böck, E.; Melmuka, A., Ploiner, C.; Reidlinger, B.; Simader, G. und Thenius, G. (2018): Stand der Umsetzung des Bundes-Energieeffizienzgesetzes (EEffG) in Österreich im Jahr 2018. Monitoringstelle Energieeffizienz, Wien: Selbstverlag.

CISCO (2019): Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017–2022. White paper. <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white-paper-c11-741490.html> [aufgerufen am 16.04.2019].

Dangl, G. (2017): Klassifizierung und Vergleich des Stromverbrauches unterschiedlicher extern angeschlossener Streaming Devices. Technische Universität Wien.

Dangl, G. (2019): Erstellung einer Gestaltungsrichtlinie zur Entwicklung vernetzter Produkte in Haushalten mit reduziertem Standby-by-Energieverbrauch. Diplomarbeit. Technische Universität Wien.

[https://catalogplus.tuwien.ac.at/primo_library/libweb/action/display.do?tabs=detailsTab&ct=display&fn=search&doc=UTW_alma7186134990003336&indx=7&reclids=UTW_alma7186134990003336&recldxs=6&elementId=6&renderMode=poppedOut&displayMode=full&frbrVersion=3&pcAvailabilityMode=false&queryfield=dangl&query=any%2Ccontains%2Cdangl&dummyChar=%E2%99%A5&dscnt=0&search_scope=UTW&scp.scps=scope%3A%28UTW_alma%29%2Cprimo_central_multiple_fe&mode=Basic&vid=UTW&highlight=true&bulkSize=10&institution=UTW&tab=default_tab&prefLang=de_DE&x=0&displayField=title&y=0&dum=true&vl\(freeText0\)=dangl&vl\(487844763UI0\)=any&dstmp=1558432467210](https://catalogplus.tuwien.ac.at/primo_library/libweb/action/display.do?tabs=detailsTab&ct=display&fn=search&doc=UTW_alma7186134990003336&indx=7&reclids=UTW_alma7186134990003336&recldxs=6&elementId=6&renderMode=poppedOut&displayMode=full&frbrVersion=3&pcAvailabilityMode=false&queryfield=dangl&query=any%2Ccontains%2Cdangl&dummyChar=%E2%99%A5&dscnt=0&search_scope=UTW&scp.scps=scope%3A%28UTW_alma%29%2Cprimo_central_multiple_fe&mode=Basic&vid=UTW&highlight=true&bulkSize=10&institution=UTW&tab=default_tab&prefLang=de_DE&x=0&displayField=title&y=0&dum=true&vl(freeText0)=dangl&vl(487844763UI0)=any&dstmp=1558432467210). [aufgerufen am 21.05.2019].

Derojeda, K.; Verzijl, D; Rouwmaat, E.; Probst, L. und Frideres, L. (2014): Clean Technologies – Energy Harvesting- Business Innovation Observatory. European Union . <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/13396/attachments/5/translations/en/renditions/native> [aufgerufen am 09.05.2019].

Díaz, A. and W. Wimmer (2017): Energy Efficiency of Electric Vehicle Supply Equipment – EVSE. IEA – 4E EDNA: Selbstverlag. <https://www.iea-4e.org/document/410/evse-scoping-study-for-4e> [aufgerufen am 26.02.2018].

Díaz, A. and W. Wimmer (2018): Energy Efficiency of Electric Vehicle Supply Equipment – EVSE. e-nova 2018 Conference. Pinkafeld, Austria. <https://www.fh-burgenland.at/news-presse/veranstaltungen/e-nova-2019/#c9589>, und <https://onedrive.live.com/?authkey=%21AC9ZkrPP2PbWHE4&id=B1F25D3854D3DDFA%213732&cid=B1F25D3854D3DDFA> [aufgerufen am 16.05.2019].

ECODESIGN (2017): Interviews mit ausgewählten EVSE Produktionen in Österreich für EVSE Bericht (durchgeführt von ECODESIGN Company GmbH im Zeitraum von März bis Juli 2017).

EDNA Electronic Devices and Network Annex (2015) Network Mode Power Measurement: Guidance Note on Measurement and Data Collection (Internal document).

EDNA Electronic Devices and Network Annex (2018). Strategic Plan (Internal document).

ENERGY STAR (2016) Program Requirements Product Specifications for Electric Vehicle Supply Equipment, December 2016.

https://www.energystar.gov/products/spec/electric_vehicle_supply_equipment_pd
[aufgerufen am 30.05.2017].

ENERGY STAR (2017): ENERGY STAR Certified Products.

<https://www.energystar.gov/productfinder/product/certified-evse/results> [aufgerufen 07.2017].

e-nova Konferenz (2018): Building of the future? interconnected - digital - eco-social. FH Burgenland. <https://www.fh-burgenland.at/news-presse/veranstaltungen/e-nova-2019/#c9589>
[aufgerufen am 18.02.2019].

Fedder, G. K.; Hierold, C.; Korvink, J. G.; Tabata, O. und Briand, D. (2015): Micro energy harvesting. Advanced Micro and Nanosystems. Weinheim: Wiley-VCH.

Friedli, M.; Kaufmann, L.; Paganini, F. und Kyburz, R. (2016): Energy Efficiency of the Internet of Things. EDNA. <http://www.iea-4e.org/document/384/energy-efficiency-of-the-internet-of-things-technology-and-energy-assessment-report> [aufgerufen am 12.03.2019].

GE Industrial Solutions (2011): Electric Vehicle Charging Solutions.

http://apps.geindustrial.com/publibrary/checkout/E-5379-E-EX-5.0-Ed.02-11?TNR=Brochures|E-5379-E-EX-5.0-Ed.02-11|PDF&filename=DuraStation_Brochure_English_EMEA_ed03-11_680844.pdf
[aufgerufen am 14.05.2019].

IEA International Energy Agency (2014): More Data, Less Energy - Making Network Standby More Efficient in Billions of Connected Devices. <https://www.iea.org/newsroom/news/2014/july/more-data-less-energy.html>. [aufgerufen am 14.05.2019].

IEA International Energy Agency (2016): World Energy Outlook 2016.

<https://www.iea.org/newsroom/news/2016/november/world-energy-outlook-2016.html>
[aufgerufen am 14.05.2019].

IEA International Energy Agency (2017a): *Energy Technology Perspectives 2017*. <https://webstore.iea.org/energy-technology-perspectives-2017> [aufgerufen am 14.05.2019].

IEA International Energy Agency (2017b): Digitalization and Energy.

<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/DigitalizationandEnergy3.pdf>
[aufgerufen am 14.05.2019].

- IEA International Energy Agency (2017c):** Tracking clean energy progress, Energy Technology Perspectives 2017 Excerpt Informing Energy Sector Transformations. <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/TrackingCleanEnergyProgress2017.pdf> [aufgerufen am 14.05.2019].
- IEA International Energy Agency (2017d):** *Global EV Outlook 2017 – Two million and counting.* https://www.iea.org/media/topics/transport/Global_EV_Outlook_2017_Leaflet.pdf [aufgerufen am 28.06.2018].
- IEA International Energy Agency (2018a):** Perspectives for the Energy Transition: The Role of Energy Efficiency. <https://webstore.iea.org/perspectives-for-the-energy-transition-investment-needs-for-a-low-carbon-energy-system> [aufgerufen am 26.02.2019].
- IEA International Energy Agency (2018b):** Energy Efficiency 2018: Analysis and outlooks to 2040. <https://www.iea.org/efficiency2018/> [aufgerufen am 26.02.2019].
- INL (2012):** Idaho National Laboratory. Advanced Vehicles. *Charging System Testing - EVSE Testing.* <https://avt.inl.gov/evse-type/all-evse-types> [aufgerufen am 09.05.2019].
- Kamalinejad, P.; Mahapatra, C.; Sheng, Z.; Mirabbasi, S.; Victor, V. C. und Guan Y. L. (2015):** Wireless energy harvesting for the Internet of Things. IEEE Communications Magazine 53, 102-108.
- Nachhaltig Wirtschaften (2017a):** <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/technologieprogramme/4e/iea-4e-edna-task-3-arbeitsperiode-2017-2019.php> [aufgerufen am 13.05.2019].
- Nachhaltig Wirtschaften (2017b):** IEA 2017 VernetzungTreffen. <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/veranstaltungen/2017/20171210-iea-vernetzungstreffen-2017.php> [aufgerufen am 05.02.2019].
- Nachhaltiges Wirtschaften (2017c):** IEA-4E EDNA Workshop on Efficient Electric Vehicle Supply Equipment – EVSE. <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/veranstaltungen/2017/20170928-4e-edna-evse-workshop.php> [aufgerufen am 05.02.2019].
- Power Integrations (2015):** US EPA Begin EVA Charger Efficiency Program Development. <https://ac-dc.power.com/green-room/blog/mr-greens-blog/2015/us-epa-begins-ev-charger-efficiency-program-development/> [aufgerufen am 02.05.2019]
- PSMA (2012):** Energy Harvesting Powers Wireless Sensors. New Requirements for Powering Sensor Networks. https://www.pdma.com/HTML/newsletter/Q2_2012/page8.html [aufgerufen am 12.03.2019].
- PwC (2017):** Smart Home, Seamless Life: Unlocking a Culture of Convenience. Consumer Intelligence Series. <https://www.pwc.fr/fr/assets/files/pdf/2017/01/pwc-consumer-intelligence-series-iot-connected-home.pdf> [aufgerufen am 10.07.2018].
- Rozite, V. (2018):** Intelligent Efficiency: A Case Study of Barriers and Solutions – Smart Home. EDNA. <https://edna.iea-4e.org/news/case-study-smart-homes> [aufgerufen am 10.07.2018].

UN DESA – Hauptabteilung Wirtschaftliche und Soziale Angelegenheiten der Vereinten Nationen (2017): World Population Prospects: The 2017 Revision. Vereinte Nationen, New York: Selbstverlag. https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/wpp2017_keyfindings.pdf [aufgerufen am 26.02.2019].

Ünlü, F., L. Wawrla and A. Díaz (2018): Energy Harvesting Technologies for IoT Edge Devices. <https://www.iea-4e.org/document/417/energy-harvesting-technologies-for-iot-edge-devices> [aufgerufen am 26.02.2019].

Vullers, R. J. M.; Schaijk, R.; Doms, I.; Van Hoof, C. und Mertens, R. (2009): Micropower energy harvesting. Solid-State Electronics 53, 684 - 693.

Symbole (Icons) auf den Seiten 17, 18, 44, 45, 46, 48 von <https://icons8.com>.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Endenergieverbrauch in Österreich 2005-2017 im Vergleich zum Zielpfad bis 2020 (Böck et al., 2018).	11
Abbildung 2: Anteil des globalen Endenergieverbrauchs abgedeckt von vorgeschriebenen Energiestandards (IEA, 2018a).	12
Abbildung 3: Arbeitsweise von EDNA (EDNA, 2018).	16
Abbildung 4: Aufgaben und Projekte von EDNA im Zeitraum von 2015-2018 (EDNA, 2018).	17
Abbildung 5: Entwicklung der globalen Bestände an Elektroautos, 2010 bis 2016 (IEA, 2017c).	22
Abbildung 6: Geographische Verteilung der EVSE nach Aufladetyp im Jahr 2016 (IEA, 2017d).	22
Abbildung 7: Untersuchte Video Streaming Devices für das Basket of Products Testing Projekt (Dangl, 2017).	24
Abbildung 8: Im Basket of Products Testing Projekt untersuchte Modems (Dangl, 2019).	25
Abbildung 9: Aufbau einer Messung (Dangl, 2019).	25
Abbildung 10: Darstellung eines Smart Home (Rozite, 2018).	27
Abbildung 11: Blockdiagramm eines Energy Harvesting Systems (Ünlü et al., 2017).	30
Abbildung 12: Leistungsbereich der Energieerzeugung im Vergleich zum Energieverbrauch bestimmter Lasten (Ünlü et al., 2017).	30
Abbildung 13: Ausschnitt der durch BMVIT betriebenen Website über EDNA (Nachhaltig Wirtschaften, 2017a).	41
Abbildung 14: Vortrag von Dr. Adriana Díaz beim IEA-Vernetzungstreffen 2017 (Nachhaltig Wirtschaften, 2017b).	43
Abbildung 15: Einladung zum EVSE Workshop (Nachhaltig Wirtschaften, 2017c).	44
Abbildung 16: Diskussionsrunde im Workshop über EVSE (Photos: A. Díaz, 2018).	44
Abbildung 17: Dr. Adriana Díaz auf der „e-nova 2018“ Konferenz (e-nova, 2018).	45
Abbildung 18: Weltweiter Internetverkehr nach Anwendungskategorie (CISCO, 2019).	51

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wichtige Standardisierungsorganisationen (Rozite, 2018).	28
Tabelle 2: Vergleich der Stromverbräuche der Streaming Devices im Standby mit Netzteil bzw. USB (Dangl, 2017).	33
Tabelle 3: Gesamter Stromverbrauch durch Streaming Devices in Österreich (Dangl, 2017)	34
Tabelle 4: Messergebnisse des Modems Ubee EVW 3226 (Dangl, 2019).	35
Tabelle 5: Messergebnisse des Modems UPC Connectbox (Dangl, 2019).	36
Tabelle 6: Messergebnisse des Modems FRITZ!Box 6490 Cable (Dangl, 2019).	37
Tabelle 7: Zusammenfassung der Messergebnisse über Modems mit Router- und Switchfunktionen (Dangl, 2019).	38
Tabelle 8: Energieverbrauch ausgewählter EVSE in verschiedenen Betriebszuständen (ENERGY STAR, 2017).	39
Tabelle 9: Energieverbrauch ausgewählter EVSE in verschiedenen Betriebszuständen (nach INL, 2012).	39
Tabelle 10: Energieverbrauch in verschiedenen Betriebszuständen (Díaz, A. and W. Wimmer, 2017)	39

7. Glossar

Connected Device Alliance (CDA): Netzwerk aus über 350 Regierungs- und Industrievertretern/-innen, um an Energieeffizienzpotentialen von netzwerkgebundenen Geräten zu arbeiten.

European Commission Joint Research Centre (EC JRC): Gemeinsame Forschungsstelle der EU.

Edge Device: Elektrogerät am Ende bzw. Rand des Netzwerks.

Electronic Devices & Networks Annex (EDNA): Einer der drei Annexe der Internationalen Energieagentur mit Schwerpunkt auf netzwerkgebundene Elektrogeräte.

Energy Harvesting Technologies (EHT): Energy Harvesting Technologien können aus der Umgebung Energie (z.B. Licht, Wärme, elektromagnetische Wellen) extrahieren und aufsparen.

Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE): Für Elektrofahrzeuge konzipierte Ladestationen und Equipment.

Internationale Energieagentur (IEA): Kooperationsplattform im Bereich der Erforschung, Entwicklung, Markteinführung und Anwendung von Energietechnologien.

IEA Technology Collaboration Programme on Energy Efficient End-Use Equipment (IEA TCP 4E): Technologie-Kooperationsprogramm der IEA über Energieeffizienz von Endkundenelektrogeräten.

Internet of Things (IoT): ist ein Sammelbegriff für Technologien einer globalen Infrastruktur der Informationsgesellschaften, die es ermöglicht, physische und virtuelle Gegenstände miteinander zu vernetzen und sie durch Informations- und Kommunikationstechniken zusammenarbeiten zu lassen. Smart Geräte lassen sich auch dem Begriff zuordnen.

High Network Availability (HiNA): vernetztes Gerät mit hoher Netzwerk-Verfügbarkeit (HiNA-Gerät) bezeichnet ein Gerät, das als Hauptfunktion(en) ausschließlich eine oder mehrere der folgenden Funktionen erfüllt: Router, Netzwerk-Schalter, Drahtlos- Netzzugangspunkt, Hub, Modem, VoIP-Telefon, Videotelefon. vernetztes Gerät mit HiNA-Funktionen' bezeichnet ein Gerät, das unter anderem die Funktionen eines Routers, Netzwerk-Schalters, Drahtlos-Netzzugangspunkts oder eine Kombination dieser Funktionen erfüllt, aber kein HiNA-Gerät ist.

High Definition Multimedia Interface (MI): Anschluss für die digitale Bild- und Ton-Übertragung in der Unterhaltungselektronik.

Standby: Bereitschaftsbetrieb eines technischen Geräts.


Smart Home: Wohngebäude mit Beleuchtung, Heizung und elektronischen Geräten, die per Smartphone oder Computer ferngesteuert werden können.

Streaming: Gleichzeitige Übertragung und Wiedergabe von Video- und Audiodaten über Rechnernetz.

USB: Serielles Bussystem zur Verbindung eines Computers mit externen Geräten.

8. Anhang

Anhang 1: Paper „e-nova 2018“ Konferenz. Díaz A. and W. Wimmer „Energy Efficiency of Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE).



Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien
[bmvit.gv.at](https://www.bmvit.gv.at)