

IEA Energieeffiziente Endverbrauchs- geräte (4E) Annex Elektronische Geräte und Netzwerke (EDNA)

Arbeitsperiode 2019 - 2021

A. Díaz Triana, W. Wimmer,
R. Paminger, S. Glaser,
S. Grünewald

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

11/2022

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

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Interimistischer Leiter: DI Theodor Zillner

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 2019 - 2021

Dr. Adriana Díaz Triana, Dr. Wolfgang Wimmer, Dr. Rainer Pamminer,
DI Sebastian Glaser, MA Sophie Grünewald
ECODESIGN company engineering & management consultancy GmbH

Wien, Juni 2021

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Programm FORSCHUNGSKOOPERATION INTERNATIONALE ENERGIEAGENTUR. Es wurde vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) 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 Theodor Zillner

Interimistischer Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	7
2	Abstract.....	9
3	Ausgangslage.....	11
4	Projekthalt.....	15
5	Ergebnisse	20
	5.1. Task Package D – Modelling.....	20
	5.1.1. Methodologie des TEM	21
	5.1.2. Ergebnisse.....	23
	5.2. Basket of Products Testing.....	27
	5.3. Task C – Policies for Connected Devices	31
	5.4. Network Zero Innovation Challenge	38
6	Vernetzung und Ergebnistransfer	40
	6.1. Publikationen	40
	6.2. Veranstaltungen.....	45
	6.2.1. Interne Veranstaltung und Vernetzung.....	45
	6.2.2. Externe Veranstaltungen und Vernetzung	45
7	Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen.....	47
8	Anhang.....	55

1 Kurzfassung

Die Schlagworte Digitalisierung, Industrie 4.0 und Internet of Things (IoT) sind alle unmittelbar mit einem rasanten Anstieg an netzwerkfähigen Geräten verbunden. Bis 2030 soll die Zahl jener elektronischen Geräte, die über ein Netzwerk kommunizieren können, weltweit auf über 100 Milliarden steigen [EDNA, 2021a]. Netzwerkverbundene Geräte bieten unter anderem durch die Möglichkeit einer optimierten Steuerung ein verbessertes Energiemanagement, andererseits stellen sie selbst Energieverbraucher dar. Die wachsende Anzahl elektronischer Geräte verursacht entsprechend steigende Energieverbräuche, die erforderlich sind, um eine stetige Netzwerkverbindung sicherzustellen.

Der IEA Elektronische Geräte und Netzwerke Annex – EDNA (Electronic Devices and Network Annex) fokussiert daher seit seiner Gründung im Jahr 2014 auf den Energieverbrauch netzwerkverbundener Geräte sowie die Potentiale und Barrieren bei der Verbreitung von energieeffizienten Lösungsmaßnahmen. Ziel ist, politische Entscheidungsträger:innen bei der Gestaltung von Regulierungen für netzwerkverbundene Geräte zu unterstützen und somit zur Energieeffizienz dieser Geräte beizutragen. Die ECODESIGN company GmbH (ECO) vertritt seit 2014 das Österreichische Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) in diesem Annex, um österreichische Interessen in dieser internationalen Forschungskollaboration zu positionieren. ECO hat das BMK auch in der Laufzeit, auf die sich der Bericht bezieht, vertreten.

Eine zweite EDNA Annexlaufzeit wurde 2019 genehmigt und läuft bis 2024. **Der vorliegende Ergebnisbericht bezieht sich auf den Zeitraum vom 01.07.2019 – 30.06.2021** und beschreibt ausgewählte EDNA Tasks, Projekte und Tätigkeiten in dieser Periode, sowie Inhalte und Ergebnisse.

Im Bericht näher ausgeführt werden:

- **Task Package C – Policies for Connected Devices:** Der Task zielt auf die Erforschung von gesetzlichen Effizienzmaßnahmen für Endgeräte ab. ECO hat zu allen drei Sub-Tasks - C.1 – Smart ready devices, C.2 – Devices for Demand Flexibility, sowie C.3 – Digitalization and IoT strategies – unter anderem durch die Teilnahme am Review-Prozess und Beratungen am Projektdesign beigetragen.¹
- **Task Package D – Total Energy Model (TEM):** Mit dem TEM lag im November 2019 ein Modell zur Quantifizierung der globalen Energieverbräuche netzwerkverbundener Geräte vor (Version 1.0). Zur Erweiterung des Modells wurde ein neuer Task gestartet, den ECO in seiner Rolle als österreichischer Delegierter leitete. Das erweiterte Model TEM (Version 2.0) ist auf der EDNA Homepage als interaktives Webtool zugänglich, und umfasst verschiedene Produktkategorien, Betriebszustände, und Regionen, für die sich die Energieverbräuche netzwerkverbundener Geräte quantifizieren lassen.²
- **Network Zero Innovation Challenge (NZIC):** Das Projekt nimmt “Network Zero (NZ) Geräte” in den Fokus. Dabei handelt es sich um Geräte, die keine Netzstromversorgung für ihre Netzwerkverbindung im Standby-Modus benötigen. Die Vision, die EDNA erforscht, ist, dass bis 2030 nur noch Network Zero Devices verkauft werden. Von diesem Ausgangspunkt

¹ <https://www.iea-4e.org/edna/tasks/task-7-policy-case-for-connected-devices/>

² <https://www.iea-4e.org/edna/tem/>

untersucht EDNA die technischen Möglichkeiten und Herausforderung für den Einsatz von NZ Geräten.³

- **Basket of Products Testing:** Dieses laufende EDNA Projekt fokussiert die Datensammlung für den Energieverbrauch netzwerkverbundener Geräte. Durch Verbrauchsmessungen von Geräten wird das Energieeffizienzpotential abgeleitet und die Einhaltung von Grenzwerten überprüft. In der Berichtsperiode hat ECO die Energieverbräuche verschiedener Haushaltsgeräte in Network-Standby-Modus gemessen, darunter Modems, Spielkonsolen, Drucker und Leuchten.
- **Centre of Excellence:** Das laufende Projekt ist innerhalb der Connected Devices Alliance (CDA) angesiedelt⁴. Die Connected Devices Alliance (CDA) ist eine Gruppe mit mehr als 350 Vertreter:innen aus Politik, Forschung und Wirtschaft. EDNA Studien werden in einer Online-Bibliothek verwaltet und veröffentlicht, und für eine größere Reichweite zugänglich gemacht.

In Bezug auf die Methodik werden der Umfang und die Ziele jedes EDNA-Tasks und Projekts vom Managementkomitee (mindestens ein/e Delegierte/r oder jedes Annex-Mitgliedsland) vereinbart, dann vom Operating Agent koordiniert und von externen Expert:innen aus Forschung, Industrie und/oder Wissenschaft in Zusammenarbeit mit den EDNA-Delegierten vollständig entwickelt und durchgeführt. Die Ergebnisse werden dann im Managementkomitee diskutiert und für die Veröffentlichung freigegeben. Dabei handelt es sich in der Regel um Berichte, die auf der EDNA-Website öffentlich zugänglich sind, zusammenfassende Dokumente in Form von Policy Briefs, sowie Webinare und Tools (wie etwa das TEM).

Die internationale Zusammenarbeit von EDNA Delegierten war in der zweiten Laufzeit vor allem durch die Covid-19 Pandemie und den damit verhängten Ausgangs- und Reisebeschränkungen beeinflusst; durch die Verlagerung von geplanten Meetings in den virtuellen Raum konnten die inhaltlichen Arbeiten uneingeschränkt aufrechterhalten werden. Gleichzeitig ist die Pandemie und die dadurch beschleunigte Zunahme an digitaler Arbeit eine wesentliche Erinnerung an die Relevanz, energieeffiziente Lösungen für netzwerkverbundene Geräte und Systeme umzusetzen.

³ <https://www.iea-4e.org/edna/tasks/task-10-network-zero-devices/>

⁴ <https://www.iea-4e.org/cda/about-the-g20/>.

2 Abstract

Key words such as digitization, Industry 4.0 and Internet of Things (IoT) are all directly linked to a rapid increase in network connected devices. By 2030, the number of those electronic devices that can communicate via a network is expected to exceed 100 billion worldwide [EDNA, 2021a]. Network connected devices can significantly reduce the energy consumption through control and optimization of systems that deliver energy services. Still, managing and communicating data over a network requires additional energy. The growing number of electronic devices causes a corresponding increase in energy consumption, which is required to ensure steady network connectivity.

Since its foundation in 2014, the IEA Electronic Devices and Network Annex (EDNA) has therefore focused on the energy consumption of network-connected devices as well as the potentials and barriers for the dissemination of energy-efficient solution measures. The aim is to support policy makers in the design of regulations for network-connected devices and thus contribute to the energy efficiency of these devices. The ECODESIGN company GmbH (ECO) has represented the Austrian Federal Ministry for Climate Protection, Environment, Energy, Mobility, Innovation and Technology (BMK) in this Annex since 2014 to position Austrian interests in this international research collaboration. ECO also represented the BMK during the term to which this report refers.

A second EDNA Annex term was approved in 2019 and runs until 2024. This results report refers to the period from 01.07.2019 - 30.06.2021 and describes selected EDNA tasks, projects and activities in this period, as well as contents and results. Detailed in the report are information and results to:

- **Task Package C - Policies for Connected Devices:** This Task aims to explore regulatory efficiency measures for end-use devices and is composed of three sub-tasks: - C.1 - Smart ready devices, C.2 - Devices for Demand Flexibility, and C.3 - Digitization and IoT strategies. ECO contributed by participating in the review process and advising on the Task scoping and design⁵.
- **Task Package D - Total Energy Model (TEM):** the TEM was available in November 2019 as a quantitative (numerical) model to assess the global energy consumption of network-connected devices (version 1.0). A new task was approved to extend the model: the expanded Model TEM (version 2.0). ECO led this task and the resulting model is accessible on the EDNA home page as an interactive web-tool, and covers various product categories, operating states, and world regions to quantify the energy consumption of network-connected devices.⁶
- **Network Zero Innovation Challenge (NZIC):** This project focuses on “Network Zero (NZ) devices”. These are devices that do not require power for their network connection in standby mode. EDNA is exploring if and how Network Zero Devices could be mostly sold by 2030. From this starting point, EDNA is evaluating the technical opportunities and the regulatory challenge for deploying NZ devices.⁷
- **Basket of Products Testing:** this ongoing EDNA project (with a long history since EDNA started in 2014) focuses on collecting data of the energy consumption of network-connected devices. Measurements of the energy consumption of devices are gathered and used to understand

⁵ <https://www.iea-4e.org/edna/tasks/task-7-policy-case-for-connected-devices/>

⁶ <https://www.iea-4e.org/edna/tem/>

⁷ <https://www.iea-4e.org/edna/tasks/task-10-network-zero-devices/>

the energy efficiency potential and to verify compliance with regulations. During the reporting period, ECO measured the energy consumption in network standby mode of a variety of household appliances, including modems, routers, game consoles, printers, and smart lights.

- **Centre of Excellence:** The current project is part of the work of the Connected Devices Alliance (CDA)⁸. The CDA is a group with more than 350 representatives from government, research and industry. The CDA's Center of Excellence manages a publications library with independent, authoritative publications intended to inform energy efficiency policy development and best practices.

In terms of methodology, the scope and objectives of the EDNA tasks and projects are agreed upon by the Management Committee (with at least one delegate of each EDNA Annex member country), then coordinated by the Operating Agent, and fully developed and executed by external experts from research, industry, and/or academia in collaboration with the EDNA delegates leading those tasks/projects. The results are then discussed by the Management Committee and approved for dissemination as reports, summary documents such as policy briefs, as well as webinars and tools, such as the TEM. These outputs are publicly available on the EDNA website.

International collaboration among EDNA delegates in the period 2020 and 2021 has been impacted by the Covid-19 pandemic, with the resulting travel restrictions. This caused the shifting of scheduled meetings to virtual space, but still substantive work was maintained and completed. At the same time, the Covid-19 pandemic and the accelerated increase in digital work is a key reminder of the relevance of implementing energy efficient solutions for network connected devices and systems.

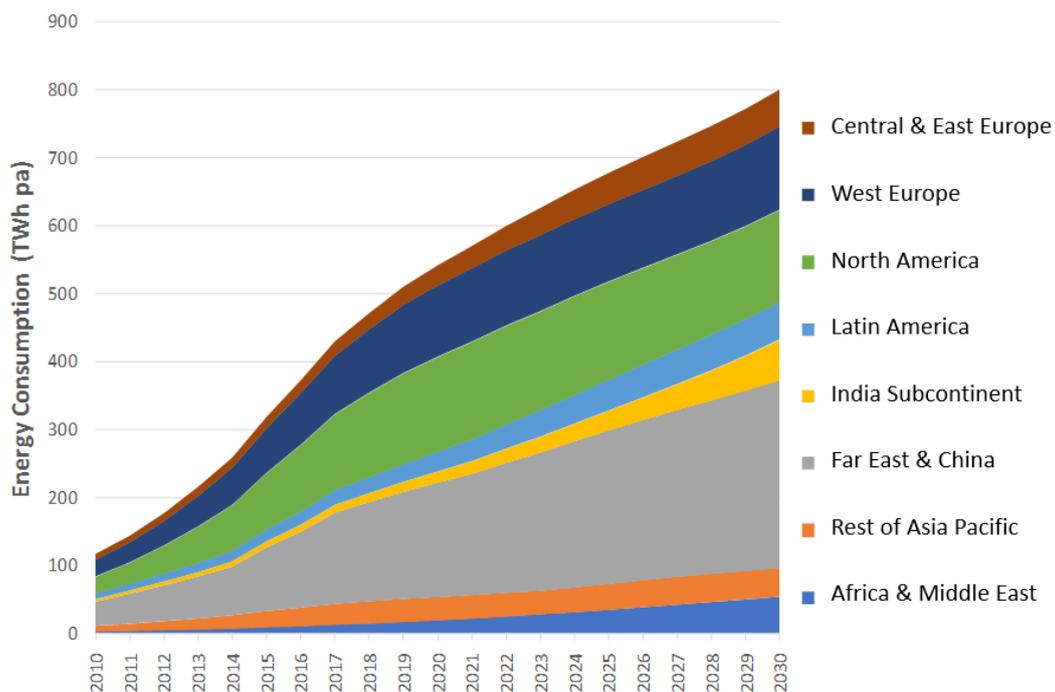
⁸ <https://www.iea-4e.org/cda/about-the-g20/>

3 Ausgangslage

Die Digitalisierung in zahlreichen Sektoren („Vernetzung“), die wachsende Weltbevölkerung und der steigende Wohlstand führen dazu, dass immer mehr netzwerkverbundene elektronische Geräte, Systeme und Anwendungen eingesetzt werden. Zum heutigen Zeitpunkt gibt es Schätzungen nach etwa 14 Mrd. netzwerkverbundener Geräte; bis 2030 soll diese Zahl auf 100 Mrd. exponentiell steigen [EDNA, 2021a].

Die permanente Verbindung netzwerkverbundener Geräte mit dem Kommunikationsnetzwerk zum Austausch und Verwalten von Daten kann mit erheblichen Energieverbräuchen verbunden sein, und auch die dafür erforderlichen Daten- und Rechenzentren stellen große Verbraucher dar. Die Zunahme an netzwerkverbundenen Geräten führt daher im Ganzen betrachtet zu einer dramatischen Steigerung der weltweiten Energieverbräuche netzwerkverbundener Geräte, wie Abbildung 1 zeigt:

Abbildung 1: Jährliche Energieverbräuche netzwerkverbundener Geräte pro Region, TWh/a [EDNA, 2021a]



Die kontinuierliche Beobachtung globaler und nationaler Trends in Bezug auf vernetzte Geräte und deren Energieleistung ist notwendig, damit die politischen Entscheidungsträger:innen der EDNA-Mitgliedsländer Energieeffizienzziele erreichen können. EDNA zielt darauf ab, die Effizienzpotentiale von netzwerkverbundenen Geräten und Systemen zu erforschen. Dafür konzentriert sich EDNA auf den Energieverbrauch von vernetzten Geräten, auf den erhöhten Energieverbrauch, der dadurch entsteht, dass Geräte vernetzt werden, sowie zuletzt auf die System-Energieeffizienz, also den optimalen und energieeffizienten Betrieb von Systemen und Geräten. Dies umfasst z. B. Aspekte wie Reichweite, Frequenz, Bandbreite und Latenzzeit der Funktechnologie, welche die Verbindung der Geräte ermöglicht, sowie die Schnittstellen für die Bedienung der Geräte durch die Benutzer:innen (z. B. Webportale, Apps). In anderen Fällen können Geräte (Sensoren) mit kleinen Batterien betrieben

werden, um mit einem separaten Hub zu kommunizieren. Anders ausgedrückt, es wird die große Bandbreite an Produkten, Installationen und deren Betrieb untersucht, um den tatsächlichen Nutzen und mögliche zusätzliche Energiekosten der Netzwerkverbindung besser zu verstehen.

Im Rahmen von EDNA sind die beiden primären Bereiche der Energievorteile, die durch vernetzte Geräte ermöglicht werden, Energieeinsparung und intelligente Effizienz. Energieeinsparung ist die Verringerung des Energieverbrauchs des Endprodukts, z. B. durch Ein- und Ausschalten entsprechend der tatsächlichen Nutzung, durch Vermeidung unnötiger Nutzung oder durch bessere Anpassung an das Verhalten der Nutzer:innen bzw. durch Unterstützung der Nutzer:innen beim besseren Verständnis des eigenen Energieverbrauchs.

Intelligente Effizienz bezieht sich auf die Fähigkeit, innerhalb eines größeren Energiesystems optimal zu arbeiten, z. B. durch automatische Laststeuerung (Verlagerung der Last während der Spitzenzeiten auf andere vorteilhafte Tageszeiten) und durch die Teilnahme an Demand-Response-Programmen. EDNA-Expert:innen und Delegierte untersuchen auch die Hindernisse und Barrieren für die Einführung effizienter verbundener Geräte, um konsequent einen oder beide Vorteile zu erreichen: Energieeinsparungen und intelligente Effizienz. In den Studien werden Aspekte wie Komplexität der Produkteigenschaften, Schnittstellen und Funktionen, Lebensdauer der Nutzung, Kompatibilität, Interoperabilität, Art der Kommunikations- und Konnektivitätsprotokolle und Kosten untersucht.

In Kooperation mit den einzelnen Mitgliedsstaaten sowie mit relevanten Stakeholdern wird erforderliches Wissen aufgebaut, um politische Maßnahmen (*Policies*) zur Regulierung des Energieverbrauchs netzwerkverbundener Geräte abzuleiten. Entscheidungsträger:innen werden durch EDNAs Tätigkeiten darin unterstützt, energieeffizienzfördernde Maßnahmen zu entwickeln und umzusetzen. Die verschiedenen Wege zur Förderung der Einführung effizienter netzwerkverbundener Geräte werden in EDNA ebenfalls bewertet und verglichen, wobei die politischen Instrumente, die in verschiedenen Weltregionen existieren, als Referenz herangezogen werden, wie z. B. obligatorische Mindeststandards für die Energieeffizienz (MEPS) und Kennzeichnung sowie Systeme mit Beteiligung der Industrie (z. B. Verhaltenskodizes und freiwillige Vereinbarungen).

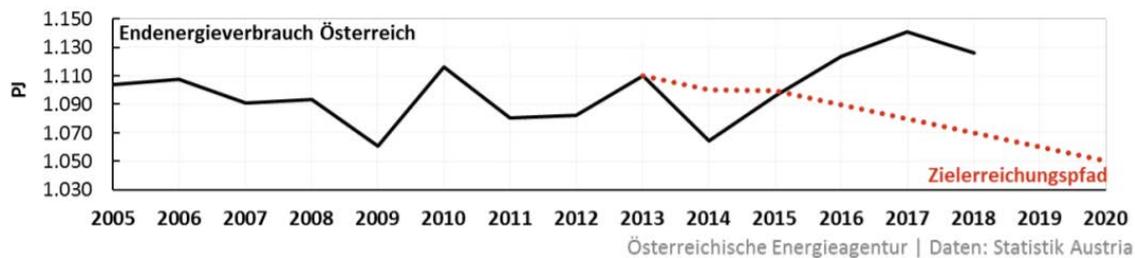
Im nationalen Kontext bedeutet die Reduktion von Energieverbräuchen die Reduktion bzw. Einsparung von Treibhausgasemissionen, und ist somit ein relevanter Beitrag zur Erreichung von Klima- und Nachhaltigkeitszielen. So strebt Österreich an, bis zum Jahr 2040 Klimaneutralität zu erreichen (Bundeskanzleramt, 2020).

Zu den wichtigsten Maßnahmen zur Förderung der Energieeffizienz gehört das österreichische Bundes-Energieeffizienzgesetz (EEffG), das die nationale Umsetzung der entsprechenden Energieeffizienz-Richtlinie 2012/27/EU der Europäischen Union (EU) vorsieht.

Das EEffG trat 2014 in Kraft⁹, und definierte bis zum Jahr 2020 folgende Ziele und Grenzwerte, die allerdings nicht alle von Österreich erreicht wurden (Auswahl):

- **Jährlicher Energieverbrauch von max. 1.050 PJ:** Abbildung 2 zeigt den tatsächlichen Endenergieverbrauch Österreich 2005-2018 sowie den für die Erreichung der Zielvorgabe für den Endenergieverbrauch erforderlichen Pfad. Auch im Jahr 2019 überstieg der Verbrauch den Grenzwert; das Jahr 2020 wird pandemiebedingt als nicht repräsentativ gewertet; daher gilt dieses Ziel als **unerreicht**.

Abbildung 2: Endenergieverbrauch in Österreich 2005-2018 und Zielerreichungspfad, [BMK; 2021a]



- **Treibhausgasemissionen von 47,8 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente:** Österreichs Treibhausgasemissionen (ohne Emissionshandelsbereich) übersteigen die zulässigen Höchstmengen pro Jahr. Im Jahr 2018 lagen die emittierten Treibhausgase bei 50,5 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente, für das Jahr 2019 lag eine Überschreitung von 1,9 Millionen Tonnen vor [BMK, 2021a].

Obwohl Österreich andere Klima- und Energieeffizienzziele erreicht hat, so verweist das Überschreiten von gesetzten Grenzwerten, dass „Umfang und Effektivität im Vergleich zum bisherigen Regime allerdings deutlich gesteigert werden“ [BMK, 2021a] müssen, um Klimaneutralität zu erreichen. Zu einem erreichten Klimaziel zählen die kumulierten Endenergieeinsparungen in Höhe von 218 PJ bis 2020, welche im Artikel 7 der Energieeffizienz-Richtlinie (2021/27/EU) festgelegt sind. Im Jahr 2018 hatte Österreich bereits 212 PJ eingespart, und unter der Annahme weiterer Energieeinsparungen wird der Wert der kumulierten Einsparungen in Österreich bis 2020 auf 350 PJ geschätzt.

EDNA greift diesen Bedarf auf und unterstützt politische Entscheidungsträger:innen seiner Mitgliedsstaaten und anderen durch seine Tätigkeiten dabei, Maßnahmen und Regulierungen zur Förderung von Energieeffizienz für elektronische Geräte zu entwickeln. Dazu werden Aufgaben entsprechend des Arbeitsbereichs und der Ziele von EDNA umgesetzt, ebenso wie spezifische Projekte.

Relevante, abgeschlossene EDNA-Projekte, an denen Österreich beteiligt war, sind:

- Task 1: Smart Metering Infrastructure and Energy Monitoring Systems SMI-EMS
- Task 2: Energy Efficiency of the Internet of Things
- Task 3: Intelligent Efficiency
- Task 6: Energy Harvesting Technologies
- Task 8: (und Task 17) Total Energy Model.

⁹ Das EEffG befindet sich aktuell in Überarbeitung. Das neue EEffG wird Teile aus dem alten Gesetz übernehmen, aber auch neue Verpflichtungen übernehmen [BMK, 2021b].

Weitere Projekte umfassen das EDNA „Basket of Products Testing“ zum Messen der Energieverbräuche elektronischer Geräte in verschiedenen Betriebszuständen nach einer erarbeiteten Anleitung, sowie das Projekt „Electric Vehicle Supply Equipment – EVSE“, das die Energieverbräuche in Zusammenhang mit der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge untersuchte.

Die Kenntnisse zur Technologie und Policies, die in EDNA erarbeitet werden, bilden die Wissensbasis der miteinander verbundenen Säulen in der Arbeitsweise von EDNA (s. Abbildung 3), die im nächsten Abschnitt dieses Berichts diskutiert wird. Die Ergebnisse dieser Vorarbeiten sowie der laufenden EDNA Tasks und Projekte ermöglichen Österreich den Zugang zu einem breiten und internationalen Wissen zu den Energieauswirkungen netzwerkverbundener Geräte und Systeme. Dieses Wissen fließt in verschiedene Bereiche nationaler Energiepolitik und Programme ein, beispielsweise im Zusammenhang mit Produkteffizienz, Forschung und Innovation und die Entwicklung von nationalen Digitalisierungsstrategien.

Detaillierte Informationen zu den EDNA Tasks sowie Publikationen in Form von technischen Berichten und Policy Briefs lassen sich über die jeweilige Taskbeschreibung auf der Webseite von EDNA entnehmen, um ein größeres Publikum aus Stakeholdern, Interessensgruppen sowie Organisation zu erreichen.¹⁰

Das österreichische Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie betreibt außerdem das Webportal „Nachhaltig Wirtschaften“, auf dem in regelmäßigen Abständen Informationen über den EDNA Annex veröffentlicht werden. Die Informationen sind übersetzt und richten sich damit vor allem an ein deutschsprachiges Publikum: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/technologieprogramme/4e/iea-4e-annex-edna-arbeitsperiode-2019-2024.php>

¹⁰ <https://www.iea-4e.org/edna/tasks/>

4 Projektinhalt

4E ist eine staaten- und regierungsübergreifende Organisation, an welcher nationale Delegierte als Vertreter:innen der Regierungen teilnehmen. Österreich, vertreten durch das Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK), ist seit 2008 Mitglied im 4E TCP (Energy Efficient End-Use Equipment Technology Collaboration Programme) der Internationalen Energieagentur (IEA).

Insgesamt 15 Regierungen aus dem asiatisch-pazifischen Raum, Europa und Nordamerika arbeiten in verschiedenen 4E Annexen (d. h. Arbeitsprogrammen) mit jeweils unterschiedlichen Schwerpunkten zusammen. Alle Länder sind Mitglieder des 4E Executive Committee (ExCo), welches über die Forschungstätigkeiten innerhalb spezifischer Annexen und Projekte berät und entscheidet¹¹. Jedem 4E Annex ist ein Operating Agent zugeordnet, der die jeweiligen Arbeiten koordiniert. Ziele des 4E TCP sind:

- Schaffung eines globalen Forums für den Austausch von Expertise und Know-how zu energieeffizienten elektronischen Geräten,
- Identifizierung und Förderung der Möglichkeiten für internationale gesetzliche Maßnahmen und Regulierungen (Policies) auf der Grundlage der Annex- und Projektergebnisse,
- Publizieren von relevanten Ergebnissen und bewährten Methoden,
- Förderung des öffentlichen Bewusstseins über die Notwendigkeit von Regelungen für die Nutzung von Endverbrauchergeräten.

Die Arbeit von 4E impliziert einen hohen Grad an Koordination zwischen Teilnehmer:innen sowie umfassende Recherche- und Analysetätigkeiten. Teilnehmende Staaten sammeln die dafür erforderlichen Ressourcen und ihr Wissen über die Arbeit an aktiven Annexen mit verschiedenen Schwerpunkten. Diese sind: *Electric Motor Systems Annex – EMSA*, *Solid State Lighting Annex - SSL*, ***Electronic Devices and Networks Annex – EDNA***, und *Power Electronics Conversion Technology Annex – PECTA*.

Über die Homepage des 4E TCP gelangt man zu den jeweiligen Annex Webseiten, denen eine detaillierte Beschreibung der Tätigkeiten, den jeweils angesiedelten Tasks sowie publizierte Ergebnisse zu entnehmen sind.¹²

Der vorliegende Bericht bezieht sich auf die Tätigkeiten und Ergebnisse des **Electronic Devices and Networks Annex – EDNA**, der vor dem Hintergrund steigender Absatzzahlen und Energieverbräuche die Energieeffizienz netzwerkverbundener Geräte fokussiert. Abbildung 3 zeigt den Strategiepfad, der den Rahmen für die Arbeiten in EDNA darstellt.

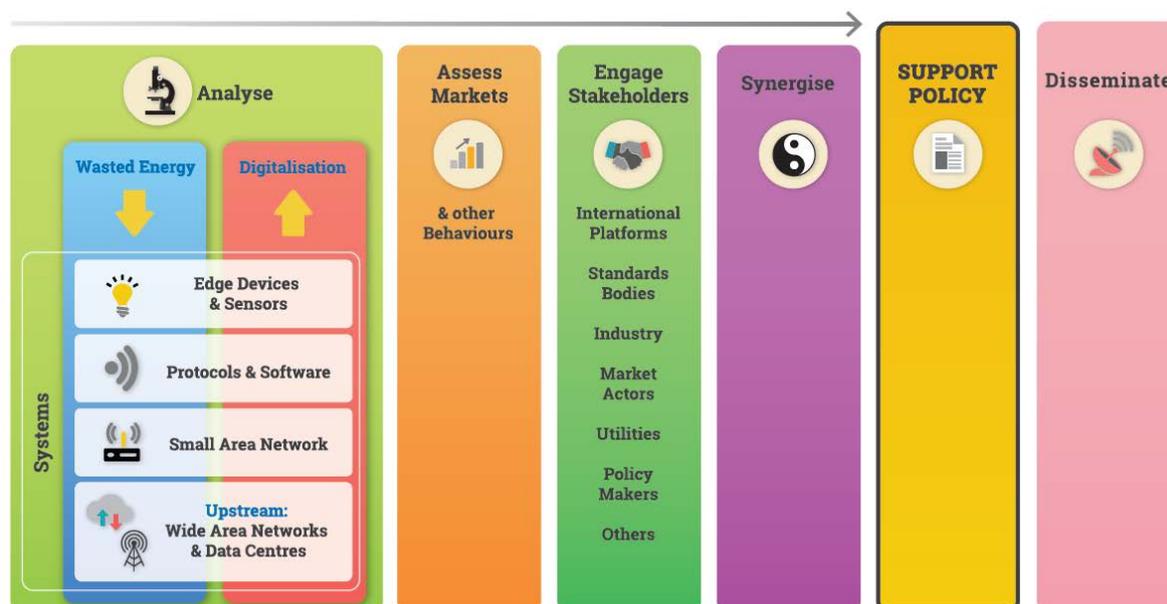
Die sechs farbigen Säulen stellen jeweils einen Tätigkeitsbereich dar. Der erste Bereich betrifft die technische Analyse netzwerkverbundener Geräte hinsichtlich ihrer Funktionen und Nutzungsart und den damit verbundenen Energieverbrauch, um daraus mögliche Potentiale für deren Energieeffizienz

¹¹ Das 4E Executive Committee (ExCo) besteht aus Delegierten aller an 4E teilnehmenden Regierungen, zu denen derzeit Österreich, Australien, Kanada, China, Dänemark, die Europäische Kommission, Frankreich, Japan, Korea, Neuseeland, die Niederlande, Schweden, die Schweiz, das Vereinigte Königreich und die Vereinigten Staaten von Amerika gehören.

¹² <https://www.iea-4e.org/>

abzuleiten (hellgrüner Balken). Die Daten werden entweder z. B. in Form von Energieverbrauchsmessungen erhoben (z. B. mittels spezifischer EDNA Tasks und/oder im EDNA Projekt „Basket of Products“), oder aus bereits bestehenden Datenbanken, technischen Datenblättern, repräsentativen Studien, etc. bezogen. Neben der Analyse auf Geräte- und Systemebene werden auch die Marktbedingungen analysiert (orangener Balken), um Kenntnisse zu Verwendungsmuster und Konsumverhalten zu erlangen. Aus den geräte- und marktbezogenen Untersuchungen werden Optimierungspotentiale abgeleitet und relevante Stakeholdergruppen wie Industrie, Standardisierungsorgane, politische Entscheidungsträger:innen, etc. eingebunden (dunkelgrüner Balken), um Synergien zwischen den Stakeholdern zu schaffen (violetter Balken). Die Ergebnisse der Tätigkeiten tragen zur Entwicklung regulativer Maßnahmen (Policies) bei und werden über verschiedene Kanäle (z. B. Online, Workshops, IEA Vernetzungstreffen, Publikationen, sowie Inputs zu anderen Publikationen der IEA) verbreitet. Auch der vorliegende Bericht ist den Disseminationsmaßnahmen von EDNA zugeordnet.

Abbildung 3: Arbeitsweise von EDNA [EDNA, 2020a].



Aus insgesamt 15 4E-Mitgliedsregierungen sind aktuell die Regierungen von 13 Ländern an EDNA beteiligt: Australien, Dänemark, Frankreich, Japan, Kanada, Niederlande, Neuseeland, **Österreich**, Schweden, Schweiz, Südkorea, Vereinigtes Königreich sowie die USA. Auch die Europäische Kommission ist als teilnehmende Regierung in EDNA aktiv.

Die Mitgliedsstaaten arbeiten untereinander und mit Stakeholdern aus Industrie und Forschung an verschiedenen Tasks, um technische und regulative Maßnahmen für die Energieeffizienz netzwerkverbundener Geräte zu erforschen. Generell ist für die Mitgliedsstaaten der Informationstransfer innerhalb des EDNA Annexes der wichtigste Punkt zur Teilnahme, aber auch der Austausch mit Stakeholdern aus der Industrie. Auch der Austausch mit Stakeholdern in der Standardisierung wird gefördert, insbesondere zur Diskussion von Markttreibern, Technologieentwicklung und Adoptionsszenarien.

Abbildung 4 zeigt eine Übersicht der EDNA Tasks, die seit der Gründung der Initiative gestartet wurden.

Abbildung 4: Übersicht über EDNA Tasks und Projekte für die Periode 2019 – 2021 [EDNA, 2018a; EDNA, 2019].

		Strategic Direction						Targeted Policy Makers			
Task / Project Name		Dig'n	Wasted Energy	Upstream	Device	ICT System	Energy System	Lead	2019	2020	2021
1. Digitalisation		Connected devices can assist the digitalisation of the energy system by creating new ways to save energy and support renewables									
2. Wasted Energy		Connected devices can waste considerable energy in (networked) standby mode									
3. Upstream Consequences		Connected devices can result in increased data traffic, leading to increased energy use in the data network and data centres.									
7	Policy Case		X		X			UK			
A 8	Total Energy Model		X	X	X	X		UK			
9	Data Centres & Wide Area Networks			X		X		Japan			
10	Network Zero Devices		X		X			Sweden			
11	Test Procedures		X		X			Sweden			
B 12	Mobile and Mains-Powered Products		X		X			Sweden			
13	Wireless Charging		X		X			Korea			
14	Smart, Energy-Saving Consumer Devices	X			X	X	X	AUS + UK			
C 15	Roadmap for Demand Flexibility	X			X		X	Sweden			
16	IoT & Digitalisation Strategies	X			X	X	X	UK			
D 17	Extension of Total Energy Model		X	X	X	X		Austria			
18	Harnessing IoT for Energy Benefits	X			X			Denmark			
E 19	Retrofitting Connectivity	X			X			Denmark			
20	Small Network Equipment		X	X	X	X		Netherlands			
F 21	Demystifying Communications Protocols	X	X		X	X	X	New Zealand			
22	Plug and Play Devices (+Users TCP)	X			X			Denmark			
G 23	Metrics for Data Centre Efficiency			X		X		NL, JP, AT			
24	Mobile Devices		X		X			USA			
H 25	Emerging Battery Technologies		X		X			USA			
26	Interoperability	X			X			EU			
I 27	Connection with Standardisation	X	X	X	X	X	X	EU			
	Digitalisation in Industrial Sector (+EMSA)	X	X		X			UK			
Project	Basket of Products		X		X						
Project	CDA + Network Zero	X	X	X	X	X	X				
Project	CDA Centre of Excellence	X	X	X	X	X	X				
Project	Energy Aware Devices	X			X	X					
Project	Electric Vehicle Supply Equipment		X		X		X	Austria			
Project	Collaboration - Smart Lamps		X		X						

Detaillierte Beschreibungen der abgeschlossenen und laufenden Tasks sowie der Projekte finden sich auf der offiziellen EDNA Webpage¹³. Zum Teil ergeben sich die Tasks der zweiten Laufzeit als Anknüpfungsprojekte bereits abgeschlossener Tasks. Dies ist z. B. der Fall bei Task 8 – Total Energy Model, das in der zweiten EDNA Laufzeit als Task Package D – Modelling Package unter österreichischer Führung bearbeitet wurde (Task 17).

Die Tasks, an denen Österreich in dieser zweiten Laufzeit beteiligt ist, werden im Folgenden näher beschrieben: Kapitel 4 beschreibt die Ziele und methodische Vorgehensweise, Kapitel 5 die Ergebnisse der jeweiligen Tasks.

Task Package C – Policies for Connected Devices

Durch Policies, also gesetzliche Regulierungen und Maßnahmen, kann die Energieeffizienz erheblich beeinflusst werden. Die Digitalisierung bringt eine Vielzahl an neuen und innovativen Geräten und Systemen hervor, deren Energieverbrauch teilweise nicht oder nur gering reguliert ist. Ziel des Task Package C ist daher, regulative Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz bzw. zur Festlegung von maximalen Energieverbräuchen netzwerkverbundener Endgeräte zu entwickeln, und deren Potenzial zu untersuchen. Der Task gliedert sich in drei Sub-Tasks und wurde im Juni 2020 abgeschlossen. Die Sub-Tasks wurden zusammen mit externen Berater:innen unter Leitung des ExCo erarbeitet. ECO hat zu allen Sub-Tasks relevante Informationen zur Verfügung gestellt, um nationale Strategiepläne und bestehende Regulierungen in die Untersuchungen einfließen zu lassen. Ein weiterer Beitrag Österreichs bezieht sich auf die Revision der laufenden Tätigkeiten sowie der Ergebnisberichte in Abstimmung mit dem Operating Agent und den beauftragten Berater:innen.

Task C.1 – Policies for Smart Ready Devices zielt auf die Untersuchung von Regulierungsmaßnahmen für „smart readiness“ Geräte und wird von Australien (und Großbritannien) geleitet. „Smart readiness“-Geräte können mittels Lastmanagement und Laststeuerung (*Demand Response – DR*) in einem intelligenten Stromnetz effizient gesteuert werden und spielen daher in Zukunft eine wichtige Rolle zur Steigerung der Energieeffizienz. Zur Erarbeitung des Tasks wurden ausgewählte netzwerkverbundene Geräte zunächst hinsichtlich ihrer technischen Eigenschaften sowie ihres ökonomischen Potentials untersucht. Ziel war, Barrieren bei der Verbreitung jener Geräte sowie Marktpotentiale abzuleiten. Auf dieser Grundlage wurde eine Prioritätsliste erstellt, in der anhand verschiedener Kriterien die Anwendung von Policies für bestimmte Geräte besonders hervorgehoben werden. Darüber hinaus wurden Kommunikationsprotokolle hinsichtlich ihrer Energieeffizienz untersucht. Die aus der Untersuchung hervorgehenden Empfehlungen und Ergebnisse sind in einem Bericht dokumentiert, der im Mai 2020 veröffentlicht wurde (EDNA 2020b).

Task C.2 – Roadmap for Consumer Devices to Participate in Demand Flexibility wurde von Schweden geleitet und zielt auf die Entwicklung einer Roadmap mit den erforderlichen Schritten, damit Geräte mittels energieeffizienter Laststeuerung verbessert werden können. Dazu wurden marktspezifische und technische Aspekte sowie bestehende Policies in 23 Ländern untersucht. Ein Ergebnisbericht wurde im Juni 2020 veröffentlicht (EDNA, 2020c).

Der letzte Bereich, **Task C.3 – Digitalisation & IoT Strategies** wird von Großbritannien geleitet, und untersucht bestehende Digitalisierung und IoT-Strategien in verschiedenen Ländern hinsichtlich ihrer Berücksichtigung von Energieeffizienz. Ziel ist sicherzustellen, dass Digitalisierungsinitiativen Energieeffizienzmaßnahmen berücksichtigen. Der im Juni 2020 veröffentlichte Bericht verweist auf

¹³ <https://www.iea-4e.org/edna/tasks/>

mögliche Anknüpfungspunkte und enthält Empfehlungen für politische Entscheidungsträger:innen, damit nationale Strategiepläne zu Gunsten einer verbesserten Energieeffizienz umgesetzt werden (EDNA, 2020d).

Task Package D – Modelling

Mit dem EDNA Total Energy Model (TEM) lassen sich potentielle Herausforderungen in Bezug auf die steigenden Zahlen netzwerkverbundener Geräte identifizieren. Die zusätzlichen Energieverbräuche werden einerseits auf Geräteebene geschätzt, andererseits werden auch die vorgelagerten Energieverbräuche durch die Verbindung mit einem Kommunikationsnetzwerk abgeschätzt. Das TEM kann politische Entscheidungsträger:innen dabei unterstützen, effektive Strategemaßnahmen zur Reduzierung der Energieauswirkungen netzwerkverbundener Geräte zu entwickeln, indem verschiedene Szenarien wie z. B. die Auswirkungen von Policies auf den Standby-Betrieb oder auf den Energiebedarf von Streaming-Medien modelliert werden. Die Ergebnisse des TEM wurden in Österreich einem internationalen Publikum auf der 2020 e-nova Konferenz im November 2020 präsentiert, und in einem begleitenden Paper¹⁴ (s. Anhang 1) für den dazugehörigen Tagungsband¹⁵ beschrieben (s. Anhang 2).

Network Zero Innovation Challenge (NZIC): Vor dem Hintergrund der sinkenden Energieverbräuche von Geräten im Standby-Betrieb sollen Hersteller aufgefordert werden, diese Verbräuche vollkommen zu reduzieren: diese „Network zero“-Geräte brauchen also keine Stromversorgung bei der Verbindung mit einem Kommunikationsnetzwerk im Standby. Durch die an die Industrie getragene Herausforderungen werden technische Spielräume und Innovationen eingefordert. ECO hat die Vorbereitungen für das Konzeptpapier „Network Zero Innovation Challenge“ unterstützt, und an einem Expert:innen-Workshop teilgenommen.

Centre of Excellence: Neben den inhaltlichen Arbeiten betreibt EDNA das Centre of Excellence, die Online-Publikationsbibliothek der Connected Devices Alliance (CDA). Die CDA wurde 2015 als Bestandteil der G20-Initiative „Voluntary Collaboration of Energy Efficiency“ im Zuge des G20 Gipfels 2014 in Brisbane gegründet und wird von EDNA finanziert. Das Centre of Excellence stellt eine Plattform für Publikationen zu den Themen Energieeffizienz und Einsparmöglichkeiten von verbundenen Geräten dar und richtet sich an Regierungen, Industrievertrere:innen, Akademiker:innen und NGOs, um das Verständnis zu Effizienzpotentialen und Best Practices zu erhöhen. Publikationseinreichungen sind laufend möglich und werden vor ihrer Veröffentlichung einem Review-Prozess unterzogen. Ein Konzeptpapier für die Network Zero Innovation Challenge (NZIC) befindet sich zum gegenwärtigen Stand noch im Review-Prozess.

Basket of Products Testing: Um Verbräuche und Effizienzpotentiale ableiten zu können, führen Mitgliedsstaaten anhand einer EDNA-Messdokumentation Verbrauchsmessungen verschiedener Geräte durch. ECO hat während der Berichtsperiode den Verbrauch verschiedener Haushaltsgeräte im Network-Standby gemessen. Die Ergebnisse der Studie wurden in Österreich während der e-nova Konferenz im November 2019 einem internationalen Publikum präsentiert, und in einem begleitenden Paper¹⁶ (s. Anhang 3) für den dazugehörigen Tagungsband beschrieben.

¹⁴ https://www.ecodesign-company.com/download/Diaz_TotalEnergyModel_enova_2020.pdf?m=1629904014

¹⁵ https://www.fh-burgenland.at/fileadmin/user_upload/Termine/enova/2020/Tagungsband_enova2020.pdf

¹⁶ https://www.ecodesign-company.com/download/Diaz_makingdevicesrealllysmart_enova_2019.pdf?m=1629903652

5 Ergebnisse

Österreich hat während des Berichtszeitraums im verschiedenen Ausmaß an EDNA Tasks und Projekten mitgewirkt. Die Ergebnisse der jeweiligen Tasks werden im Folgenden absteigend nach Relevanz und österreichischer Mitwirkung detaillierter beschrieben.

Die umfassendsten Arbeiten bezogen sich auf die Taskleitung und Mitarbeit am **Task Package D – Modelling**, das eine Fortführung des **Task 8 – Total Energy Model** darstellt und zum Ziele hatte, das bestehende Total Energy Model zur Abschätzung des Energieverbrauchs netzwerkverbundener Geräte zu aktualisieren und zu erweitern. Eine detaillierte Beschreibung des erweiterten Total Energy Model findet sich im begleitenden Bericht, der von EDNA im Februar 2021 veröffentlicht wurde.¹⁷

Darüber hinaus wurden im Berichtszeitraum für das laufende Projekt **Basket of Products Testing** eine Reihe an Haushaltsgeräten auf ihren „Network standby“ Energieverbrauch geprüft, um Optimierungspotentiale sowohl auf Produkt-, als auch auf Policy-Ebene abzuleiten.

Zu den weiteren Highlights gehören die Ergebnisse aus dem **Task C – Policies for Connected Devices**, zur Untersuchung bestehender Policies sowie weiteren Anwendungsbereichen von Maßnahmen für verschiedene netzwerkverbundene Geräte und Systeme. Zu jedem Sub-Task wurden umfassende Berichte, sowie Policy Briefs veröffentlicht.

Für die von EDNA initiierten **Network Zero Innovation Challenge** – NZIC wurde im November 2019 ein Expert:innen-Workshop in Brüssel abgehalten, bei welchem die Ergebnisse des Task „Network Zero Devices“¹⁸ (abgeschlossen im Juni 2019) genutzt wurden.

5.1. Task Package D – Modelling

In der vergangenen EDNA Laufzeit wurde **Task 8 – Total Energy Model (TEM)** unter Leitung Großbritanniens durchgeführt und abgeschlossen. Ziel war, ein quantitatives Modell des gesamten Energieverbrauchs, der durch die Netzwerkverbindung von Geräten entsteht, zu entwickeln. Durch die steigende Anzahl netzwerkverbundener Geräte wie Mobiltelefone, Thermostate, Sensoren, Sprachassistenten usw. nimmt der gesamte Energieverbrauch dramatisch zu. Aus den Modellierungen geht hervor, dass sich die Standby-Verbräuche aller netzwerkverbundenen Geräte von 2021 bis 2030 fast verdoppeln werden [EDNA, 2019b]. Netzwerkverbundene Geräte benötigen Energie, um über das Netzwerk zu kommunizieren und ihre Funktionen auszuführen. Energie wird auch zum Senden und Empfangen von Daten über ein Wide Area Network (WAN) und Rechenzentren (RZ) verwendet.

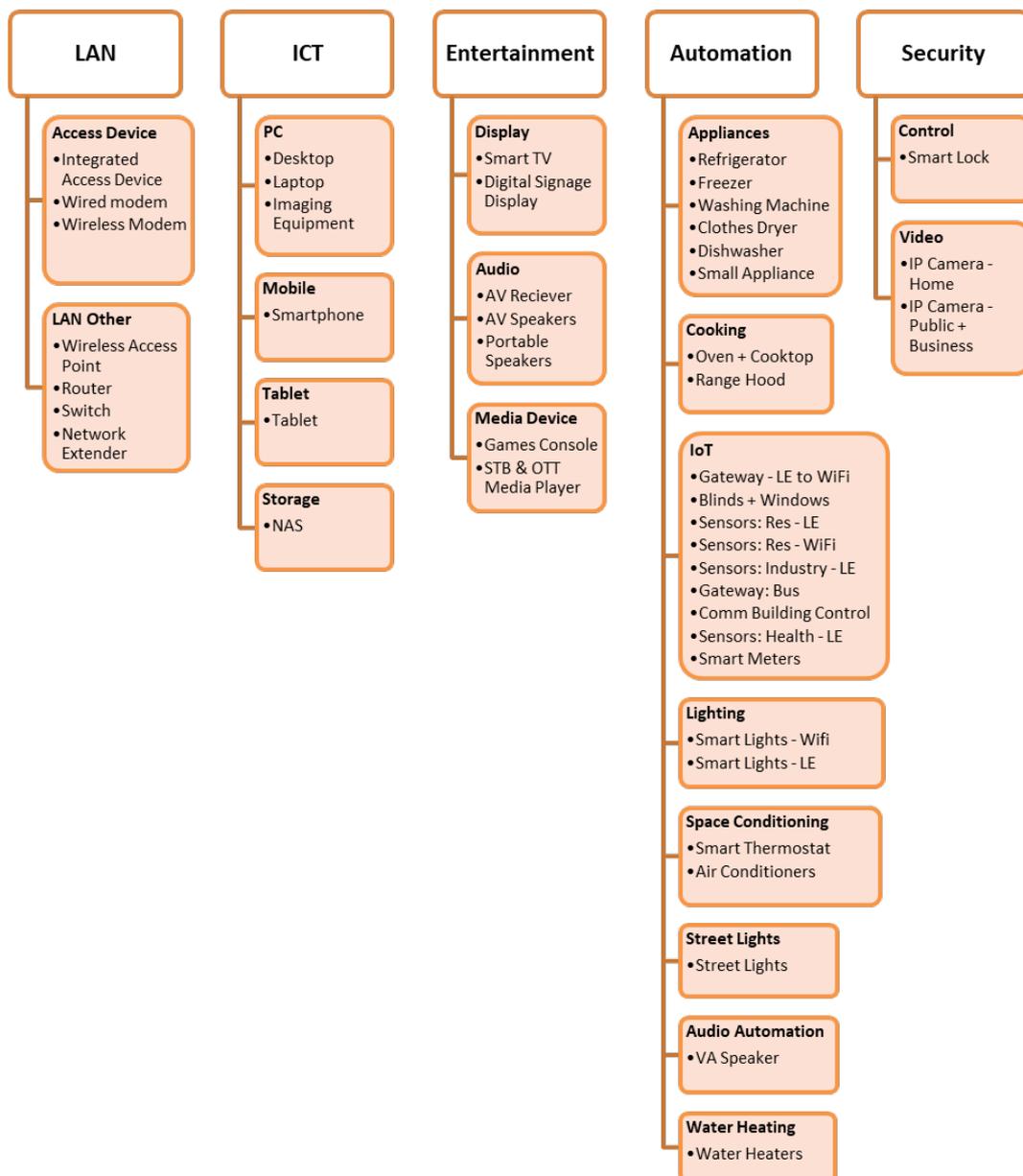
¹⁷ <https://www.iea-4e.org/wp-content/uploads/publications/2021/02/EDNA-TEM2.0-Report-V1.0-Final.pdf>

¹⁸ https://www.iea-4e.org/wp-content/uploads/2021/01/Topic_1_-_Network_Zero_Draft_Report_v7_FINAL.pdf

5.1.1. Methodologie des TEM

Ausgehend von steigenden Gerätezahlen und einem höheren Datenverkehr soll das TEM eine seriöse Informationsquelle für politische Entscheidungsträger:innen und Stakeholder darstellen, um diese zusätzlichen Energieverbräuche im Laufe der Zeit zu modellieren. Das Modell berücksichtigt **zwei Gerätekategorien**; einerseits, die im Zuge der Netzwerkverbindung erforderlichen (1) Geräte für das Einrichten eines **LANs, ebenso wie WANs und Rechenzentren**, sowie andererseits **elektronische Endgeräte** aus den Bereichen (2) IKT, (3) Unterhaltung, (4) Automatisierung, (5) Sicherheit. Zu diesen Gerätekategorien wurden 19 Produktgruppen mit einer Vielzahl an verschiedenen Geräten zugeordnet. Abbildung 5 zeigt die im TEM abgebildeten Kategorien, Produktgruppen und einzelne Produkte. Vor allem für die Kategorie (4) Automatisierung zeigt sich im Zuge der immer weiter voranschreitenden Automatisierungstechniken speziell im Gebäudebereich eine Vielzahl an inkludierten Produktgruppen.

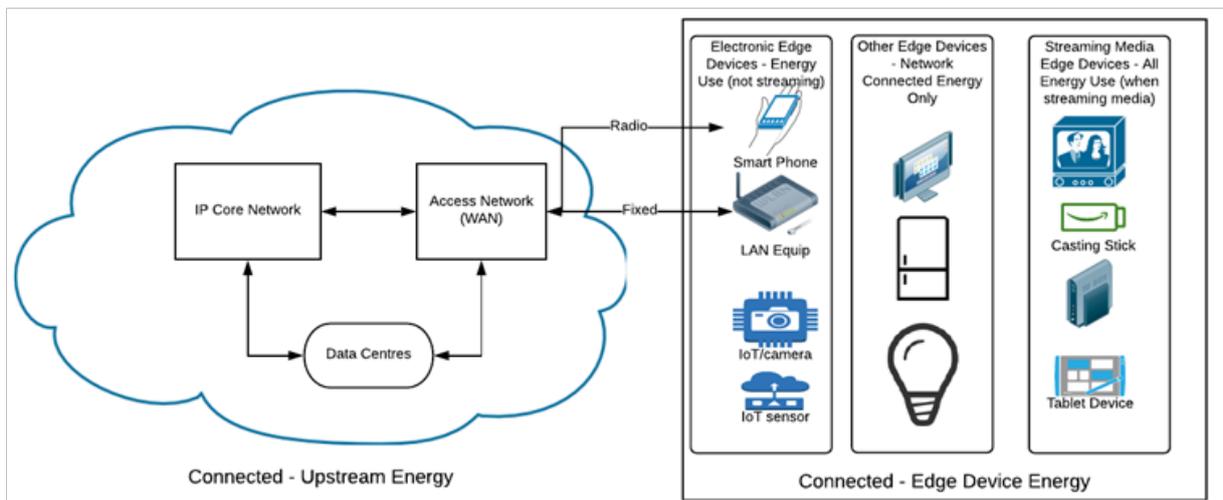
Abbildung 5: Übersicht über die im Total Energy Model berücksichtigten Produktkategorien und Produktgruppen sowie einzelne Geräte [EDNA, 2021b].



Das Modell unterscheidet zwischen *upstream* und *downstream* Energieverbräuchen und ordnet diese den beiden Gerätekategorien wie folgt zu (s. Abbildung 6):

- **LAN- und WAN-Geräte sowie Rechenzentren (RZ)** sind zur Einrichtung einer Netzwerkverbindung, sowohl kabellos als auch kabelgebunden, erforderlich. Diese vorgelagerten Energieverbräuche, die für die Nutzung von Datendiensten für Endgeräte notwendig sind, werden als *upstream* Energieverbräuche in das Modell mitaufgenommen (s. Abbildung 6 links).
- **Elektronische Endgeräte** nutzen und verarbeiten Daten (z. B. Laptops und Smartphones). Für jene Geräte werden alle energieverbrauchenden Modi/Betriebszustände als *downstream* im Modell berücksichtigt. Bei anderen Endgeräten ohne datenbezogene Funktionen¹⁹ (z. B. netzwerkverbundene Haushaltsgeräte) werden all jene energieverbrauchenden Modi/Betriebszustände berücksichtigt, wenn durch die Netzwerkverbindung zusätzliche Funktionen neben der Hauptfunktion ausgeführt werden können (s. Abbildung 6 rechts).

Abbildung 6: Umfang des Total Energy Models und berücksichtigte Energieverbraucher [EDNA, 2021b].



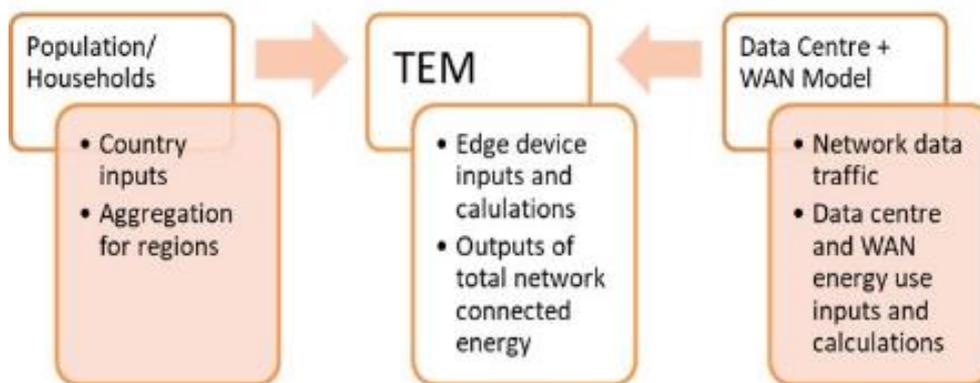
Für die fünf Gerätekategorien sind drei Betriebszustände im TEM inkludiert, um den gesamten zusätzlichen Energieverbrauch von netzwerkverbundenen Geräten zu quantifizieren:

- **Netzwerkaktiv:** ein Gerät kommuniziert in einem Netzwerk aktiv mit einem anderen Gerät.
- **Netzwerk-Standby – vernetzter Bereitschaftsbetrieb:** das Gerät ist mit einem Netzwerk verbunden, und kann seine Hauptfunktion über ein Signal, das über die Netzwerkverbindung ferngesteuert wird, wieder aufnehmen.
- **Medien-Streaming (nur in TEM 2.0):** Beim Streaming werden audiovisuelle Daten über ein Netzwerk an ein Smart-TV, einen Casting-Stick oder ein ähnliches Unterhaltungsgerät übertragen. Das TEM berücksichtigt jenen Energieverbrauch, die das Gerät zur Erfüllung seiner Hauptfunktion verwendet. Dabei wird unterschieden zwischen *upstream*, also dem Energieverbrauch von Rechenzentren, WAN und IP-Verbindungsnetz, sowie *downstream*, also dem Energieverbrauch der Endgeräte, welche die gestreamten Medien empfängt, z. B. ein Display oder ein Fernsehgerät.

¹⁹ Mit „Ohne datenbezogene Funktionen“ ist in diesem Zusammenhang gemeint, dass die Nutzer:innen diese Geräte nicht per se für die Übermittlung und Speicherung von Kommunikationsdaten nutzen.

Zur Modellierung der *downstream* Energieverbräuche im TEM wurde der Bestand an netzwerkverbundenen Geräten sowie die gerätespezifischen Energieverbräuche in den drei Betriebszuständen Netzwerkaktiv, Netzwerk-Standby, sowie Medien-Streaming abgeschätzt. Die *upstream* Energieverbräuche von Rechenzentren und WAN wurden mittels ihrer jeweiligen Energieintensität des Datenverkehrs modelliert. Diese Methodologie, nach der die Modellierungen berechnet wurden, ist in Abbildung 7 abgebildet.

Abbildung 7: Modellierung der Energieverbräuche im Total Energy Model [EDNA, 2021b].



5.1.2. Ergebnisse

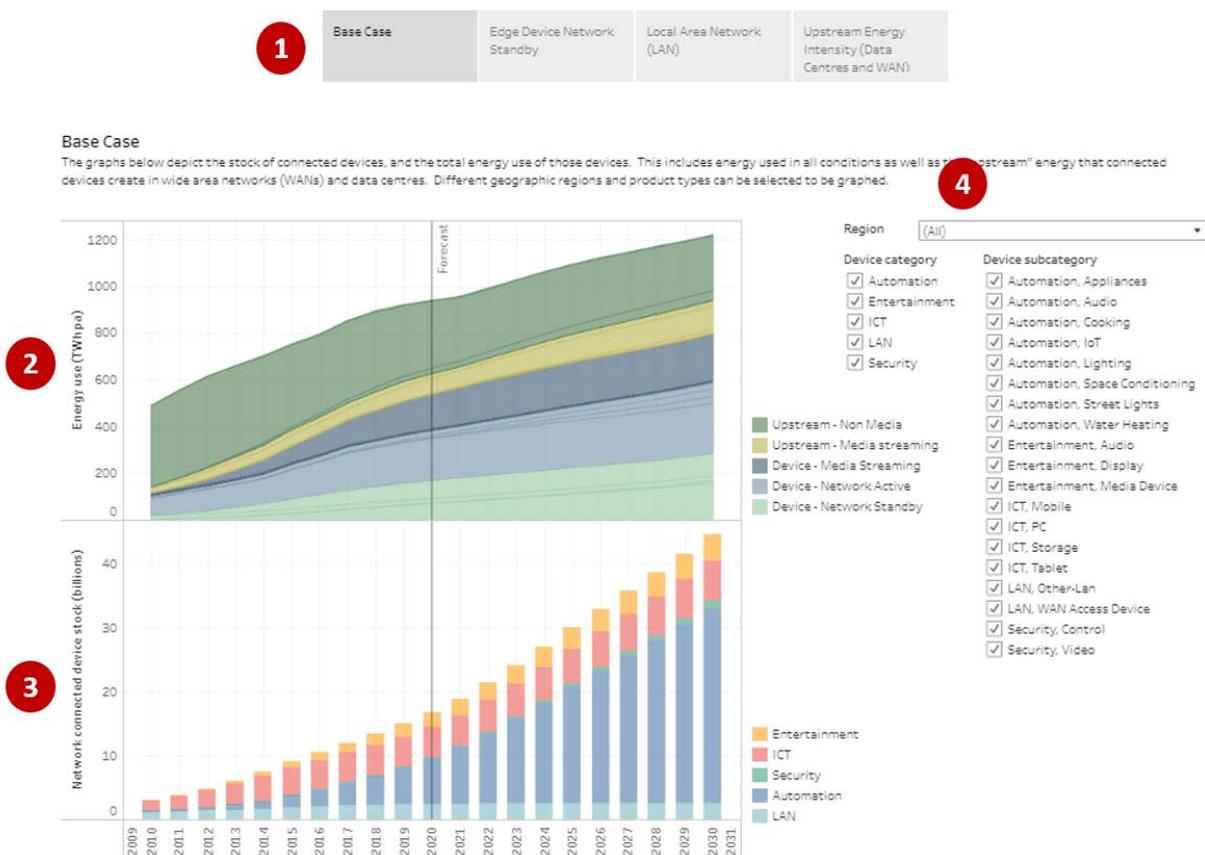
Ein Bericht zum ersten TEM wurde im Juni 2019 veröffentlicht, mit relevanten Informationen zu Zielen, Methodik, Reichweite sowie ausgewählten Ergebnissen (EDNA, 2019b). Auf Grundlage des TEMs wurde im April 2020 außerdem ein Policy Brief veröffentlicht, der komprimierte Informationen zu dem erhöhten Datenverkehr und Streaming-Aufkommen im Zuge der zunehmenden Netzwerkverbindung von Geräten enthält (EDNA, 2020g). Für die zweite EDNA Laufzeit wurde aufgrund der Relevanz der Ergebnisse eine Erweiterung des TEMs beschlossen und dafür das **Task Package D – Modelling Package** gestartet, mit folgenden Inhalten:

- Aktualisierung und Erweiterung der Modelldaten, um z. B. Modellierungen für bestimmte Gerätekategorien, Betriebszustände (Media Streaming) oder auch für verschiedene Weltregionen vorzunehmen.
- Entwickeln und Quantifizierung von Szenarios, um zu untersuchen, wie sich Änderungen z. B. in der Technologie, Geräteverkaufszahlen und tägliche Nutzungszeit je nach Betriebszustand im Laufe der Zeit auf den Energieverbrauch netzwerkverbundener Geräte auswirken.
- Bereitstellen des TEMs als interaktives und modern gestaltetes Webtool auf der EDNA Webseite, um dieses einer größeren Reichweite zugänglich zu machen.²⁰

Österreich hat die Leitung dieses Tasks übernommen und war somit verantwortlich für die erfolgreiche Durchführung der oben genannten Tätigkeiten, aus denen das TEM2.0 hervorgeht. Im Folgenden wird eine Übersicht über das im Januar 2021 publizierte Tool (s. Abbildung 8) sowie einige ausgewählte Ergebnisse vorgestellt.

²⁰ <https://www.iea-4e.org/edna/tem/>

Abbildung 8: Visualisierung des Total Energy Models 2.0 (Ausschnitt) [EDNA, 2020j].



1 Im Fokus des TEMs steht der *zusätzliche* Energieverbrauch, der sich aus der Netzwerkverbindung von elektronischen Geräten ergibt. Dabei wird zwischen dem Energieverbrauch der Hauptfunktion netzwerkverbundener Geräte und dem vorgelagerten Energieverbrauch („upstream“) zum Übertragen und Verarbeiten der Daten unterschieden. Der Energieverbrauch des Netzwerks wird sowohl im aktiven Zustand, als auch im Standby-Zustand unterteilt. Zusätzlich werden die "upstream" Energieverbräuche geschätzt, die aus der Gerätenetzwerkverbindung in WANs und Rechenzentren entstehen. Das TEM bietet für diese verschiedenen Energieverbrauchskategorien separate Ansichten – **Base Case, Edge Device Network Standby, Local Area Network (LAN), Upstream Energy Intensity.**

2 Die Grafiken zeigen für die ausgewählten Energieverbrauchskategorien (1) und Parameter (4) die **Energieverbräuche von 2010 bis 2030**. Für den Zeitraum 2010 bis 2017 bestehen robuste Daten; für den Zeitraum 2018 bis 2030 nutzt das Modell verschiedene Quellen, um einen Energieverbrauch zu prognostizieren. Daten ab 2023 sind nicht ohne Weiteres verfügbar, so dass die Projektionen bis 2030 mit großer Unsicherheit behaftet sind, da sich Technologien und Dienstleistungen schnell ändern. So konnten aufgrund von unzureichender Datenlage auch die gestiegenen Streamingverbräuche im Zuge globaler Lockdowns nicht im Modell abgebildet werden.

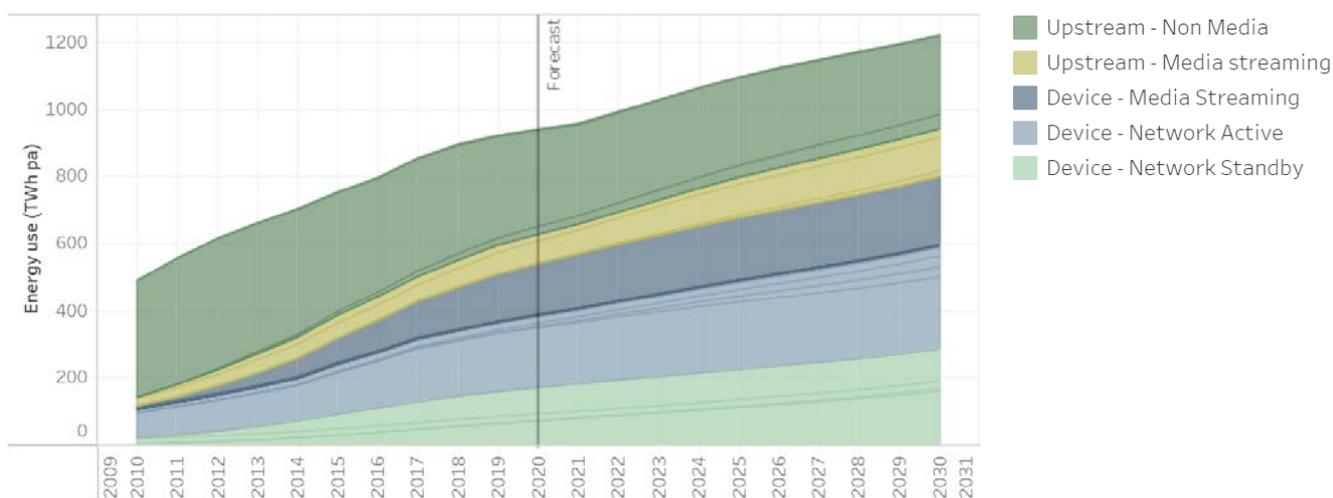
3 In dem Base Case Szenario werden neben den modellierten Energieverbräuchen (2) auch die **Zahl der netzwerkverbundenen Geräte** aus den Produktkategorien LAN, IKT, Unterhaltung, Automatisierung und Sicherheit über den Zeitraum 2010-2030 angezeigt.

4

Je nach ausgewählter Energieverbrauchskategorie (1) bietet das TEM verschiedene Optionen zur Modellierung der Energieverbräuche netzwerkverbundener Geräte. Die Energieverbräuche können für die insgesamt 19 verschiedenen Produktkategorien und -gruppen (z. B. Automatisierung – Smarte Beleuchtung, IKT – PC) und für insgesamt acht verschiedene Weltregionen geschätzt werden: Afrika und Mittlerer Osten, Asiatisch-Pazifischer Raum, Zentral- und Osteuropa, Fernost und China, Indien, Lateinamerika, Nordamerika, sowie Westeuropa.

Mit dem Modell lassen sich die Konsequenzen der steigenden Absatzzahlen netzwerkverbundener Geräte und der zunehmenden Digitalisierung auf den weltweiten Energieverbrauch bis 2030 darstellen. Abbildung 9 zeigt den bis 2030 deutlich steigenden Energiebedarf netzwerkverbundener Geräte. Der Upstream Energiebedarf jener Geräte, die nicht streamingfähig sind, wird voraussichtlich leicht sinken, wohingegen der Energiebedarf von Geräten im Medien-Streaming (sowohl Endgeräte als auch vorgelagerte Geräte) von 210 TWh im Jahr 2018 (0,9 % Anteil am Strombedarf) auf 350 TWh im Jahr 2030 (1,2 % des gesamten Strombedarfs) steigen wird.

Abbildung 9: Globaler Energieverbrauch netzwerkverbundener Geräte in den verschiedenen Betriebszuständen [EDNA, 2020j].



Neben dem gesamten zusätzlichen Energiebedarf lassen sich mit dem TEM auch kategoriespezifische Modelle darstellen; Abbildung 10 zeigt den Energieverbrauch für die Kategorie *Unterhaltung*. Im Vergleich zu dem gesamten zusätzlichen Energieverbrauch in Abbildung 9 zeigt sich, dass diese Gerätekategorie *Unterhaltung* bis 2030 für etwa ein Viertel der gesamten Energieverbräuche netzwerkverbundener Geräte verantwortlich sein wird. Mit 206,6 TWh/a sind im Jahr 2030 ein Drittel der Energieverbräuche netzwerkverbundener Unterhaltungsgeräte auf Medien-Streaming zurückzuführen, gefolgt von Netzwerk-Standby mit 95 TWh/a. Zu berücksichtigen ist in diesem Zusammenhang außerdem, dass das TEM aufgrund fehlender Daten und Zeitressourcen keine veränderten Energieverbräuche im Zuge der Covid-19 bedingten Ausgangssperren und der Umstellung auf digitales Arbeiten berücksichtigt.

Abbildung 10: Energieverbrauch (oben) und Gerätebestand von Geräten (unten) der Produktkategorie *Unterhaltung* [EDNA, 2020j].

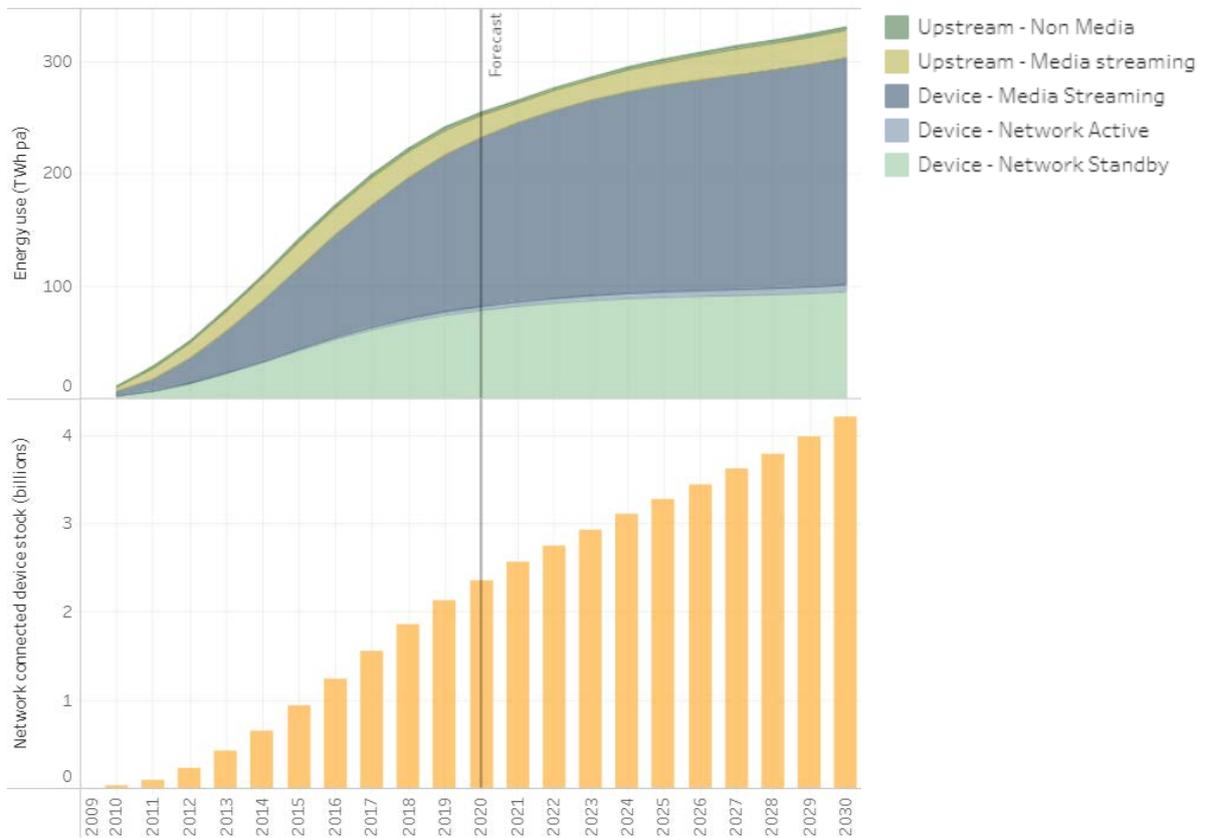


Abbildung 11 zeigt einen Ausschnitt des TEM und die Energieverbräuche netzwerkverbundener Geräte für die Region Afrika und den Nahen Osten. Obgleich der Verbrauch im Zuge des Bevölkerungswachstums und des steigenden Wohlstands annähernd linear steigt, ist der globale Anteil des gerätebezogenen Energieverbrauchs von Afrika und des Nahen Ostens mit annähernd 100 TWh/a vergleichsweise gering. Die Region Ferner Osten und China (ohne Indien und Indo-pazifischen Raum) nimmt hingegen bis zum Jahr 2030 mit 400 TWh/a fast ein Drittel des projizierten gesamten globalen Energieverbrauchs von ca. 1200 TWh/a ein [EDNA, 2021j], wie in Abbildung 12 zu sehen ist.

Abbildung 11: Energieverbräuche netzwerkverbundener Geräte in Afrika und im Nahen Osten [EDNA, 2021j].

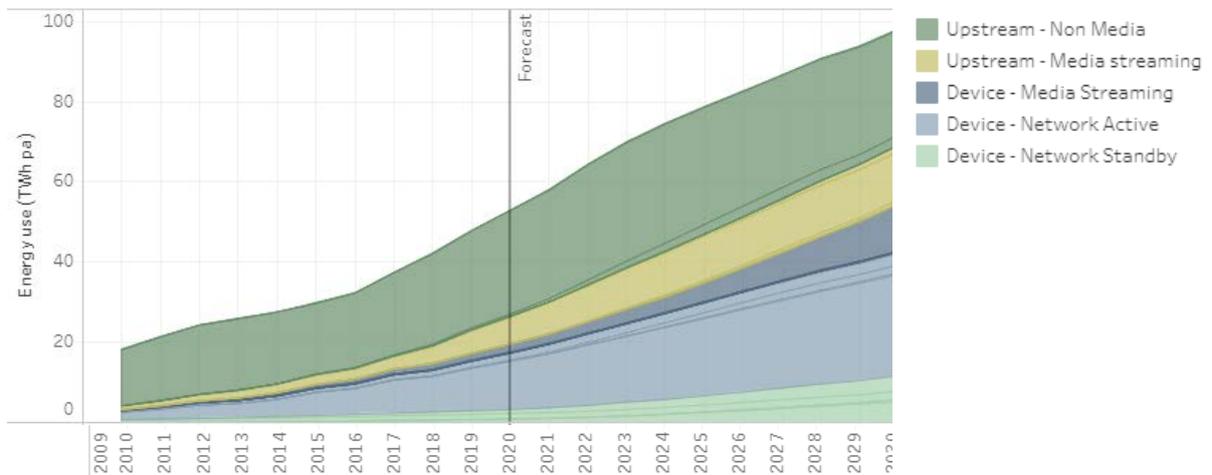
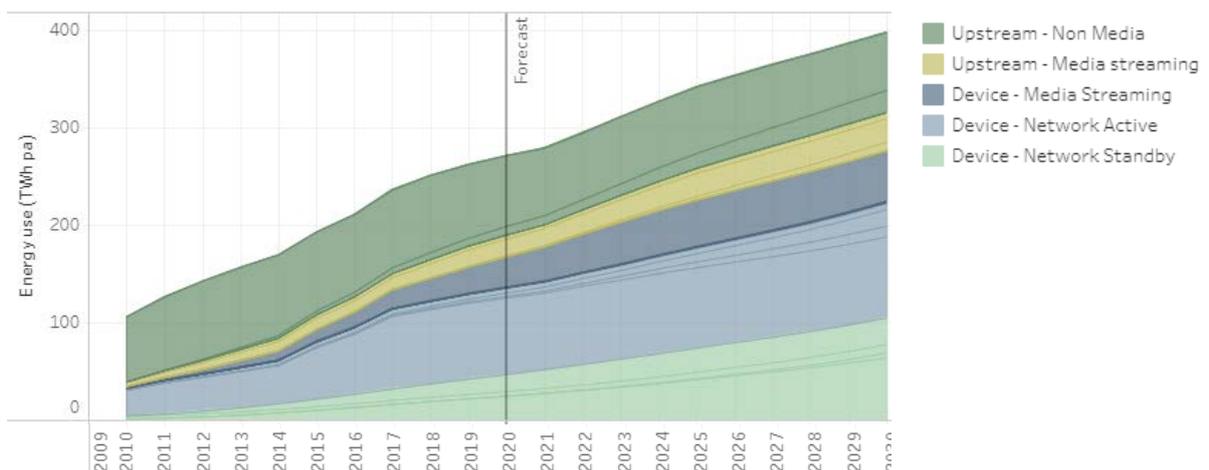


Abbildung 12: Energieverbräuche netzwerkverbundener Geräte im Fernen Osten und China [EDNA, 2021j].



Die Entwicklung und Modellierung des TEM hängt in hohem Maße von Energieverbrauchsdaten ab, die im Laufe der Zeit für eine Vielzahl von Produkten gesammelt wurden. Dies wird im nächsten Abschnitt beschrieben, wobei der Schwerpunkt auf dem EDNA Projekt Basket of Products Testing liegt.

5.2. Basket of Products Testing

In dem laufenden Projekt **Basket of Products Testing** stehen die Messungen und Untersuchungen der Energieverbräuche elektronischer Geräte im Mittelpunkt, um richtungweisende Anhaltspunkte für die Entwicklung von Regulierungen für Energieeffizienz und Energieverbräuche abzuleiten. Regelmäßig wird der Energieverbrauch von Geräten verschiedener Produktkategorien anhand einer von EDNA entwickelten und standardisierten Messanleitung in unterschiedlichen Betriebszuständen gemessen, wobei vor allem auf Verbräuche im Network-Standby fokussiert wird. Immer mehr Geräte sind permanent mit einem Kommunikationsnetzwerk verbunden, und können mittels eines Auslösers (z. B. durch einen Sensor, der einen bestimmten Zustand – etwa den Feuchtigkeitsgrad – misst, oder durch

die aktive Bestätigung eines Schalters) von einem inaktiven in den aktiven Betriebszustand versetzt werden. Durch die steigende Zahl netzwerkverbundener Geräte und ihrem Einsatz in Haushalten werden Verbräuche im Network-Standby künftig steigen, wie auch in Abbildung 9 ersichtlich ist.

Im Berichtszeitraum untersuchte ECO den **Netzwerk-Standby-Stromverbrauch von ausgewählten Produkten in österreichischen Haushalten**. Dazu wurden Leistungsmessungen durchgeführt und die Ergebnisse mit den regulatorischen Anforderungen der EU-Ökodesign-Richtlinie für Netzwerk-Standby verglichen. In die Untersuchung aufgenommen wurden Modems, Spielekonsolen, Netzwerkdrucker, Home Gateways, intelligente Leuchten, intelligente Stecker und Heim(audio)-assistenten. Ziel der Verbrauchsmessungen war, sowohl Optimierungspotential auf Policy-Ebene als auch Produktverbesserungen abzuleiten. Auf der Grundlage der Ergebnisse wurde ein Leitfaden für das Design von netzwerkverbundenen Geräten mit reduziertem Standby-Energieverbrauch entwickelt.

Die Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EC der Europäischen Kommission zielt auf die Regulierung von energieverbrauchsrelevanten Geräten ab, indem Grenzwerte und Kennzeichnungspflichten für insgesamt 27 Produktkategorien wie Leuchten, Haushaltskühlgeräte, Fernseher, etc. festgelegt sind. Die Ökodesign-Anforderungen sind verpflichtend für alle Geräte jener Produktkategorien, die auf dem europäischen Markt verkauft werden, und stellen somit ein wirksames Instrument für die Förderung von gerätebezogener Energieeffizienz dar.²¹ Entsprechend des technischen Fortschritts und der Markteinführung immer energieeffizienterer Geräte werden die Anforderungen der Ökodesign-Richtlinie stetig aktualisiert und verschärft, wie zuletzt im März 2021 für einige Produktkategorien geschehen.²²

In Bezug auf die durchgeführten Messungen und die untersuchten Geräte ist die europäische Verordnung (EU) Nr. 801/2013 relevant, die 2013 eingeführt und seitdem zweimal angepasst wurde, indem die zugelassenen gerätespezifischen Schwellenwerte der Leistungsaufnahme reduziert wurden. Die Verordnung änderte sowohl die bestehende Verordnung (EU) Nr. 1275/2008 in Hinblick auf die Ökodesign-Anforderungen an den Stromverbrauch elektrischer und elektronischer *Haushalts- und Bürogeräte* im Bereitschafts- und im Aus-Zustand, als auch die bestehende Verordnung (EU) Nr. 642/2009 in Hinblick auf die Ökodesign-Anforderungen an *Fernsehgeräte* (Europäische Kommission, 2014). Die in der Verordnung (EU) Nr. 801/2013 enthaltenen Anforderungen richten sich nach dem „Grad der Netzwerk-Verfügbarkeit“, also der Fähigkeit des Geräts, die Funktionen nach einem ferngesteuerten Auslöser innerhalb des Kommunikationsnetzwerks wieder aufzunehmen (ebd.). Folgende Arten der Netzwerkverfügbarkeit von Geräten werden in der Verordnung berücksichtigt:

- **Vernetzte Geräte mit hoher Netzwerkverfügbarkeit**, oder "HiNA-Geräte": Geräte, deren Hauptfunktion darin besteht, den Netzwerk-Datenverkehr zu verarbeiten, darunter Router, Netzwerk-Schalter, Drahtlos-Netzzugangspunkte, Hubs und Modems, sowie VoIP- und Videotelefone. Diese Geräte sind in der Regel in der Lage, ihre Hauptfunktion innerhalb kürzester Zeit, oft wenige Millisekunden, wieder aufzunehmen, indem sie unmittelbar auf eingehende Daten reagieren.

²¹ https://ec.europa.eu/growth/single-market/european-standards/harmonised-standards/ecodesign_en

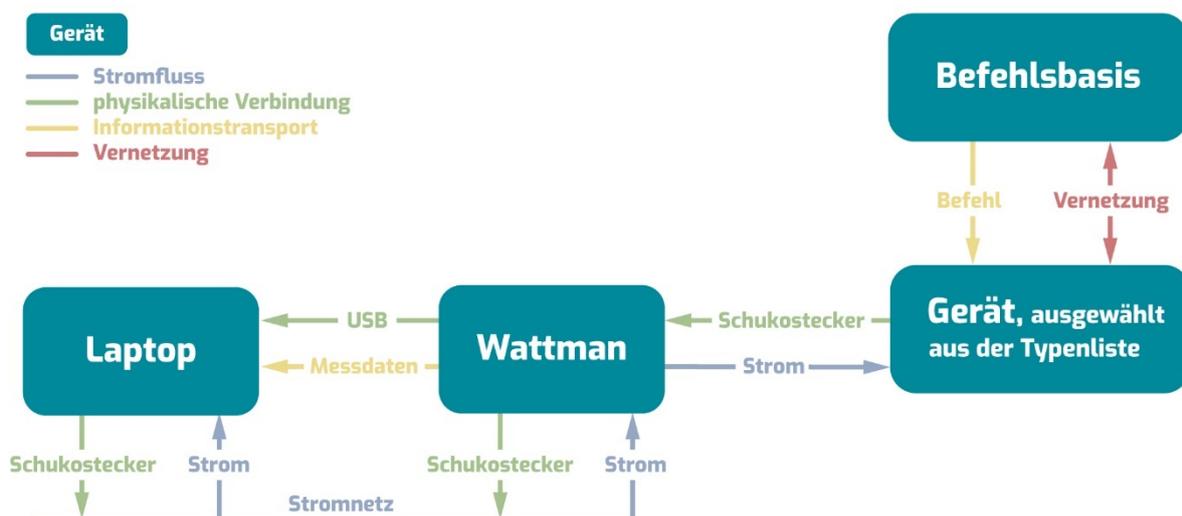
²² Für 10 Produktkategorien wurden unter anderem zu Verbrauchsgrenzwerten und Effizienzklassen, sowie zur Verbraucherzeichnung (Energie label) neue Anforderungen eingeführt, s. auch: https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/energy-label-and-ecodesign/energy-efficient-products_de

- **Vernetzte Geräte mit Funktionen hoher Netzwerk-Verfügbarkeit**, oder „Geräte mit HiNA-Funktion“: Geräte, welche die *Funktion* eines Routers, Netzwerk-Schalters, Drahtlos-Netzzugangspunktes, oder einer Kombination davon beinhalten, aber keine HiNA-Geräte sind.
- **Geräte ohne HiNA-Funktion**: alle anderen netzwerkverbundenen Geräte (auch als "Low Network Availability" oder "LoNA-Geräte" bezeichnet).

Für diese Geräte beinhaltet die Ökodesign-Verordnung EU 801/2013 Anforderungen bezüglich der maximalen Leistungsaufnahme im Network-Standby; seit dem 1. Januar 2017 darf die Leistungsaufnahme von HiNA-Geräten und Geräten mit HiNA-Funktion im vernetzten Bereitschaftsbetrieb 8W nicht überschreiten. Der vorige Schwellenwert, der seit dem 1. Januar 2015 gültig war, sah eine maximale Leistungsaufnahme im vernetzten Bereitschaftsbetrieb von 12W vor. Eine weitere in den Messungen berücksichtigte Regulierung ist die Verordnung (EU) Nr. 1194/2012, die Energieeffizienzanforderungen für Lampen und Leuchten festlegt. Diese schreibt ab dem 1. September 2016 eine maximale Bereitschaftsleistung eines Betriebsgeräts für Lampen von 0,5W vor; zuvor galt ab dem 1. September 2014 ein Schwellenwert von 1W (Europäische Kommission, 2021). **Die durchgeführten Verbrauchsmessungen zielten unter anderem darauf ab, die Einhaltung der gerätespezifischen Grenzwerte der EU-Ökodesign-Richtlinien zu prüfen.**

Dazu wurde eine Reihe an netzwerkverbundenen Geräten ausgewählt, die in österreichischen Haushalten vorhanden sind. Für sieben Produktkategorien wurden mindestens zwei Produktmodelle und damit insgesamt 33 verschiedene Haushaltsprodukte gemessen: Modem mit Router/Switch-Funktion (3), Netzwerkdrucker (3), Spielekonsolen (3), Home Gateways (6), Smart Lights (8), Smart Plugs (8) und Home (Audio)-Assistenten (2). Die Messungen des Stromverbrauchs wurden mit einem Leistungsmessgerät (Wattmeter) Modell "Wattman HPM 100A" durchgeführt. Die Geräte wurden an das Leistungsmessgerät angeschlossen, um alle 5 Sekunden deren Stromverbrauch über die gesamte Messdauer von 2 Stunden zu messen. Über das an das Stromnetz angeschlossene Leistungsmessgerät wurde das angeschlossene Geräte mit Strom versorgt. Das Leistungsmessgerät war außerdem über USB mit einem Computer verbunden, wo die Daten der Messungen aufgezeichnet wurden. Abbildung 13 zeigt den beschriebenen Messaufbau.

Abbildung 13: Prinzipskizze des Messaufbaus [adaptiert nach Dangl, 2019].



Die gemessenen Produkte befanden sich zu Beginn der Messungen im aktiven Modus. Das Umschalten vom aktiven Betriebsmodus in Betriebszustände mit geringer Leistung (darunter Network-Standby) wurde in den Messdaten aufgezeichnet. Die Messdaten wurden anschließend mit den in Verordnungen angesetzten Schwellenwerten für die jeweiligen Geräte verglichen.

Am Beispiel von Modems und Smart Lights (Smarte Leuchten) sollen die Messergebnisse und die daraus identifizierten Optimierungspotentiale näher erläutert werden.

Modems

Modems sind "HiNA"-Geräte zum Aufbau eines oder verschiedener Kommunikationsnetzwerke, welche Signale über ein drahtgebundenes Netzwerk übertragen und empfangen. Manche Modems haben *Router*-Funktionen, mit denen sie eine Wi-Fi Funkblase zur kabellosen Datenübertragung erstellen können. Mit eingebauten *Switches* ermöglichen Modems auch den Aufbau einer kabelgebundenen Netzwerkverbindung zwischen dem Endgerät und dem Internet, z. B. über ein Ethernet-Netzwerk.

Messergebnisse

Insgesamt wurden drei Modems mit Router- und Switch-Funktionen von je drei verschiedenen Herstellern gemessen. Dabei zeigte sich, dass das älteste Modem aus dem Jahr 2013 am energieeffizientesten ist und alle berücksichtigten Schwellenwerte der Ökodesign-Richtlinie (8W, 12W) einhielt. Neuere Modems aus dem Jahr 2017 und 2018 überstiegen hingegen den Grenzwert von 8W.

Abgeleitetes Optimierungspotential

Auf Produktebene könnte ein mögliches Optimierungspotential darin bestehen, die Geräte in den Standby-Modus zu schalten, wenn die Hauptfunktion – der Aufbau eines Netzwerks – nicht benötigt wird. Dies könnte dadurch erkannt werden, wenn weder die Router- noch die Switch-Funktion aktiv sind und so kein lokales Netzwerk besteht bzw. benötigt wird.

Eine weitere Möglichkeit für die Überführung des Geräts in den Standby-Modus ist die Integrierung eines Timers, sobald von einer längeren Inaktivität auszugehen ist (z. B. zwischen nachts zwischen 23:00 und 06:00 Uhr). Im Bedarfsfall kann das Modem dann mit einem Taster physisch wieder aktiviert werden.

Smarte Leuchten

Eine intelligente Glühbirne wird in eine Lampe geschraubt und durch die Lampe an das Stromnetz angeschlossen. Diese intelligenten Glühbirnen (LED – Light Emitting Diode) sind drahtlos mit einem Netzwerk verbunden und können z. B. über eine Smartphone-App auf diese Weise gesteuert werden, z. B. ein- oder ausschalten, dimmen oder die Farbe des Lichts ändern. Da die Steuerung und Reaktivierung ausschließlich über das Netzwerk gehen, befinden sich smarte Leuchten unmittelbar im Network-Standby, sobald sie ausgeschaltet sind (also nicht leuchten). Wenn es kein Netzwerksignal gibt, wartet die Lampe auf weitere Reaktivierungssignale aus anderen Netzwerken, um sich mit einem Netzwerk zu verbinden.

Messergebnisse

Insgesamt wurden acht smarte Leuchten in den Messungen berücksichtigt. Bis auf eine Ausnahme erfüllten alle gemessenen Modelle die veralteten Ecodesign-Grenzwerte von 2014; nur drei Modelle erfüllten die Grenzwerte von 2016. Bei den Verbrauchsunterschieden konnte ein Einfluss der

Netzwerkverbindungsart auf die Standby-Leistung erkannt werden; so zeigten Leuchtmittel, die über ZigBee und Wi-Fi verbunden waren, die geringsten Verbräuche.

Abgeleitetes Optimierungspotential

Eine mögliche Verbesserung für smarte Leuchten könnte sein, dass diese nach einer kurzen Zeitspanne in einen Energiesparmodus wechseln, indem das Netzwerkmodul deaktiviert wird, wenn kein anderes Gerät mit der smarten Leuchte verbunden ist. Ein integrierter Timer könnte die smarte Leuchte regelmäßig wieder aktivieren und versuchen, eine Verbindung herzustellen. Ist keine Verbindung mit dem Netzwerk möglich, schaltet die Leuchte wieder in den Standby-Modus.

Bezüglich der Verbesserungspotentiale auf Policy-Ebene sollten strengere Grenzwerte für den Energieverbrauch im Betrieb ohne die Ausführung der Hauptfunktion (Licht erzeugen) eingeführt werden, da diese bereits von einigen erhältlichen Leuchtmitteln unterschritten werden.

5.3. Task C – Policies for Connected Devices

Der Task C, der im Juni 2020 abgeschlossen wurde, gibt einen Überblick über weltweit bestehende Regulierungen für verbundene Geräte mit Fokus aus den privaten Haushaltsbereich und spricht auf dieser Grundlage Empfehlungen für politische Entscheidungsträger:innen aus, um energieeffiziente Digitalisierungsstrategien und -maßnahmen zu entwickeln und umzusetzen. Task C bestand aus drei aufeinander aufbauenden Sub-Tasks, deren Ergebnisse im Folgenden jeweils knapp zusammengefasst werden. Eine vollständige Übersicht zu den Ergebnissen lassen sich aus den jeweils veröffentlichten Berichten entnehmen.

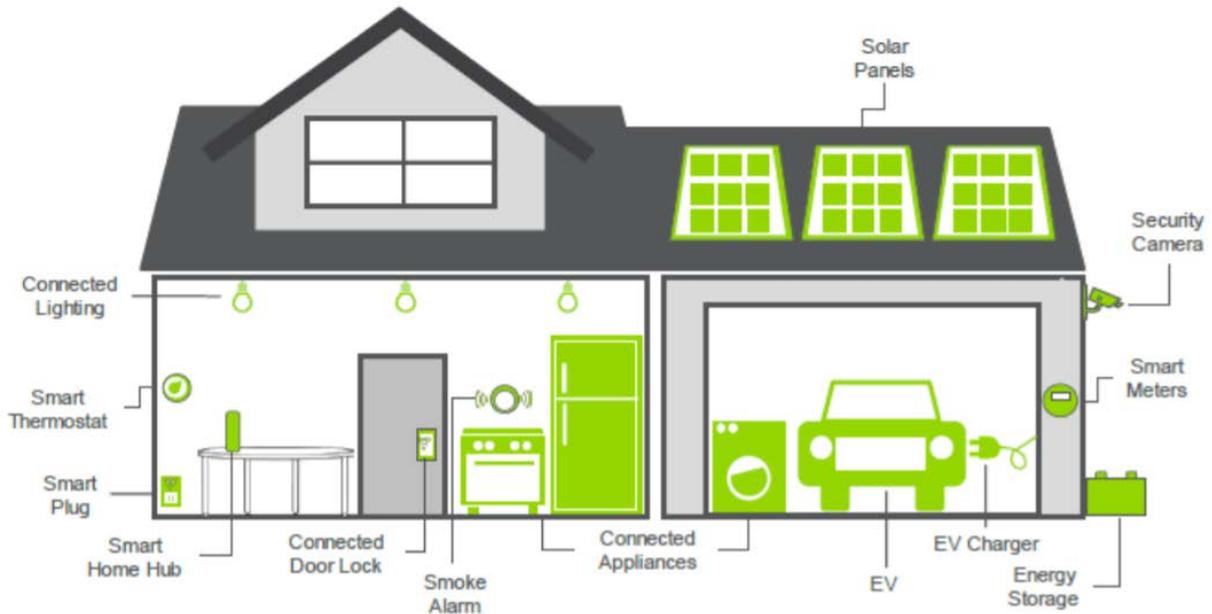
Task C.1 – Policies for Smart Ready Devices zielt auf die Untersuchung von Regulierungsmaßnahmen für smarte Geräte ab, die mittels Lastmanagement energieeffizient betrieben werden. Das Ziel des zum Task C.1 zugehörigen EDNA-Berichts ist es, politische Empfehlungen für die Förderung der Entwicklung intelligenter, energiesparender Verbrauchergeräte bereitzustellen.

Obwohl die „Versmartung“ voranschreitet, sind smarte Geräte oft nicht energieeffizient bzw. werden nicht energieeffizient genutzt, obwohl die mögliche Steuerung über ein Netzwerk große Einsparpotentiale bietet. Ziel soll sein, dass diese Effizienzpotentiale ausgeschöpft werden, und nicht, dass smarte Geräte aufgrund von zusätzlichen Funktionalitäten einen noch höheren Verbrauch aufweisen. Als smart *und* energieeffizient bezeichnet EDNA daher netzwerkverbundene Produkte, die nach Eingang und Verarbeitung von Daten Maßnahmen zum Zweck einer oder mehrerer der folgenden Aufgaben ergreifen können:

- Statusmeldung (*status reporting*) – Nutzer:innen werden z. B. zu einer erforderlichen Wartung, den Betriebsmodus, oder den aktuellen Verbrauch informiert,
- Flexibles Lastmanagement (*demand flexibility*) – Änderungen des Energiebedarfs gegenüber dem normalen Verbrauchsverhalten als Reaktion auf veränderte Marktbedingungen, insbesondere hinsichtlich Änderungen des Strompreises,
- Intelligente Effizienz (*intelligent efficiency*) – ermöglicht dem Gerät, auf wechselnde Umgebungsbedingungen zu reagieren, um maximale Energie einzusparen.

Vor allem netzwerkverbundene Geräte, die mit einem „Smart Home“ assoziiert werden, wie smarte Leuchten, Klimaausstattung, etc. (s. Abbildung 14) gehören zu jenen Produkten mit einer hohen Hebelwirkung für Energieeinsparungen und werden daher im Bericht berücksichtigt.

Abbildung 14: Skizze eines Smart Homes und eingesetzten smarten Geräten [EDNA, 2020b].



Die größten wirtschaftlichen und energieeffizienzbezogenen Potentiale bieten jene Geräte, die eine hohe Flexibilität hinsichtlich ihres Energiebedarfs aufweisen, sowie den größten Kundennutzen bieten. Verschiedene Geräte wurden hinsichtlich dieser beiden Kriterien bewertet und eine Prioritätsliste erstellt. Vor allem für Kühlgeräte, Warmwasseraufbereiter und Thermostate wurde ein großes Potential abgeleitet, wohingegen Wasch- und Spülmaschinen und Trockner ein geringes Potential aufweisen. Für jede Produktkategorie wurden bestehende Regulierungen und Standards untersucht, ob diese bereits die Fähigkeiten von Geräten zu Statusmeldung, flexiblem Lastmanagement und/oder intelligente Effizienz abdecken. Es gibt bereits Produktrichtlinien, die intelligente, energiesparende Geräte fördern, wie z.B. die ENERGY STAR® Kriterien für vernetzte Geräte, das deutsche Wärmepumpenlabel "Smart Grid Ready" sowie das australische Demand-Response-Label. Ebenso gibt es eine Reihe von Maßnahmen, die zur Förderung intelligenter, energiesparender Geräte eingesetzt werden könnten, wie z. B. die Vorgabe bestimmter Funktionalitäten (z.B. für alle Geräte oder nur für Geräte mit Internetanschluss), Verbraucher-kennzeichnungen (z.B. das US-amerikanische Label ENERGY STAR ENERGY STAR® *connected criteria*), finanzielle Anreize und freiwillige Vereinbarungen für die Industrie.

Smart Grid Ready Wärmepumpen Label (Deutschland)²³

Die wichtigsten Beobachtungen für politische Entscheidungsträger:innen aus dem Bericht sind:

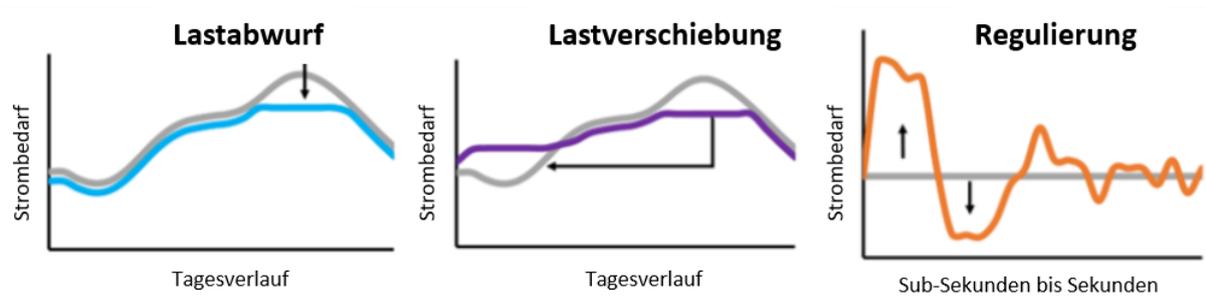
- **Kommunikationsprotokolle** spielen eine Schlüsselrolle: Für ein vollständig interoperables, vernetztes System müssen die Geräte "dieselbe Sprache sprechen", was bedeutet, dass sie offene Kommunikationsprotokolle verwenden sollten.
- Die Verbraucher:innen legen Wert auf **Datenschutz und Sicherheit**: Wenn Verbraucherdaten kompromittiert oder missbraucht werden, verlieren Nutzer:innen das Vertrauen in intelligente, energiesparende Geräte. Daher ist eine umfassende Aufklärung darüber nötig, wie Verbraucherdaten gespeichert, abgerufen und genutzt werden. Es gibt verschiedene Richtlinien und Cybersicherheitsprotokolle, die helfen können, Geräte zu sichern und Daten zu schützen (z. B. den Cybersecurity Standard für IoT-Endkundengeräte des Europäischen Instituts für Telekommunikationsnormen).
- Die **Benutzerfreundlichkeit** der Geräte ist wichtig: Intelligente, energiesparende Geräte sollten einfach einzurichten und zu benutzen sein. Verbraucher:innen müssen auch die Möglichkeit haben, autonome Gerätefunktionen außer Kraft zu setzen, wenn sie dies wünschen.
- Die Verbindung von Geräten mit dem Internet kann energieverschwendend sein: Die Gesamtenergie, die von Milliarden von Geräten verbraucht wird, um mit dem Internet verbunden zu bleiben, kann beträchtlich sein. Ein Teil dieser Energie wird oft für den Betrieb im "**Netzwerk-Standby-Modus**" verwendet. Diese **Energieverschwendung** zu reduzieren oder zu eliminieren und die ordnungsgemäße Funktionalität der Geräte zu erhalten, ist Gegenstand bestehender und kommender Vorschriften.
- **Testmethoden** sind erforderlich: Es werden Testmethoden benötigt, um zu beweisen, dass intelligente, energiesparende Geräte tatsächlich Energie sparen und dem Netzanbieter ein flexibles Lastmanagement bieten können.

Auf Grundlage der Ergebnisse wurde in **Task C.2 – Roadmap for Consumer Devices to Participate in Demand Flexibility** ein Strategieplan erarbeitet, um die Energieeffizienz von netzwerkverbundenen Geräten mittels Lastmanagement zu verbessern. *Demand Flexibility* oder flexibles Lastmanagement ist ein relativ neues Konzept und bedeutet, dass Lasten als Reaktion auf den Echtzeitbedarf des Stromnetzes abgeworfen, verschoben oder reguliert werden:

- **Lastabwurf**: Reduzierung des Energiebedarfs als Reaktion auf einen Bedarfshöhepunkt oder einen Ausnahmezustand (s. Abbildung 15, links)
- **Lastverschiebung**: Zeitliche Verschiebung des Energiebedarfs, um Bedarfshöhepunkte zu umgehen oder um günstige Erzeugerpreise zu kaufen (s. Abbildung 15, mittel)
- **Regulierung**: Ausgleich von Energieversorgung und -nachfrage, um kurzfristige Dienstleistungen wie Frequenzregelungen anzubieten (s. Abbildung 15, rechts).

²³ <https://www.waermepumpe.de/normen-technik/sg-ready/>

Abbildung 15: Profile für flexibles Lastmanagement [EDNA, 2020c].



Insgesamt 23 Länder in den Regionen Europa und Nordamerika, sowie im Asiatisch-Pazifischen Raum wurden auf den Stand hinsichtlich des Stands flexibler Laststeuerung untersucht. Alle Länder wiesen Fortschritte bezüglich der Umsetzung, Entwicklung oder Erforschung des Potenzials flexiblen Lastmanagements auf; eine weite Verbreitung von flexibler Laststeuerung im privaten Haushaltssektor konnte jedoch in keinem Land identifiziert werden.

Europa führt derzeit den globalen Markt bei der Nachfrage nach flexiblen Kapazitäten an, wobei es große länderspezifische Unterschiede gibt. Mit der Veröffentlichung der Richtlinie und der Verordnung über gemeinsame Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt (EU) 2019/944 als Teil des Maßnahmenpakets "Saubere Energie für alle Europäer"²⁴, das zur Erreichung der Ziele im Bereich der erneuerbaren Energien beitragen soll, hat die Europäische Kommission einen wichtigen Schritt in Richtung einer umfassenden Nachfrageflexibilität gemacht.

Jüngste Bestrebungen zur Deregulierung der Strommärkte sind in Japan, Australien, Neuseeland und Singapur ein starker Treiber für das Wachstum von flexiblem Lastmanagement. Ein weiterer wichtiger Treiber für flexibles Lastmanagement im Privatkundenbereich ist die zunehmende Verbreitung von intelligenten Zählern (*smart meters*) und dezentralen Energieressourcen wie Photovoltaik und Energiespeichern. Für die Region Nordamerika zeigt sich ebenfalls ein wachsender Trend zu flexiblem Lastmanagement; es bestehen eine Vielzahl an Pilotprojekten, für deren Erweiterung auf größere Kapazitäten es jedoch noch weitere Anstrengungen braucht.

Auf Grundlage dieser Bewertung skizziert der Bericht einen Fahrplan für die Integration von Verbrauchergeräten in Systeme und Programme zum flexiblem Lastmanagement. Der Fahrplan sieht folgende Schritte vor:

- Vorbereitung
 - o Charakterisierung des aktuellen Stands der Technologie für erneuerbare Energien, Verbrauchergerätechnologien und Demand-Response-Märkte.
 - o Involvierung eines breiten Spektrums an Stakeholdern und Entwicklung einer Strategie zur Stakeholder-Einbindung.
- Vision
 - o Erarbeitung einer Vision für Energiemärkte, Smart Metering, Lastaggregation, Endverbrauchertechnologien und zugehörige Energiemanagementsysteme.
- Fahrplan
 - o Identifizierung der Herausforderungen, Barrieren und Infrastrukturbedürfnisse.
 - o Festlegung der kurz-, mittel- und langfristigen Ziele und Messgrößen.

²⁴ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/IP_19_1836

- Identifizierung der Initiativen und Schlüsselaktivitäten bezüglich Vorschriften, Anreizstrukturen, Pilotprogramme und F&E.
- Zuteilung von Ressourcen und Stakeholder-Einbindung für Schlüsselaktivitäten.
- Beobachtung und Überarbeitung
 - Messung des Fortschritts und Zielerreichung.
 - Neubewertung des Fahrplans und Überarbeitung.

Der letzte Sub-Task **Task C.3 – Digitalisation & IoT Strategies** untersucht verschiedene Digitalisierungsstrategien unterschiedlicher Nationen sowie der Europäischen Kommission dahingehend, inwiefern digitale Lösungen und IoT für eine verbesserte Energieeffizienz genutzt werden. Die Ergebnisse dieses Tasks liegen in Form eines Berichts vor.

Die digitale Transformation unserer Gesellschaft beinhaltet den Übergang von einem industriellen Zeitalter, das durch analoge Technologien geprägt ist, zu einem Zeitalter der Information und des Wissens, das durch digitale Technologien und digitale Geschäftsinnovationen gekennzeichnet ist. In diesem Digitalisierungsprozess spielt die weite Verbreitung von IoT eine wichtige Rolle.

Abbildung 16: Elemente der Digitalisierung [adaptiert nach EDNA, 2020d].



Abbildung 17 zeigt eine schematische Übersicht der Schlüsselfaktoren für die Umsetzung von IoT- und Digitalisierungsstrategien. Ziel jener Strategien ist es, durch deren Umsetzung eine verbesserte Energieeffizienz zu erlangen.

Der Zweck des EDNA-Berichts ist es, politischen Entscheidungsträger:innen Leitlinien für die Entwicklung von Strategien zur Förderung des Internets der Dinge (IoT) und/oder der Digitalisierung an die Hand zu geben, jedoch mit besonderem Schwerpunkt auf deren potenziellen Energiesparanwendungen. Ein digitalisiertes Energiesystem kann mittels IoT und anderen verbundenen Geräten einen Beitrag sowohl zum flexiblen Lastmanagement des Energienetzes als auch zur "intelligenten Effizienz" bei der Menge und der Form der Energienutzung ermöglichen.

Der Bericht erläutert für vier Faktoren: Rolle der Regierung und Stakeholder, spezifische Ziele, Herausforderungen und Aktionen möglicher Zugänge und wie diese bereits in den einzelnen nationalen Strategien umgesetzt werden.

Einige Strategien, darunter die *Digital Roadmap Austria*²⁵, betonen klar das Ziel, durch eine verbreitete Digitalisierung zu mehr Energieeffizienz beizutragen. Um bestehende Strategien dahingehend zu verbessern bzw. neue zu entwickeln, werden folgende Charakteristika identifiziert und im Bericht erläutert:

²⁵ <https://www.digitalroadmap.gv.at/>

Abbildung 17: Schlüsselfaktoren einer IoT- und Digitalisierungsstrategie [EDNA, 2020d].



Weiterhin unterstützt der Bericht politische Entscheidungsträger:innen mit einer Methodik für die Entwicklung und Umsetzung einer IoT- und Digitalisierungsstrategie, die im Wesentlichen auf drei aufeinander folgenden Prozessschritten beruht (s. Abbildung 18).

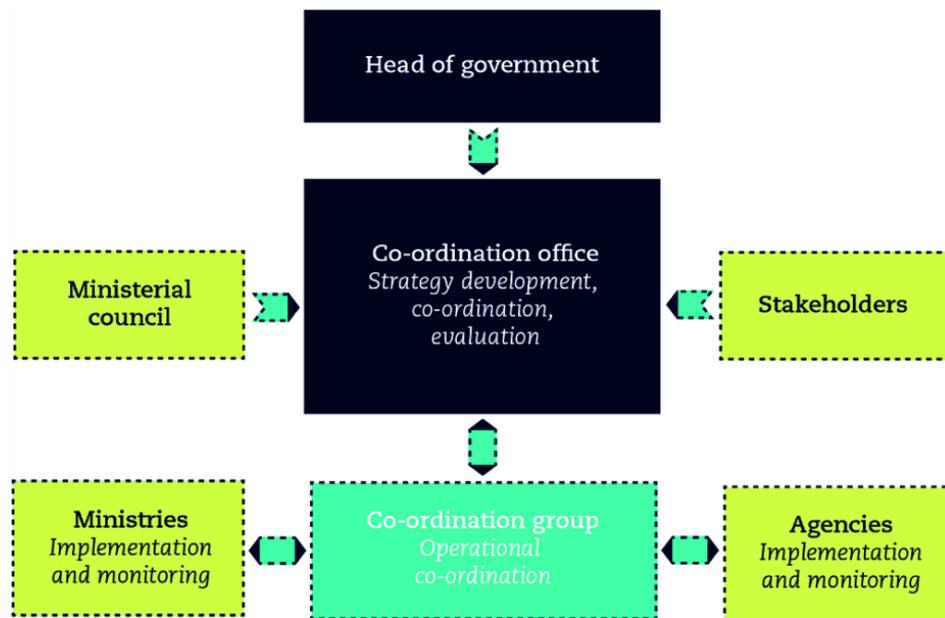
Abbildung 18: Umsetzung einer IoT- und Digitalisierungsstrategie [EDNA, 2020d].



Aus dem Task gehen folgende wichtige Erkenntnisse für politische Entscheidungsträger:innen hervor:

- Das Internet der Dinge (IoT) und die Digitalisierung sind komplexe Entwicklungen, die verschiedene Ziele verfolgen. Daher sind übergreifende Strategien erforderlich, um z. B. ein breites Spektrum von Akteuren zusammenzubringen und die Chancen und Vorteile dieser Entwicklungen zu nutzen (s. Abbildung 19).
- Regierungen sollten bei der Strategieentwicklung im Digitalisierungsbereich federführend sein, wobei die IoT- und Digitalisierungsstrategien auf Nachfrageflexibilität und intelligente Effizienz fokussieren sollten.

Abbildung 19: Übergreifendes Arbeiten zur Umsetzung einer IoT- und Digitalisierungsstrategie [EDNA, 2020d].

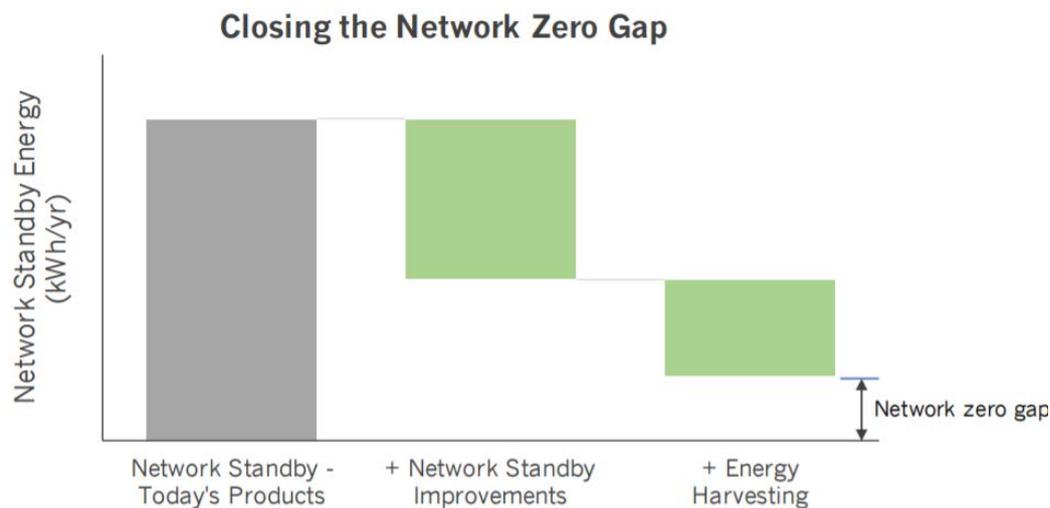


- Es ist von Vorteil, eine oder mehrere eigenständige Strategien für Energieanwendungen zu entwickeln. Eine wirksame Strategie sollte auch Themen wie F&E, Infrastrukturentwicklung, Interoperabilitätsnormen, Maßnahmen zur Cybersicherheit und zum Schutz der Privatsphäre sowie die Verbesserung der "digitalen Kompetenz" behandeln.
- Eine Strategie sollte klare Ziele und messbare Ergebnisse haben. Gleichzeitig muss sie aber flexibel bleiben, um sich an Innovationen und die rasche technologische Entwicklung anpassen zu können, und über eingebaute Verfahren zur Überwachung und Überarbeitung verfügen.

5.4. Network Zero Innovation Challenge

Die **Network Zero Innovation Challenge** ist eine von EDNA initiierte Herausforderung für die Industrie zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Verringerung der Network Standby Energieverbräuche, die darauf abzielt, bis 2030 nur noch „Network Zero Devices“ auf den Markt zu bringen. Dabei handelt es sich um verbundene Geräte, die **keine** Netzstromversorgung **für eine Netzwerkverbindung im Standby-Modus** benötigen. Durch eine optimierte Energieeffizienz des Gerätes vor allem in Netzwerk-Standby, den Einsatz von Energy Harvesting Technologien (EHT) und Energiespeichermöglichkeiten soll die Schließung der Network Zero Lücke ermöglicht werden:

Abbildung 20: Network Zero Gap [EDNA, 2019c].



EDNA hat die technische und wirtschaftliche Machbarkeit von Network Zero in einer 2019 veröffentlichten Studie anhand von drei Produkten untersucht (Task 10)²⁶: Mini-Split-Klimageräte, intelligente Lautsprecher und smarte Leuchten. Diese wurden hinsichtlich der drei vorgeschlagenen Network Zero Device Strategien – verbesserte Network Standby Effizienz, Nutzung bestehender EHT sowie Energiespeicherlösungen – untersucht.

Die Erzeugung und Speicherung von genügend Energie auf Geräteebene zur Unterstützung der Netzwerk-Standby-Funktionalität ist mit den heutigen Technologien grundsätzlich möglich, erfordert für eine marktfähige und weite Verbreitung aber noch Forschungs- und Entwicklungsarbeit. Produkte im Außenbereich, wie z. B. Mini-Split-Klima-Systeme könnten durch EHT bereits ausreichend Energie zur Deckung des Standby-Energiebedarfs gewinnen. Bei Produkten, die ausschließlich in Innenräumen eingesetzt werden, hängt dies stärker von den Umgebungsbedingungen (z. B. helles Licht) ab, die von Nutzer:innen bestimmt werden.

Die Studien legen nahe, dass das Hinzufügen eines Speichers zu EHT nicht zur gesamten Schließung der Network Zero Lücke beiträgt, da es für EHT noch nicht machbar ist, überschüssige Energie zu ernten, um sie für eine spätere Verwendung zu speichern und gleichzeitig die Network-Standby-Funktion zu betreiben (zumindest nicht in einer Innenraumumgebung). Darüber hinaus erschwert der Einsatz von

²⁶ <https://www.iea-4e.org/edna/tasks/task-10-network-zero-devices/>

energiespeichernden Batterien den Ausgleich der Network-Standby-Energie, wodurch ein Teil der geernteten Energie verschwendet wird.

Die Reduzierung des Standby-Strombedarfs des Netzwerks erweist sich als der größte Faktor, der die Machbarkeit von Network Zero bestimmt. Die Umgebungsbedingungen in Innenräumen (Umgebungslicht, Temperatur usw.) spielen ebenfalls eine wichtige Rolle, wenn EHT eingesetzt wird, aber Network Zero ist nahezu unmöglich, wenn nicht zuvor die Leistungsaufnahme der Network-Standby-Funktionalität auf einige zehn Milliwatt reduziert wird. Die Network Zero Gap für die untersuchten Produkte im Innenbereich kann in der Größenordnung von 1 bis 10 Kilowattstunden pro Jahr liegen - im Grunde unüberwindbar mit der aktuellen EHT - es sei denn, die Netzwerkschnittstellen können in ihren niedrigsten Leistungszustand versetzt werden. Produkte mit direktem Zugang zur Sonneneinstrahlung, wie z. B. Split-Klima-Geräte, können Network Zero leichter erreichen, obwohl die Reduzierung des Standby-Strombedarfs des Netzes immer noch ein wichtiger Teil der Strategie ist.

Die Ausweitung von Network Zero ist aufgrund der hohen Kosten und des geringen Wirkungsgrades der meisten EHT noch nicht wirtschaftlich. Obwohl sich dieser Zustand mit zunehmender Marktreife von verschiedenen EHTs ändern kann, betont das Network Zero Konzept die Verringerung des Netzwerk-Standby-Verbrauchs. Erst, wenn kostengünstige und energieeffiziente Maßnahmen vollständig implementiert sind, bietet sich EHT an (EDNA, 2019c).

Im Rahmen des Executive Committee Meetings in Brüssel wurde im November 2019 ein Expert:innen-Workshop zu NZIC abgehalten. Ein Konzeptpapier zu NZIC wurde für die Delegierten für interne regulative Kontexte und Prozesse vorbereitet.

6 Vernetzung und Ergebnistransfer

Das Ziel von EDNA ist das Entwickeln und Untersuchen von Regulatorien für elektronische Endgeräte, um langfristig deren Energieeffizienz zu verbessern und somit zu Energieeinsparungen und der damit verbundenen Klimaziele beizutragen. Die Ergebnisse richten sich in erster Linie an *politische Entscheidungsträger:innen*, die auf Grundlage der ausgesprochenen Empfehlungen entsprechende Effizienzmaßnahmen umsetzen können. Weitere wichtige Zielgruppen stellen die *Industrie* sowie *Forschung & Entwicklung* dar, die durch ihre technische Expertise die Produktentwicklung und die Energieperformance von elektronischen Geräten verbessern können.

Abbildung 3 zeigt, dass die Stakeholder-Einbindung eine wesentliche Säule in der Arbeitsweise von EDNA darstellt. Vor allem, wenn technische und marktbezogene Untersuchungen erforderlich sind, findet ein Austausch zwischen EDNA und Stakeholdern aus Industrie und F&E statt, um produktspezifische Analysen mit fundierten Daten durchzuführen. Bei der Erforschung bestehender Regulatorien und Richtlinien werden auch Behörden sowie Norm- und Standardisierungsinitiativen (z. B. ENERGY STAR der US-amerikanischen Umweltschutzbehörde) eingebunden.

Neben der Stakeholder-Einbindung während der Projektaktivitäten werden auch im Anschluss der Aktivitäten die Ergebnisse an Stakeholdergruppen kommuniziert und somit eine enge Vernetzung aufrechterhalten. Zu den wichtigsten Disseminationskanälen gehören Publikationen (vor allem Berichte, Policy Briefs, etc.) sowie Konferenzen, die jedoch im Zuge der Covid-19 Pandemie digital veranstaltet wurden.

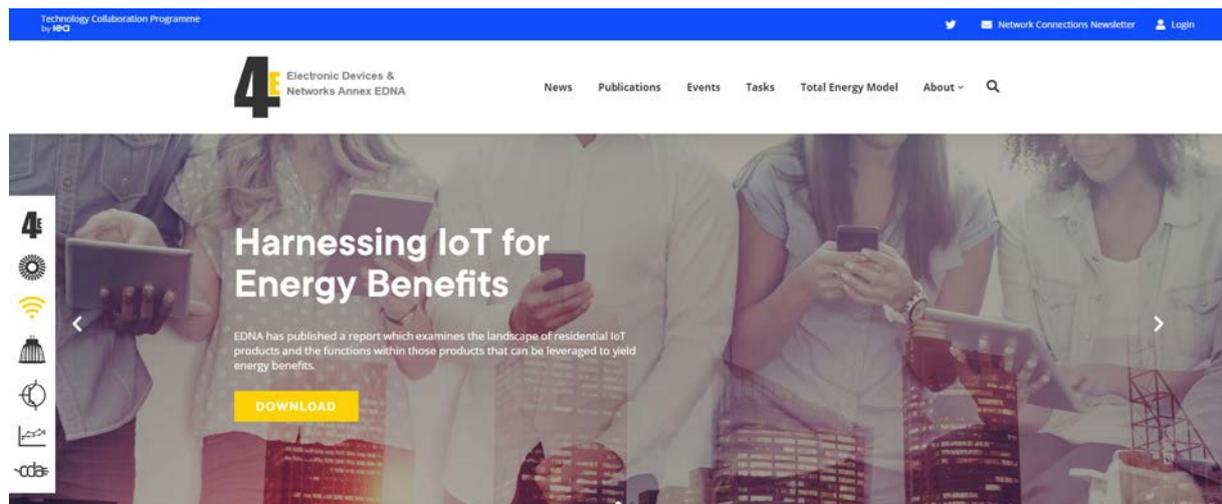
6.1. Publikationen

Aufgrund seines internationalen Charakters veröffentlicht EDNA ausschließlich englischsprachige Publikationen; ECO übermittelt anhand des vom BMK zur Verfügung gestellten Publikationsformulars regelmäßig deutschsprachige Informationen zu Projekten und Publikationen von EDNA. Diese werden dann auf der vom BMK verwalteten Website *Nachhaltig wirtschaften*²⁷ veröffentlicht, wodurch auch eine deutschsprachige Zielgruppe angesprochen wird. Darüber hinaus verweist die Website auf den offiziellen Webauftritt von EDNA. Die Webseiten der am 4E TCP beteiligten Annexe wurden Ende 2020 aktualisiert, und weisen ein modernes und nutzerfreundliches Benutzerinterface auf.²⁸ Abbildung 21 zeigt einen Ausschnitt der neuen EDNA Webseite.

²⁷ <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/>

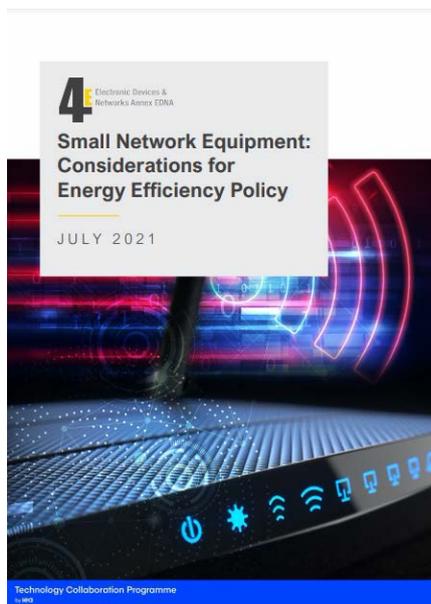
²⁸ <https://www.iea-4e.org/>

Abbildung 21: Ausschnitt der EDNA Webseite [EDNA 2021c].



Die Webseite informiert laufend über Projektinformationen, Tasks, Neuigkeiten sowie Veranstaltungen und stellt eine Plattform für Publikationen dar. Im Berichtszeitraum wurden insgesamt 14 Publikationen auf der Webseite veröffentlicht: In den **Berichten** sind detaillierte Informationen zu den erarbeiteten Tasks festgehalten. Die **Policy Briefs** fassen wichtige Projektergebnisse zusammen und enthalten Empfehlungen für relevante Stakeholder. Folgende Publikationen zu den im Bericht beschriebenen Tasks wurden im Berichtszeitraum (31.07.2019 – 30.06.2021) auf der Webseite²⁹ veröffentlicht:

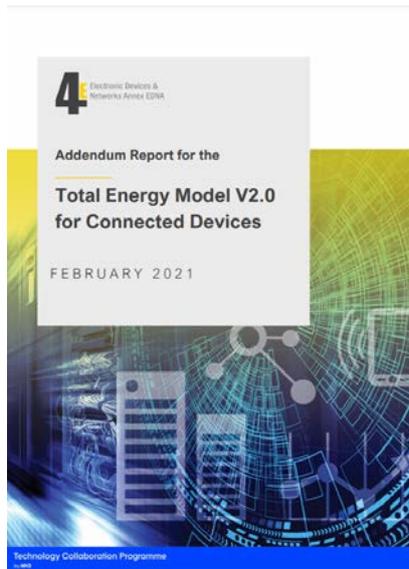
Berichte



Small Network Equipment: Considerations for Energy Efficiency Policy (Juli 2021)

Der Bericht bietet eine Grundlage für künftige politische Entscheidungen zur Verbesserung der Energieeffizienz von kleinen Netzwerkgeräten. Ausgehend von den Funktionen und Energieverbräuchen wurde ein Produktkategorisierungssystem für kleine Netzwerkgeräte geschaffen, auf dessen Grundlage Maßnahmen und Ansätze zur Verbesserung der Energieeffizienz im Bericht diskutiert werden.

²⁹ <https://www.iea-4e.org/edna/publications/>



Addendum Report for the Total Energy Model V2.0 for Connected Devices (Februar 2021)

Der Bericht stellt für die Nutzung des erweiterten TEMs ein wichtiges Begleitdokument dar, und informiert Nutzer:innen und Stakeholder über Ziele, Methodologie und ausgewählte Ergebnisse. Darüber hinaus enthält er Informationen zu den Aktualisierungen und Erweiterungen im Vergleich zum ersten Modell. Zusätzlich zum Bericht fand im April 2021 ein Webinar statt, um über das TEM zu informieren und so die Reichweite der Nutzer:innen zu vergrößern (s. 6.2 Veranstaltungen).

Neben dem TEM2.0 Bericht wurden im angegebenen Berichtszeitraum (01.07.2019 – bis 30.06.2021) weitere Berichte veröffentlicht:

- **Retrofitting Connectivity for Energy Benefits (Februar 2021)**

Ein Großteil der bestehenden Haushaltsgeräte ist noch nicht netzwerkverbunden. Das technische Nachrüsten von Geräten („retrofitting“) ist mit deutlich geringeren Kosten verbunden, als der Austausch eines nicht-vernetzten durch ein vernetztes Gerät. In der Studie wurden mögliche Lösungen für die Gerätenachrüstung untersucht, mit dem Ziel, Energievorteile durch das „retrofitting“ zu identifizieren.

- **Harnessing IoT for Energy Benefits (Februar 2021)**

Der Bericht dokumentiert die Ergebnisse zu Energieverbräuchen von ausgewählten IoT-Produkten in Privathaushalten. Zu den IoT-Produkten mit dem größten Potential für Energieeinsparungen gehören Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage sowie Warmwasseraufbereiter. IoT-Beleuchtung und Elektronikprodukte hingegen bieten vergleichsweise geringe Einsparungspotentiale auf.

- **Roadmap for Consumer Devices to Participate in Demand Flexibility (Juni 2020):**

Der Zweck dieses Berichts ist die Bereitstellung von relevanten Informationen, um Regierungen, Energieregulierungsbehörden und weitere Organisationen bei der Entwicklung eines Fahrplans für elektronische Geräte mit Lastmanagement im Haushaltsbereich zu unterstützen. Dieser Fahrplan ist eine Strategie und legt Aktivitäten fest, die in einem bestimmten Zeitraum durchzuführen sind, um festgelegte Ziele und Ergebnisse zu erreichen. Der Fahrplan ist Bestandteil einer dreiteiligen Serie zur Energieeffizienz von netzwerkverbundenen Haushaltsgeräten wird durch die Berichte *Energy Applications within IoT and Digitalisation Strategies* sowie *Policy Guidance for Smart, Energy-Saving Consumer Devices* ergänzt – s. unten.

- **Energy Applications within IoT and Digitalisation Strategies (Juni 2020):**

Zahlreiche Länder haben aufgrund der steigenden Anzahl netzwerkverbundener Geräte IoT- und Digitalisierungsstrategien entwickelt, um diese Technologien zu Zwecken der Energieeffizienz zu nutzen. Der Bericht beinhaltet eine Übersicht über bestehende oder sich noch in der Entwicklung befindenden Strategien, wobei die österreichische Digitalisierungsstrategie besonders hervorgehoben wird. IoT und andere digitale Technologien bieten zahlreiche Potentiale für Energieeinsparungen,

weshalb der Bericht Entwicklungs- und Umsetzungsmöglichkeiten von Digitalisierungs- und IoT-Strategien beleuchtet.

- **Policy Guidance for Smart, Energy-Saving Consumer Devices (Mai 2020):**

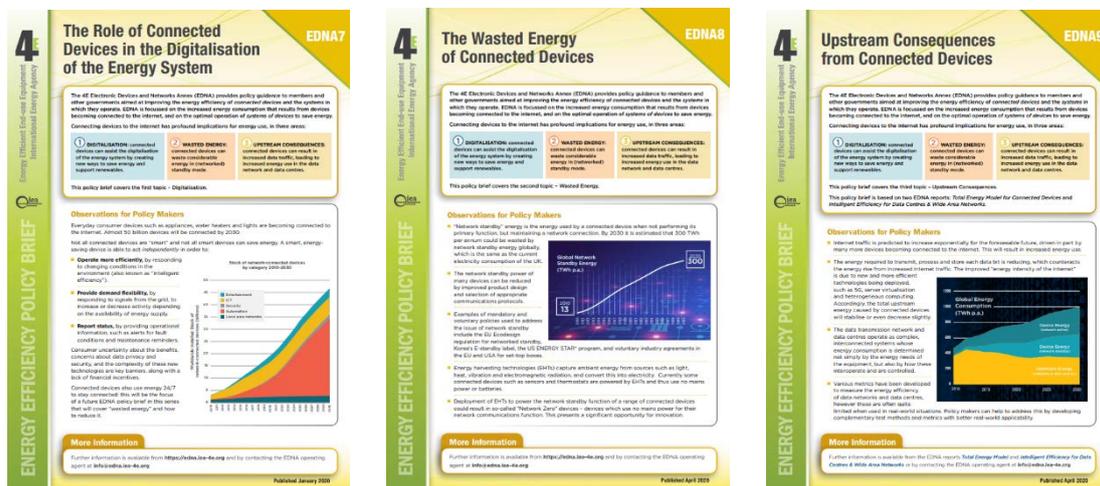
Ein Großteil netzwerkverbundener Elektrogeräte wird bereits von Regulierungen zur Energieeffizienz gedeckt; die Regulierungen werden jedoch stetig entsprechend neuer Effizienzfortschritte angepasst. Zukünftig wird vor allem die Funktion zum Lastmanagement für einen optimierten Energieverbrauch für Verbrauchergeräte relevant sein. Der Bericht unterstützt politische Entscheidungsträger:innen dahingehend, entsprechende Policies für Geräte zu entwickeln, für die sich ein Lastmanagement besonders positiv auf die Energieeffizienz auswirkt (darunter Klimageräte und Thermostate).

Policy Briefs

Insgesamt wurden 2020 fünf EDNA Policy Briefs veröffentlicht, mit komprimierten Informationen zu aktuellen Trends und Entwicklungen hinsichtlich Energieverbräuchen netzwerkverbundener Geräte, sowie Empfehlungen für Stakeholder (politische Entscheidungsträger:innen, Produktentwickler:innen, Industrie, etc.). Abbildung 22 zeigt die drei veröffentlichten Policy Briefs zu einigen Schwerpunkten der Kernthemen EDNAS:

- Netzwerkverbundene Geräte und ihr Einfluss auf die Digitalisierung des Energiesystems,
- Energieverschwendung netzwerkverbundener Geräte, sowie
- Der Einfluss netzwerkverbundener Geräte auf Datenverkehr und Energieverbräuche von Daten- und Rechenzentren („Upstream consequences“) [EDNA, 2020e, 2020f, 2020g].

Abbildung 22: EDNA Policy Briefs 7, 8 und 9 [EDNA, 2020e, 2020f, 2020g].



Darüber hinaus wurden zwei weitere Policy Briefs zu spezifischen Themen, kabelloses Laden und *Energy Harvesting* für IoT-Geräte, veröffentlicht:

Der EDNA Policy Brief N°6 zu drahtlosem Laden („Wireless Charging Energy Use“) [EDNA, 2020h] fasst die wichtigsten Ergebnisse des EDNA-Berichts „Global Forecast of Energy Use for Wireless Charging“ [EDNA, 2019a] zusammen. Mit Ladepads können Batterien ohne die Nutzung von an Stromnetzen angeschlossenen Ladekabeln aufgeladen werden. In dem Bericht wird der zusätzliche Energieverbrauch abgeschätzt, der bei der Einführung kabellosen Ladens für eine breite Palette von kleinen Verbrauchergeräten entstehen würde. Außerdem enthält er Empfehlungen für die Entwicklung von Strategien für mögliche Effizienzmaßnahmen dieser Geräte.



Der EDNA Policy Brief N°5 zu Energy Harvesting für IoT-Geräte [EDNA, 2020i] fasst die wichtigsten Ergebnisse des gleichnamigen EDNA-Berichts [EDNA, 2018b] zusammen, der das Potential für den Einsatz von Energy-Harvesting-Technologien (EHTs) zur Umwandlung von Energie aus der Umgebung in Elektrizität untersucht, um kleine IoT-Geräte wie Sensoren und Aktoren zu betreiben.



Neben der EDNA Webseite dient auch die CDA Online Bibliothek „Center of Excellence“ als Plattform für Publikationen, die im Rahmen des 4E TCP erarbeitet werden: <https://cda.iea-4e.org/publications-library>.

Im November 2019 veröffentlichte EDNA den ersten Newsletter „4E Network Connections“, mit allgemeinen Informationen zu EDNA, veröffentlichten Berichten sowie relevanten Ankündigungen. Ein zweiter Newsletter erschien im April 2021, um über neue Publikationen und das Webinar zum Total Energy Model aufmerksam zu machen. Auf der EDNA Webpage werden diese gelistet: <https://www.iea-4e.org/edna/newsletter/>.

Über folgenden Link kann man sich für den Newsletter anmelden: <https://mailchi.mp/bd66d5c62e27/edna-newsletter-test-email-3714217>.

6.2. Veranstaltungen

Die Verbreitung von Projektinformationen auf Veranstaltungen stellt eine wichtige Säule in EDNAs Disseminationsstrategie dar. Dabei handelt es sich sowohl um **interne Veranstaltungen** im Rahmen des IEA 4E, um Projektinhalte und weitere Forschungsschwerpunkte mit anderen Annexen zu besprechen, als auch um **externe Veranstaltungen** mit Stakeholdern aus Industrie, Forschung und Politik, um relevante Ergebnisse zu verbreiten und so die Förderung von politischen Maßnahmen zu einer verbesserten Energieeffizienz zu unterstützen. Im Zuge der Covid 19-Pandemie findet der interne und externe Austausch seit dem ersten Lockdown im März 2020 vollständig virtuell statt.

6.2.1. Interne Veranstaltung und Vernetzung

Dr. Díaz (ECO) ist die offizielle Vertretung des Österreichischen BMK im IEA 4E TCP und damit für die Vorbereitung und Abhaltung nationaler Meetings verantwortlich, um das 4E ExCo von den laufenden Projektaktivitäten zu berichten. In diesem Zusammenhang steht ECO in einem engen Austausch mit den österreichischen Vertreter:innen der beiden anderen Annexen, an denen Österreich aktiv beteiligt ist: **EMSA** – Electric Motor Systems Annex, und **PECTA** – Power Electronic Conversion Technology Annex. Neben dem Bericht der Projektaktivitäten dient der Austausch auch der Erforschung möglicher Kollaborationen in verschiedenen Tasks, um EDNAs Themenschwerpunkt der Digitalisierung und Energieeffizienz vor dem Hintergrund sektoraler Perspektiven besser zu begreifen.

Während des Berichtszeitraums wurden drei Meetings (5. November 2019, 21. April 2020, 16. Oktober 2020) von Dr. Díaz gemeinsam mit den anderen beiden österreichischen Delegierten von EMSA und PECTA organisiert und abgehalten, um aktuelle Task-Ergebnisse und Möglichkeiten zur breiteren Kollaboration zwischen den einzelnen Annexen (auch in Österreich) zu diskutieren.

Darüber hinaus fand am 29. September 2020 das jährliche **IEA Vernetzungstreffen** statt, das vom BMK in Zusammenarbeit mit der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) und der Österreichischen Gesellschaft für Umwelt und Technik (ÖGUT) durchgeführt wurde. Im Rahmen des Online-Workshops wurden Ergebnisse und Highlights aus den laufenden Programmen der IEA Forschungskoooperation mit österreichischer Beteiligung präsentiert und diskutiert. Darüber hinaus wurde der Bericht *„Energy Technology Perspectives 2020 – Special Report on Clean Energy Innovation“* der IEA präsentiert. Dieser beschreibt die erforderlichen technologischen Innovationen und Investitionen, um einen saubereren und widerstandsfähigeren Energiesektor bei Netto-Null-Emissionen zu erreichen. Er identifiziert technische Schlüsselfaktoren zur Beschleunigung von Innovationszyklen. Eine Videoaufzeichnung der Veranstaltung sowie die präsentierten Unterlagen sind auf der vom BMK betriebenen Website *nachhaltige wirtschaften* öffentlich: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/veranstaltungen/2020/20200929-iea-vernetzungstreffen.php>.

6.2.2. Externe Veranstaltungen und Vernetzung

Am 28. April 2021 wurde ein von der IEA veranstaltetes **Webinar zum „Total Energy Model – TEM“** abgehalten, an welchem weltweit fast 300 Interessierte teilnahmen. Die Entwickler des TEMs präsentierten ausgewählte Ergebnisse, indem sie das interaktive Tool in Echtzeit bedienten und dabei verschiedene Szenarien vorstellten. Unter anderem zeigten sie die Unterschiede der

Energieverbräuche sowie der geschätzten Geräteanzahl für verschiedene Kategorien (z. B. für Unterhaltung (*Entertainment*) und IKT) sowie Unterschiede für einzelne Produktkategorien (z. B. für Audio (*Audio*) und Licht (*Beleuchtung*)). Die Aufzeichnung des Webinars ist über folgenden Link abrufbar: <https://www.iea.org/events/modernising-energy-efficiency-through-digitalisation-webinar-series-total-energy-model-for-connected-devices>.

Ein weiteres Webinar fand am 2. Juni 2020 zum Thema **Policies for Smart Ready Devices** statt. Dieses wurde aufgezeichnet und ist öffentlich unter folgendem Link abrufbar: <https://www.iea.org/events/modernisation-of-energy-efficiency-through-digitalisation-webinar-6-smart-energy-saving-consumer-devices>.

Neben dem internen Austausch wurden die EDNA Projektergebnisse auf der **e-nova international conference**³⁰, die vom 26. und 27. November 2020 stattfand, einer größeren Reichweite zugänglich gemacht:

Die FH Burgenland veranstaltet jährlich den internationalen wissenschaftlichen Kongress **e-nova**, auf der geladene Sprecher:innen aus Wissenschaft sowie Industrie einen Überblick zum aktuellen Stand der Technik bieten, auf dessen Grundlage ein Austausch zwischen verschiedenen Stakeholdern stattfinden kann. Dr. Díaz hat in diesem Zusammenhang eine Präsentation zum TEM2.0 abgehalten. Der Vortrag stützte sich auf einem schriftlichen Konferenzbeitrag, der in dem Tagungsband der e-nova Konferenz 2020³¹ enthalten ist [Díaz Triana, 2020], und relevante Ergebnisse des TEM2.0 enthält (Siehe Anhang 1).

Dr. Díaz nahm auch an der **e-nova Konferenz am 21. und 22. November 2019** teil, wo sie die auf Grundlage der Ergebnisse des Basket of Products Testing einen Beitrag zu network standby von Haushaltsgeräten in der Konferenzsession *Digitalisierung und Gebäude* präsentierte.³² Neben der Präsentation wurde ein Konferenzbeitrag mit dem Titel „*Making smart devices really smart - A design guideline for networked household products with reduced standby energy consumption*“ erarbeitet [Díaz, A and W. Wimmer, 2019], der im Tagungsband der Konferenz veröffentlicht ist.

³⁰ <https://www.fh-burgenland.at/news-terminen/veranstaltungen/e-nova-2020/>

³¹ https://www.fh-burgenland.at/fileadmin/user_upload/Terminen/enova/2020/Tagungsband_enova2020.pdf

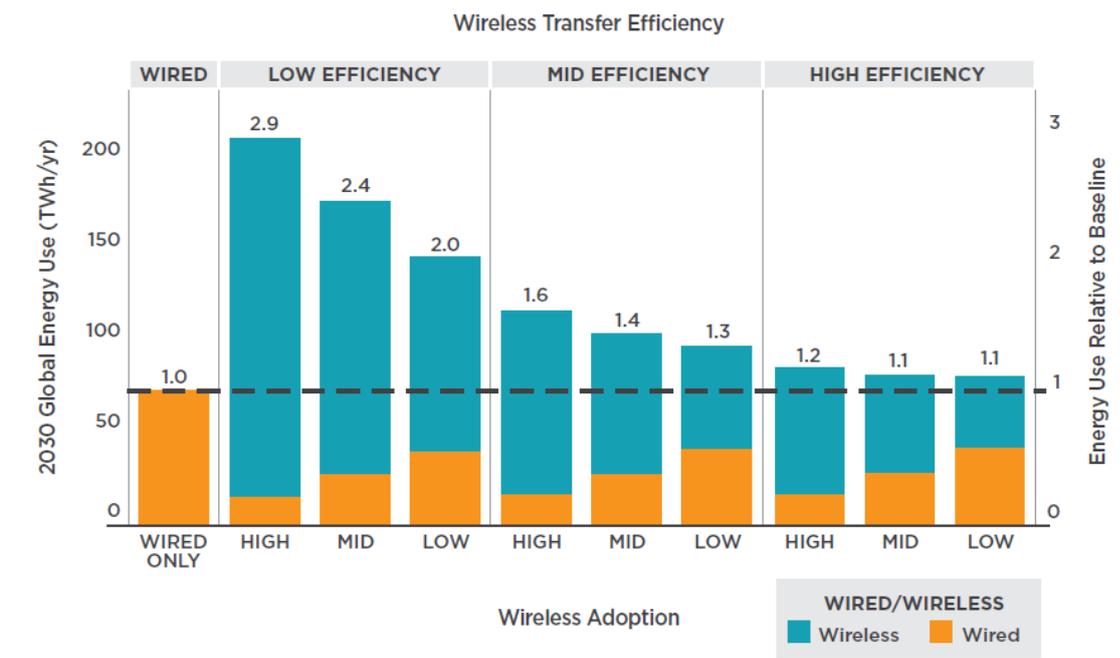
³² <https://onedrive.live.com/?authkey=%21AL07UP%2DJHEoKG0k&id=B1F25D3854D3DDFA%214453&cid=B1F25D3854D3DDFA>.

7 Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen

Auch wenn einzelne Geräte, wie im Basket of Products Testing gezeigt, zwar vorgeschriebene Verbrauchsgrenzwerte zum Teil überschreiten, so sind **Regulierungsmaßnahmen wie z. B. die Ökodesign-Richtlinie ein wirksames Instrument zur Förderung gerätebezogener Energieeffizienz**. Durch Regulierungsmaßnahmen sind Hersteller angehalten, energieeffiziente Produkte sukzessive weiter zu verbessern, um diese auf dem Markt einführen und vertreiben zu können. Die Kennzeichnungspflicht des Energieverbrauchs informiert Konsument:innen über die Energieeffizienz von Geräten und beeinflusst so Kaufentscheidungen und fördert die Nachfrage nach energieeffizienten elektronischen Geräten.

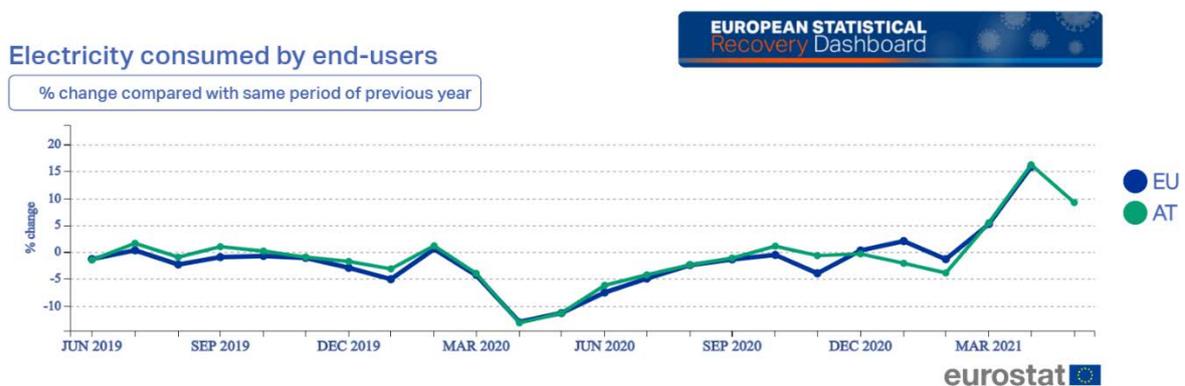
Das drahtlose Laden ist ein Beispiel für fehlende Prüfverfahren und damit verbundene Energieeffizienzvorschriften. Die Entwicklung eines Prüfverfahrens für die genaue Messung der Energieeffizienz von drahtlosen Ladegeräten ist wichtig, und derzeit gibt es noch keine international anerkannte Methode (obwohl Anstrengungen unternommen werden). Aufgrund der „Lücke“ zwischen Ladegerät und dem Gerät ist kabelloses Laden weniger effizient als kabelgebundenes Laden. Es wird geschätzt, dass ohne weitere politische Maßnahmen bis zum Jahr 2030 weltweit durch kabelloses Laden bis zu 125 TWh pro Jahr zusätzlich verbraucht werden könnten, verglichen mit einem Szenario, bei dem nur kabelgebundenes Laden möglich ist (s. Abbildung 23). Dies entspricht der Hälfte des jährlichen Stromverbrauchs von Australien.

Abbildung 23: Globaler Energieverbrauch von Batterieladegeräten im Jahr 2030 (TWh/Jahr) bei verschiedenen Szenarien [EDNA, 2020h].



Die Zunahme netzwerkverbundener Geräte und der damit steigenden gerätebezogenen Energieverbräuche stellen eine wichtige Säule für zukünftige Energieeffizienzmaßnahmen dar. Die im Zuge der Pandemie verhängten Ausgangssperren und der Verlagerung der Tätigkeiten ins Home-Office führten zwar zu einem Anstieg der Stromverbräuche in privaten Haushalten, durch den reduzierten Betrieb im Handel, Industrie, etc. sanken die Energieverbräuche jedoch allgemein betrachtet. Abbildung 24 zeigt den relativen monatlichen Stromverbrauch im Vergleich zum Vorjahr für Österreich (grün) und die EU (blau). Erkennbar ist, dass der Stromverbrauch sowohl in Österreich als auch in Europa seit Beginn 2021 das Vorjahresniveau wieder übersteigt.

Abbildung 24: Relativer monatlicher Stromverbrauch im Vergleich zum Vorjahr in Österreich (grün) und EU (blau) von Juni 2019 bis Juni 2021, in % [Eurostat, 2021].



An dieser Stelle bleibt offen, wie sich der Energieverbrauch nach der Überwindung der pandemiebedingten Wirtschaftskrise entwickelt. Eindeutig ist aber, dass sich die Zahl der netzwerkverbundenen Geräte und die damit zusammenhängenden Energieverbräuche jedenfalls vergrößern werden. Das Telekommunikationsunternehmen Cisco schätzt bei einer Zunahme des monatlichen Datenverkehrs pro Nutzer:in von 23,9 GB im Jahr 2016 auf 57 GB im Jahr 2021 mit erheblichen **Folgen auf gerätebezogene sowie vorgelagerte Energieverbräuche in Daten- und Rechenzentren** [Cisco, 2021].

Diese Prognosen zeigen die Relevanz von energieeffizienten Lösungen für netzwerkverbundene Geräte und verstärken die Position von EDNAs Arbeiten in der Zukunft, um Regulierungsmaßnahmen zu entwickeln und die Regierungen von EDNA-Mitgliedsstaaten, aber auch von anderen Nationen zu unterstützen, v. a. für noch unregulierte Technologien und Märkte. Für die langfristige Kontinuität der EDNA-Arbeiten werden unter Abstimmung der Delegierten über neue Tasks und Projekte entschieden, sowie deren strategische Ausrichtung definiert. EDNA verfolgt die Entwicklung von Policy Empfehlungen für netzwerkverbundene Geräte auch für die kommende Berichtslaufzeit; dazu soll unter anderem ein **neues Programm zur Energieeffizienz von Daten- und Rechenzentren (Data Center Efficiency)** etabliert werden. Im laufenden Task 23 (siehe Abbildung 4) werden die dafür relevanten Vorarbeiten geleistet und bestehende Indikatoren für die Effizienz von Daten- und Rechenzentren untersucht, um aus diesen ggf. politische Regelwerke und Maßnahmen abzuleiten. Neben Task 23 bildet auch der abgeschlossene Task Total Energy Model (TEM) die Grundlage dieses neuen Programms. Durch die neuen erforschten Kennzahlen für Datenzentren als neue Verbraucherkategorie soll auch das TEM erweitert werden. Die regelmäßige Erweiterung und Datenaktualisierung des TEM hat eine große Relevanz für EDNA, um den Anspruch einer soliden Informationsquelle künftig weiter zu erfüllen.

Innerhalb verschiedener Tasks werden für unterschiedliche Produktgruppen Policy Empfehlungen entwickelt und verbreitet. Zu den fokussierten Gerätegruppen in der kommenden Periode gehören: **mobile Endgeräte (Task 24)** und **Batterietechnologien (Task 25)**. Darüber hinaus liegt ein Schwerpunkt auf dem Entwickeln und Aussprechen von Policy Empfehlungen bzgl. der **Interoperabilität von Geräten (Task 26)** und der **Standardisierung (Task 27)**.

EDNAs Innovationsgehalt ergibt sich vor allem durch seinen kollaborativen Ansatz, der sich seit Jahren international bewährt hat und durch welchen geeignete Aktivitäten ausgewählt und erfolgreich durchgeführt werden. Das EDNA Executive Committee steht zur Fortführung laufender bzw. zur Aufnahme neuer Projekte z. B. in einem Austausch mit weiteren IEA 4E Annexen, und sieht für die kommende Periode eine **Kollaboration mit dem Electric Motor Systems Annex – EMSA** vor. EMSA hat umfassende Arbeiten zur Digitalisierung von elektromotorisch betriebenen Systemen geleistet, um den Einfluss digitaler Technologien auf die Effizienz von elektromotorisch angetriebenen Systemen in Bezug auf den Betrieb, Energie, Materialien und Emissionen zu erforschen. Auf Grundlage dieser Studien soll ein neuer Task, **Intelligent Case Studies in Industry**, eingeführt werden, um langfristige Energieauswirkungen von digitalen Lösungen für elektromotorische Systeme besser zu verstehen.

In Bezug auf die Verbesserung der Energieeffizienz von Systemen vernetzter Geräten besteht das Haupthindernis in der Komplexität des Themas, wodurch die Zusammenarbeit vieler verschiedener Akteure erforderlich ist. EDNA adressiert diesen Sachverhalt, indem es die komplexen Themen in klare und nachvollziehbare Informationen herunterbricht, Fallstudien erstellt, welche die Komplexität in einem abgeschlossenen Kontext demonstrieren können, und die politischen Entscheidungsträger:innen dazu ermutigt, mit den erforderlichen Interessenvertreter:innen zusammenzuarbeiten, um eine ganzheitliche Politik für die Energieeffizienz von Systemen zu liefern. Die in EDNA erarbeiteten Erkenntnisse spielen für eine FTI-Politik eine wichtige Rolle, um effiziente Innovationen und Technologien zu fördern. Damit diese auch zum Erreichen nationaler Klimaschutzziele beitragen, sind oft system- und gerätebezogene Regulierungsmaßnahmen erforderlich, die von Produktherstellern bereits in der Entwicklung berücksichtigt werden können.

Die Fortführung von umfassenden technischen und internationalen Arbeiten, wie sie in EDNA realisiert werden, wird angesichts steigender Absatzzahlen von Geräten und Energieverbräuchen unbedingt empfohlen.

Literaturverzeichnis

Bundeskanzleramt, 2020. *Österreich und die Agenda 2030*.

https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/agenda2030/bericht-2020.html (abgerufen am 01. Juni 2021; 17:10).

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK), 2021a. *Klima- und Energieziele: Monitoringreport 2020*.

https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:9d2101f2-c82e-417c-8c50-9c0603374717/Monitoring2020_Klima-Energie-Ziele.pdf (abgerufen am 20. August 2021; 13:59).

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK), 2021b. <https://www.bmk.gv.at/themen/energie/effizienz/recht/effizienzgesetz.html> (abgerufen am 20. April 2021; 16:03).

Cisco, 2021. *Global Forecast 2021 Highlights*.

https://www.cisco.com/c/dam/m/en_us/solutions/service-provider/vni-forecast-highlights/pdf/Global_2021_Forecast_Highlights.pdf (abgerufen am 27. April 2021; 16:10)

Dangl, Georg: Klassifizierung und Messung von Stand-by Verbräuchen heimnetzwerkfähiger Produkte sowie Ableitung einer Gestaltungsrichtlinie zur Reduktion dieser Verbräuche. Diplomarbeit, Wien 2019.

Díaz Triana, A: *The Total Energy Model for Connected Devices*. e.nova International Conference "Nachhaltige Technologien, Energie – Gebäude – Umwelt"; 26 und 27 November 2020, Band 24, S. 297 - 303.

Díaz, A. and W. Wimmer: *Making smart devices really smart - A design guideline for networked household products with reduced standby energy consumption*. e.nova International Conference "Nachhaltige Technologien, Energie – Gebäude – Umwelt"; 21 und 22 November 2019, Band 23, S. 233-241.

EDNA, 2018a. *Strategic Plan*. (Internes Dokument).

EDNA, 2018b. *Energy Harvesting Technologies for IoT Edge Devices* https://www.iea-4e.org/wp-content/uploads/publications/2018/07/Energy_Harvesting_Final_Report.pdf (abgerufen am 30. Juli 2021; 13:35)

EDNA, 2019a. *Global Forecast of Energy Use for Wireless Charging*. [https://www.iea-4e.org/wp-content/uploads/publications/2019/07/Topic4 - Energy Use for Wireless Charging FINAL.pdf](https://www.iea-4e.org/wp-content/uploads/publications/2019/07/Topic4_-_Energy_Use_for_Wireless_Charging_FINAL.pdf) (abgerufen am 30. Juli; 12:05).

EDNA, 2019b. *Total Energy Model for Connected Devices*. [https://www.iea-4e.org/wp-content/uploads/2021/01/A2b - EDNA TEM Report V1.0.pdf](https://www.iea-4e.org/wp-content/uploads/2021/01/A2b_-_EDNA_TEM_Report_V1.0.pdf) (abgerufen um 31. Juli 2021; 09:02)

EDNA, 2019c. *Getting to Zero: An Evaluation of Zero Network Standby Power*. [https://www.iea-4e.org/wp-content/uploads/publications/2019/06/Topic_1 - Network Zero Draft Report v7 FINAL.pdf](https://www.iea-4e.org/wp-content/uploads/publications/2019/06/Topic_1_-_Network_Zero_Draft_Report_v7_FINAL.pdf) (abgerufen am 28. April 2021; 13:33).

- EDNA, 2020a. *Pathway of EDNA activities*. (Internes Dokument).
- EDNA, 2020b. *Policy Guidance for Smart, Energy-Saving Consumer Devices*. https://www.iea-4e.org/wp-content/uploads/publications/2020/12/Policy_Guidance_for_Smart_Energy-Saving_Consumer_Devices_May_2020.pdf (abgerufen am 23. Juni 2021; 14:59).
- EDNA, 2020c. *Roadmap for Consumer Devices to Participate in Demand Flexibility*. https://www.iea-4e.org/wp-content/uploads/publications/2020/12/Roadmap_for_Consumer_Devices_to_Participate_in_Demand_Flexibility_June_2020.pdf (abgerufen am 23. Juni 2021; 15:16).
- EDNA, 2020d. *Energy Applications Within IoT and Digitalization Strategies*. https://www.iea-4e.org/wp-content/uploads/publications/2020/12/Energy_Applications_within_IoT_and_Digitalisation_Strategies_June_2020.pdf (abgerufen am 23. Juni 2021; 16:02).
- EDNA, 2020e. *Policy Brief – The Role of Connected Devices in the Digitalisation of the Energy System*. https://www.iea-4e.org/wp-content/uploads/publications/2020/01/4E_Policy_Brief_EDNA_7_220120_-_FINAL.pdf (abgerufen am 30. Juni 2021; 11:51).
- EDNA, 2020f. *Policy Brief – The Wasted Energy of Connected Devices*. https://www.iea-4e.org/wp-content/uploads/publications/2020/04/4E_Policy_Brief_EDNA_8_FINAL.pdf (abgerufen am 30. Juni 2021; 11:52).
- EDNA, 2020g. *Policy Brief – Upstream Consequences from Connected Devices*. https://www.iea-4e.org/wp-content/uploads/publications/2020/04/4E_Policy_Brief_EDNA_9_FINAL.pdf (abgerufen am 30. Juni; 11:52).
- EDNA, 2020h. *Policy Brief – Wireless Charging Energy Use*. https://www.iea-4e.org/wp-content/uploads/publications/2020/01/4E_Policy_Brief_EDNA_6_220120_-_FINAL.pdf (abgerufen am 30. Juni; 12:02).
- EDNA, 2020i. *Policy Brief – Energy Harvesting Technologies for IoT*. https://www.iea-4e.org/wp-content/uploads/publications/2020/01/4E_Policy_Brief_EDNA_5_201219_-_FINAL.pdf (abgerufen am 30. Juni; 12:03).
- EDNA, 2020j. *EDNA Total Energy Model 2.0*. <https://www.iea-4e.org/edna/tem/> (abgerufen am 31. Juli 2021, 11:25).
- EDNA, 2021a. *FAQ*. <https://www.iea-4e.org/edna/about-edna/faq/> (abgerufen am 10. August 2021; 9:21).
- EDNA, 2021b. *Addendum Report for the Total Energy Model V2.0 for Connected Devices*. <https://www.iea-4e.org/wp-content/uploads/publications/2021/02/EDNA-TEM2.0-Report-V1.0-Final.pdf> (abgerufen am 23. Juli 2021; 16:39).
- EDNA, 2021c. <https://www.iea-4e.org/edna/> (abgerufen am 24. März 2021, 10:24).

Europäische Kommission, 2013. *Verordnung (EU) Nr. 801/2013 der Kommission*. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2013/801/oj> (abgerufen am 27. April 2021; 11:13).

Europäische Kommission, 2012. *Verordnung (EU) Nr. 1194/2012 der Kommission* <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012R1194&from=EN> (abgerufen am 27. April 2021; 12:34).

Eurostat, 2021. *European Statistical Recovery Dashboard – Electricity consumption* <https://ec.europa.eu/eurostat/cache/recovery-dashboard/> (abgerufen am 04. August 2021; 11:47)

Nachhaltig wirtschaften, 2019. *IEA 4E Annex EDNA: Arbeitspakete "Richtlinien für netzwerkverbundene Geräte" und "Gesamtenergie-Modell für netzwerkverbundene Geräte"*. <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/technologieprogramme/4e/iea-4e-annex-edna-arbeitsperiode-2019-2024.php> (abgerufen am 24. Juni 2021; 10:03).

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Jährliche Energieverbräuche netzwerkverbundener Geräte pro Region, TWh/a [EDNA, 2021a].....	11
Abbildung 2: Endenergieverbrauch in Österreich 2005-2018 und Zielerreichungspfad, [BMK; 2021a]13	
Abbildung 3: Arbeitsweise von EDNA [EDNA, 2020a].	16
Abbildung 4: Übersicht über EDNA Tasks und Projekte für die Periode 2019 – 2021 [EDNA, 2018a; EDNA, 2019].	17
Abbildung 5: Übersicht über die im Total Energy Model berücksichtigten Produktkategorien und Produktgruppen sowie einzelne Geräte [EDNA, 2021b].....	21
Abbildung 6: Umfang des Total Energy Models und berücksichtigte Energieverbraucher [EDNA, 2021b].	22
Abbildung 7: Modellierung der Energieverbräuche im Total Energy Model [EDNA, 2021b].....	23
Abbildung 8: Visualisierung des Total Energy Models 2.0 (Ausschnitt) [EDNA, 2020j].....	24
Abbildung 9: Globaler Energieverbrauch netzwerkverbundener Geräte in den verschiedenen Betriebszuständen [EDNA, 2020j].	25
Abbildung 10: Energieverbrauch (oben) und Gerätebestand von Geräten (unten) der Produktkategorie <i>Unterhaltung</i> [EDNA, 2020j].....	26
Abbildung 11: Energieverbräuche netzwerkverbundener Geräte in Afrika und im Nahen Osten [EDNA, 2021j].....	27
Abbildung 12: Energieverbräuche netzwerkverbundener Geräte im Fernen Osten und China [EDNA, 2021j].....	27
Abbildung 13: Prinzipskizze des Messaufbaus [adaptiert nach Dangl, 2019].	29
Abbildung 14: Skizze eines Smart Homes und eingesetzten smarten Geräten [EDNA, 2020b].....	32
Abbildung 15: Profile für flexibles Lastmanagement [EDNA, 2020c].....	34
Abbildung 16: Elemente der Digitalisierung [adaptiert nach EDNA, 2020d].	35
Abbildung 17: Schlüsselfaktoren einer IoT- und Digitalisierungsstrategie [EDNA, 2020d].....	36
Abbildung 18: Umsetzung einer IoT- und Digitalisierungsstrategie [EDNA, 2020d].	36
Abbildung 19: Übergreifendes Arbeiten zur Umsetzung einer IoT- und Digitalisierungsstrategie [EDNA, 2020d].	37
Abbildung 20: Network Zero Gap [EDNA, 2019c].	38
Abbildung 21: Ausschnitt der EDNA Webseite [EDNA 2021c].	41
Abbildung 22: EDNA Policy Briefs 7, 8 und 9 [EDNA, 2020e, 2020f, 2020g].	43
Abbildung 23: Globaler Energieverbrauch von Batterieladegeräten im Jahr 2030 (TWh/Jahr) bei verschiedenen Szenarien [EDNA, 2020h].....	47
Abbildung 24: Relativer monatlicher Stromverbrauch im Vergleich zum Vorjahr in Österreich (grün) und EU (blau) von Juni 2019 bis Juni 2021, in % [Eurostat, 2021].	48

Abkürzungsverzeichnis

a	Annum (Jahr)
CDA	Connected Devices Alliance (Allianz für verbundene Geräte)
ECO	ECODESIGN company engineering & management consultancy GmbH
EDNA	Electronic Devices and Networks Annex (Elektronische Geräte und Netzwerke Annex)
EHT	Energy Harvesting Technologies (Energy Harvesting Technologien)
EEffG	Energieeffizienzgesetz
EMSA	Electric Motors Systems Annex (Elektrische Motoren und Systeme Annex)
h	Hour (Stunde)
IEA	International Energy Agency (Internationale Energieagentur)
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IoT	Internet of Things (Internet der Dinge)
LAN	Local Area Network (Lokales Netzwerk)
NZIC	Network Zero Innovation Challenge (Network Zero Innovation Herausforderung)
NZ	Network Zero
PECTA	Power Electronic Conversion Technology Annex (Leistungselektronik Annex)
PEET	Product Energy Efficiency Trends (Produktenergieeffizienz Trends)
PJ	Petajoule (Maßeinheit für Energie)
RZ	Rechenzentren
TEM	Total Energy Model
VoIP	Voice over IP (Internet Protocol)
W	Watt
Wh	Watt-hour (Wattstunde)
WAN	Wide Area Network (Weitverkehrsnetz)

8 Anhang

Anhang 1: Eingereichtes Paper für die e.nova Konferenz 2020

Díaz Triana, A.: *The Total Energy Model for Connected Devices*. e.nova International Conference “Nachhaltige Technologien, Energie – Gebäude – Umwelt”; 26. und 27. November 2020, Band 24, S. 297 - 303. Online verfügbar unter: https://www.ecodesign-company.com/download/Diaz_TotalEnergyModel_enova_2020.pdf?m=1629904014

Anhang 2: Tagungsband für die e.nova Konferenz 2020

Fachhochschule Burgenland GmbH: *e.nova International Conference “Nachhaltige Technologien, Energie – Gebäude – Umwelt”; 26. und 27. November 2020, Band 24* Online verfügbar unter: https://www.fh-burgenland.at/fileadmin/user_upload/Termine/enova/2020/Tagungsband_enova2020.pdf

Anhang 3: Eingereichtes Paper für die e.nova Konferenz 2019

Díaz Triana, A. and W. Wimmer: *Making smart devices really smart - A design guideline for networked household products with reduced standby energy consumption*. e.nova International Conference “Nachhaltige Technologien, Energie – Gebäude – Umwelt”; 21. und 22. November 2019, Band 23, S. 233-241. Online verfügbar unter: https://www.ecodesign-company.com/download/Diaz_makingdevicesrealllysmart_enova_2019.pdf?m=1629903652

**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)**

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

[bmk.gv.at](https://www.bmk.gv.at)