

ÖKOLOGISCHE BEWERTUNG DIGITALER ENERGIEINFRASTRUKTUR

Daniela WOHLSCHLAGER*¹, Melanie OSTERMAYER, Simon KÖPPL, Anika REGETT

Ausgangslage

Im Rahmen des SINTEG-Projektes „C/sells“² arbeitet die FfE an einem Lösungsansatz für ein marktbasierendes Engpassmanagement. Dadurch wird es Letztverbrauchern wie Haushalten ermöglicht, ihre dezentralen Speicher, Erzeugungs- oder Verbrauchsanlagen für einen flexiblen Einsatz anzubieten. Letztverbraucher können somit neben der Rolle des Prosumers als „Flexumer“ (vgl. [1]) am Energiesystem teilnehmen. Voraussetzung dafür ist eine intelligente Infrastruktur, welche im Zuge der Digitalisierung des Energiesystems geschaffen wird (vgl. [2]). Als Teil des Projektes wird die Nachhaltigkeit benötigter digitaler Infrastruktur bewertet, wobei die vorliegende Analyse den Fokus auf die ökologische Dimension legt.

Digitale Infrastrukturen führen zu Enablement- und Rebound-Effekten

Als Grundlage für die Bewertung wird mittels einer Metastudie ein Kriterienset definiert, welches sich in die Kategorien Ressourcenintensität, verursachte Emissionen und systemübergreifende Auswirkungen unterteilt. Die Bewertung dieser Kategorien erfolgt anhand der aus Informations- und Kommunikationstechnik stammenden ICT (Information and Communications Technology) Enablement Methodology [3]. Während die beiden ersten Kategorien die direkte Ressourcen- und Energieintensität abbilden, dienen Kriterien der Kategorie „systemübergreifende Auswirkungen“ als Kontrollindikatoren. Über diese Kriterien werden Umweltwirkungen der Digitalisierungsmaßnahmen im Energiesystem bewertet. Der Fokus dieser Analyse liegt auf der Quantifizierung verursachter Treibhausgase und weiterer Emissionen sowie dem Bedarf an fossilen Rohstoffen. Betrachtet werden dabei die verschiedenen Lebenszyklusphasen Produktion, Installation, Betrieb und Verwertung der digitalen Energieinfrastruktur auf Haushaltsebene. Herstellerdaten sowie Experteninterviews mit Komponentenherstellern schließen Datenlücken in bestehender Literatur.

Die Anwendung der Methodik erfolgt für zwei ausgewählte Anwendungsfälle („Use-Cases“), einen Prosumer- und einen Flexumer-Haushalt. Diese sind jeweils mit einem intelligenten Messsystem (iMSys), bestehend aus einer modernen Messeinrichtung und einem Smart Meter Gateway, sowie im Falle des Flexumers zusätzlich mit einer Steuerbox ausgestattet. Sie werden in der Bewertung dem konventionellen Letztverbraucher mit Nutzung eines Ferrariszählers gegenübergestellt.

Während ein iMSys als zusätzliche Energiesystemkomponente zunächst mehr Energie und Rohstoffe (direkte Emissionen) verbraucht, wird die Digitalisierung im Energiesystem zugleich als „Ermöglicher“ einer erfolgreichen Energiewende gesehen. [4] In der ICT Enablement Methodology wird dies durch sog. Enablement-Effekte abgebildet. Gleichzeitig können durch Enablement-Effekte erzielte Energieeinsparungen von Rebound-Effekten gehemmt werden (vgl. Abbildung 1). Als Beispiel wird Haushalten einerseits durch das iMSys die Überwachung des Stromverbrauchs ermöglicht (primärer Enabling-Effekt), wodurch über Verhaltensänderungen Energieeinsparungen möglich sind (vgl. [5]). Andererseits kann dies beispielsweise bei lastvariablen Tarifen zum erhöhten Energieverbrauch außerhalb der Spitzenzeiten führen (primärer Rebound-Effekt).

¹ Tel: +49 (0)89 158121-60, Fax: +49 (0)89 158121-10, dwohlschlager@ffe.de; alle Autoren Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE), Am Blütenanger 71, 80995 München, www.ffe.de

² Die FfE-Aktivitäten im Verbundprojekt C/sells werden im Rahmen des Förderprogramms „Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende“ (SINTEG) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert (Förderkennzeichen: 03SIN121)

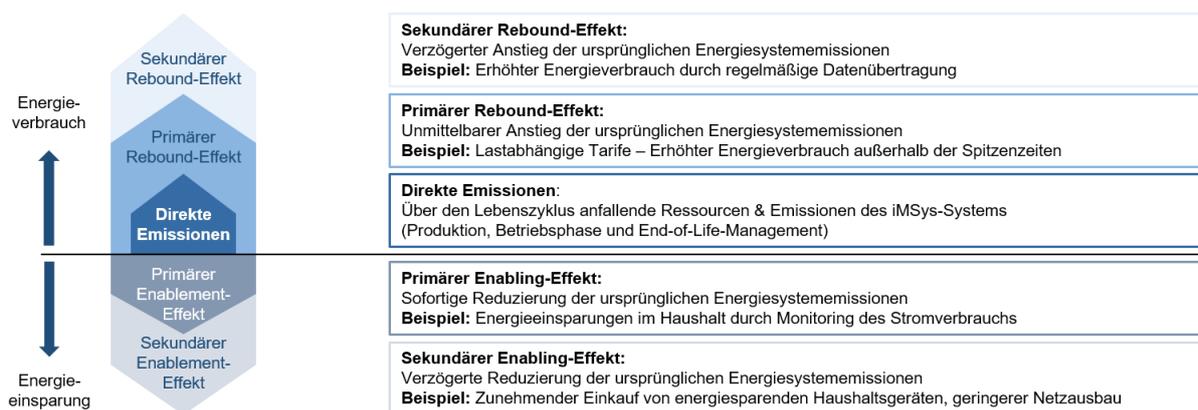


Abbildung 1: Bewertung digitaler Energieinfrastrukturen basierend auf der ICT Enablement Methodology nach [3]

Anstieg der direkten Umweltauswirkungen durch iMSys-Rollout

Die Analyse zeigt in beiden Use-Cases für alle definierten Indikatoren sowohl eine Erhöhung der direkten Emissionen als auch der Ressourcenintensität benötigter Infrastruktur gegenüber dem traditionellen Letztverbraucher. In Bezug auf das erzeugte Treibhauspotential resultiert ein um den Faktor 1,8 bzw. 2,2 höherer Wert im Falle des Prosumers bzw. des Flexumers. Für den Prosumer ergeben sich jährlich 51,6 kg CO₂-Äquivalente, für den Flexumer 63,3 kg CO₂-Äquivalente. Dies ist vor allem auf den Eigenstromverbrauch des iMSys während des Betriebs zurückzuführen, sodass 52 % bzw. 54 % des erzeugten Treibhauspotentials durch den Strommix bedingt sind (Strommix 2016: 523 gCO₂/kWh). Falls der Ausbau erneuerbarer Energien bis 2030 gemäß des Klimaschutzenszenarios 95 nach [6] erreicht wird, können die durch digitale Energieinfrastruktur zusätzlich verursachten direkten Treibhausgasemission weitestgehend ausgeglichen werden. So verringert sich der Faktor im Falle des Flexumers auf 1,2 im Vergleich zum konventionellen Letztverbraucher. Bezüglich der Analyse von Enablement-Effekten werden Berechnungen für einen potenziell erzielten reduzierten Stromverbrauch durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Einsparung des Jahresstromverbrauchs eines durchschnittlichen 4-Personenhaushalts von 2,6 % bei einem Prosumer und 3,2% bei einem Flexumer die jeweils verursachten Treibhausgasemissionen notwendiger digitaler Infrastruktur kompensiert.

Aufgrund des verzögerten iMSys-Rollout in Deutschland besteht derzeit eine unzureichende Datengrundlage, beispielsweise zu verwendeten Komponenten bei der Produktion sowie zum Betrieb. Zukünftige Datenerhebungen können daher zur verbesserten Quantifizierung der Energie- und Ressourcenintensität sowie der Evaluierung definierter Kontrollkriterien beitragen. Weiterer Forschungsbedarf besteht zudem im Bereich von Rebound-Effekten im Kontext der Digitalisierung von Energiesystemen.

Referenzen

- [1] Westphal, Egon Leo et al.: Flexumer als Gestalter der digitalen Energiezukunft – Eine Begriffseinordnung. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen 7/8. Berlin: Bayernwerk AG, Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V., 2019.
- [2] Bogensperger, Alexander et al.: Smart Meter - Umfeld, Technik, Mehrwert. München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V., 2018.
- [3] Neves, Luis et al.: Evaluating the carbon-reducing impacts of ICT - An assessment methodology. Brussels, Belgium: Global e-Sustainability Initiative (GeSI), 2010.
- [4] Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende. Berlin: Bundesregierung, 2016.
- [5] Malmodin, Jens et al.: Assessing ICT's enabling effect through case study extrapolation - the example of smart metering. Berlin: Fraunhofer IZM, 2016.
- [6] Haller, Markus et al.: Überblick über vorliegende Szenarienarbeiten für den Klimaschutz in Deutschland bis 2050. Berlin: Öko-Institut e.V., 2016.