



Astrid Aretz und Nesrine Ouanes

## Smart-Meter-Rollout: Die Energiewende datensparsam voranbringen

Die Bundesregierung verfolgt mit dem Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende aus dem Jahr 2016 das Ziel, im Strom- und Gasbereich eine digitale Infrastruktur zur Messung und für den Messstellenbetrieb zu schaffen. Die Ziele wurden bislang allerdings nicht erreicht. Die Gründe sind vielfältig. Insbesondere durch eine verspätete Marktverfügbarkeitserklärung des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) im Jahr 2020 und die Aufhebung dieser Erklärung im Mai 2022 kann bislang noch nicht von einem Rollout gesprochen werden. Gleichzeitig wird der Handlungsdruck immer größer, weil dies ansonsten den Ausbau der erneuerbaren Energien ausbremsen kann. Denn mit den digitalen Geräten können etwa dezentrale Stromerzeuger wie Photovoltaik- oder Windenergieanlagen gesteuert werden, um das Stromnetz stabil zu halten. Auch könnten variable Stromtarife eingeführt werden, sodass die Preise bei großem Stromangebot niedriger sind als in Zeiten von niedrigem Angebot.

Mit der Installation der Geräte und der kontinuierlichen Datenerhebung entstehen allerdings auch erhebliche Umweltwirkungen durch die Hardware und die Datenflüsse. Daher ist es eine dringende Aufgabe, den Rollout so zu steuern, dass solche negativen Effekte möglichst gering sind.

### Empfehlungen

#### für den Smart-Meter-Rollout aus Umweltsicht

#### 1. Rollout für das Gelingen der Energiewende vorantreiben

Die Integration der erneuerbaren Energien in das Energiesystem kann nur gelingen, indem Stromerzeuger und Verbraucher\*innen digital verknüpft werden. Dafür müssen Haushalte mit Smart Metern ausgestattet werden, die eine sichere, zuverlässige und datenschutzkonforme Übertragung ermöglichen. Der Rollout muss durch ambitionierte Maßnahmen beschleunigt und der Verzug bei den Ausbauzielen aufgeholt werden. Die Verbreitung der Smart Meter sollte effizient erfolgen, insbesondere durch einen flächendeckenden Ausbau. Zudem sollte die digitale Infrastruktur so konzipiert sein, dass alle Energie- und Wasserverbräuche der Haushalte erfasst und über eine gemeinsame Schnittstelle versendet werden können.

#### 2. Verbrauchsdaten mit Bedacht erheben

Die Frequenz der Datenerhebung sollte so festgelegt werden, dass so wenige Daten wie nötig erhoben werden. So könnten die Daten im Normalfall etwa wöchentlich und nur bei Bedarf, wie bei einem flexiblen Tarif, viertelstündlich ausgelesen und versendet werden. Eine höhere Frequenz sollte keinesfalls als „Default“ gewählt werden, sondern nur dann, wenn dies aus technischer Sicht erforderlich ist. Rechenintensive Dienstleistungen, die auf einer hochaufgelösten Datenerhebung basieren, sollten nur auf expliziten Wunsch der Verbraucher\*innen und zeitlich befristet angeboten werden können.

#### 3. Kosten des Rollouts sollten nicht ausschließlich Verbraucher\*innen tragen

Die Kosten für einen Smart Meter werden in der Regel nicht durch die damit einhergehende Stromeinsparung kompensiert. Da ihre Verbreitung eine notwendige Infrastruktur für die Energiewende ist, sollte diese Belastung nicht vollumfänglich den Verbraucher\*innen übertragen werden. Zumindest ein Teil der Kosten sollte von der öffentlichen Hand aus Steuermitteln bezuschusst werden.

# Warum wir den Rollout für die Energiewende brauchen

Der Rollout zur Digitalisierung der Energiewende stockt. Es war bereits lange absehbar, dass die Ziele des Gesetzes nicht erreicht werden können. Neuer Schwung wird jetzt durch die Digitalstrategie der Bundesregierung erwartet. Ebenso wird die in Aussicht gestellte Markterklärung ein wichtiger Schritt sein.

Der Rollout ist eine wichtige Voraussetzung für die technische Umsetzung der Energiewende, denn er bringt mehr Flexibilität ins Stromsystem. Verbraucher\*innen können flexible Tarife angeboten werden, in deren Preisgestaltung sich die Höhe des Stromangebots niederschlägt. Auch können elektrische Geräte direkt gesteuert werden und damit der Verbrauch an das Angebot angepasst werden.

Neben der technischen Notwendigkeit bietet eine digitale Infrastruktur weitere Möglichkeiten für Prosumer. Damit sind Personen gemeint, die nicht nur Strom verbrauchen, sondern auch selbst erzeugen – etwa mit einer Photovoltaikanlage. Die Europäische Union möchte Prosumer in ihrer Rolle deutlich stärken. Damit sie aktiv am Strommarkt teilnehmen und ihren Strom etwa an Nachbar\*innen verkaufen können, müssen Erzeugung und Verbrauch in viertelstündlichen Intervallen digital gemessen werden. Auch für Verbraucher\*innen, die nicht selbst eine Erzeugungsanlage auf ihrem Gebäude haben, bieten sich durch Energy Sharing oder die Mitgliedschaft in einer Energiegemeinschaft die Möglichkeit, Strom aus eigenen Anlagen zu beziehen. Auch hier gilt: Die Voraussetzung ist immer die digitale Stromverbrauchserfassung. Der Rollout würde also für Verbraucher\*innen die Möglichkeit zur Teilhabe schaffen.<sup>1</sup>

## Was ist der Smart-Meter-Rollout?



In den nächsten Jahren werden die herkömmlichen Stromzähler (Ferraris) bei allen Verbraucher\*innen durch moderne Messeinrichtungen ersetzt. Diese bestehen aus einem elektronischen Messwerk und einer digitalen Anzeige. Dieser Stromzähler speichert neben dem aktuellen Zählerstand auch den historischen Energieverbrauch. Eine Fernauslesung ist allerdings damit nicht möglich.

Die Messeinrichtung kann um ein Smart-Meter-Gateway (SMGW) – die gesetzlich definierte Kommunikationseinheit – erweitert werden und heißt dann intelligentes Messsystem oder Smart Meter. Damit kann der Zählerstand dann auch aus der Ferne abgelesen werden. Je nach Konfiguration kann der Smart Meter die Zählerstände in festgelegten Zeitabständen, etwa täglich oder alle 15 Minuten, dem zuständigen Messstellenbetreiber oder Netzbetreiber übersenden.

Zunächst sind folgende Verbraucher\*innen zum Einbau eines Smart Meters verpflichtet: alle mit einem Jahresstromverbrauch von über 6.000 kWh, mit Erzeugungsanlagen, deren installierte Leistung 7 kWp übersteigt, oder mit flexiblen Verbrauchseinrichtungen nach §14a im Energiewirtschaftsgesetz wie etwa Wärmepumpen. Alle anderen Verbraucher- oder Erzeugergruppen gelten als optionale Einbauffälle und werden in den nächsten Jahren mindestens mit einer modernen Messeinrichtung ausgestattet.

Die digitale Stromverbrauchserfassung bietet nicht zuletzt die Möglichkeit, den Verbraucher\*innen differenziert Auskunft über ihren Stromverbrauch zu geben. So können Einsparmöglichkeiten identifiziert und Vorschläge zu deren Erschließung gemacht werden.

Hierfür schreibt das Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende Mindestanforderungen vor. Doch es werden bereits auch Dienstleistungen angeboten, die darüber hinausgehen und das Ziel verfolgen, Verbraucher\*innen beim Stromsparen zu unterstützen. Diese erfordern eine höhere Frequenz der Datenerfassung, um das Verbrauchsprofil detaillierter analysieren zu können.



# Ökologische Wirkungen der digitalen Messung

Der Rollout bringt nicht nur logistischen und regulatorischen Aufwand mit sich, sondern auch eine große Menge an Hardware- und Softwarekomponenten. Allein der Pflichteinbau beläuft sich auf sieben Millionen Messstellen, also mindestens genauso viele Smart Meter mit Gateways. Ihr Lebenszyklus, Stromverbrauch und Datenaufwand sowie der Austausch bisheriger Ferraris-Stromzähler haben relevante ökologische Folgen.

Die ökologischen Auswirkungen ergeben sich aus allen für die Funktion eines Smart Meter erforderlichen technischen Komponenten einschließlich Herstellung, Transport, Nutzung und Entsorgung. Auch Datensammlung, -verarbeitung und -transfer spielen eine Rolle. Die genormte Methode **Ökobilanz**<sup>2</sup> oder **Lebenszyklusanalyse** erfasst ganzheitlich den vollständigen Produktlebenszyklus. Das IÖW hat eigene Berechnungen mit Fokus auf Treibhausgasemissionen durchgeführt. Die Eingangsdaten wurden aus verschiedenen Studien zusammengetragen.<sup>3</sup> Bewertet wurde beispielhaft eine datenintensive Anwendung mit sekundlicher Erfassung. Diese Frequenz ermöglicht es, dass der Gesamtstromverbrauch auf die Verbräuche von einzelnen Haushaltsgeräten aufgeschlüsselt und den Nutzer\*innen dargestellt werden kann, die sogenannte „Geräteerkennung“.

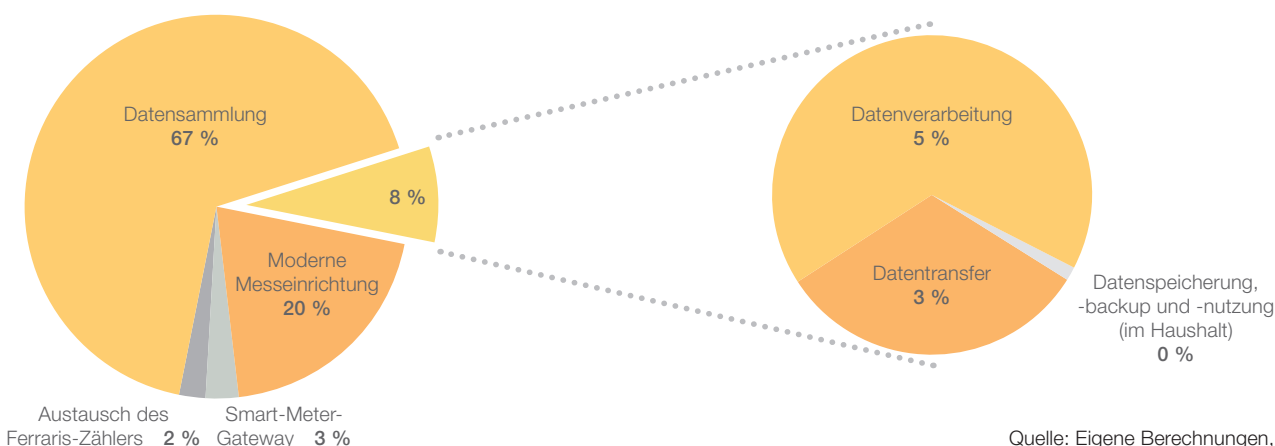
Das Ergebnis: Ein Smart Meter mit sekundlicher Erfassung einschließlich Geräteerkennung emittiert in einem Jahr ca. 17 kg CO<sub>2</sub>eq. Abbildung 1 stellt dar, wie sich diese ökologischen Effekte zusammensetzen: Zwei Drittel der Treibhausgasemissionen entstehen

durch den Stromverbrauch bei der Datenerfassung. An zweiter Stelle steht mit rund 20 Prozent der Lebenszyklus der Messeinrichtung – also dessen Herstellung, Lebensdauer und Entsorgung. Das Smart Meter Gateway macht mit seinem Lebenszyklus nur 3 Prozent der Emissionen aus. In Summe sorgt die technische Ausstattung des Haushalts mit Smart Metern und deren Stromverbrauch für 90 Prozent der Emissionen. Weitere 2 Prozent entstehen durch die vorzeitige Entsorgung des ausgetauschten Ferraris-Zählers.

Nur 8 Prozent der Emissionen sind auf die Datenübertragung und insbesondere deren Verarbeitung im Rechenzentrum zurückzuführen. Ein relevanter Anteil ist außerdem mit dem Datentransfer verbunden, während Datenspeicherung, -backup und -nutzung im Haushalt nur geringe ökologische Wirkungen haben. Weil diese ökologischen Wirkungen des Smart Meter nicht oder nur minimal vermieden werden können, kann die Ökobilanz nur durch eine effiziente Rollout-Strategie bzw. -Logistik und durch eine datensparsame Nutzung der Geräte verbessert werden.

Damit der Smart Meter in der Bilanz neutral abschneidet, müsste er also Emissionen von mindestens 17 kg CO<sub>2</sub>eq/a einsparen. Bei einem angenommenen Emissionsfaktor von 0,437 kg CO<sub>2</sub>eq für eine Kilowattstunde Strom aus dem Netz, entspricht das circa 40 kWh pro Jahr. Diese Strommenge wird für ungefähr 40 Wäschgänge in einer älteren Waschmaschine benötigt. Aber ist zu erwarten, dass diese Einsparungen durch den Einbau von Smart Metern auch erreicht werden?

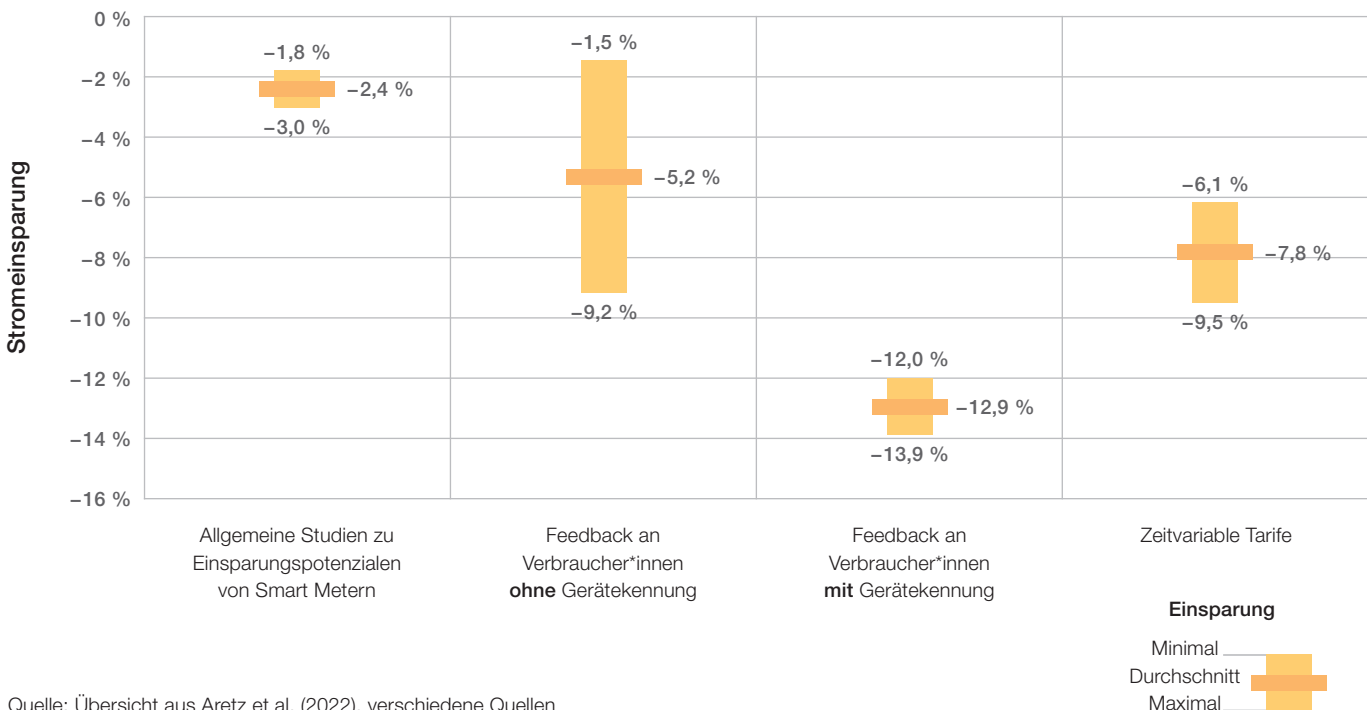
**Abbildung 1: Ökologische Effekte der sekundlichen Erfassung mit Geräteerkennung**



# Empirie zeigt kaum Einsparungen durch Smart Meter

Mit dem Einbau von Smart Metern war lange die Erwartung verbunden, als Nebeneffekt Energieeinsparungen beim Stromverbrauch zu erreichen.<sup>4</sup> Mit dieser These haben sich viele Forschungsprojekte befasst. Abbildung 2 zeigt einen Vergleich, welches Einsparpotenzial elf verschiedene Studien für verschiedene Funktionalitäten von Smart Metern festgestellt haben.

**Abbildung 2: Literaturlauswertung: Welches Energieeinsparpotenzial haben Smart Meter?**



Im Projekt DETECTIVE wurde mit realen Daten von über 1.600 Haushalten aus zwei Datensätzen, die am Einsparzählerprogramm teilgenommen haben<sup>5</sup>, analysiert, ob sich der Stromverbrauch insgesamt verändert hat. Die Datenaufzeichnung startete unmittelbar nach Einbau des Smart Meter, sodass in den darauffolgenden Wochen Veränderungen ausgewertet werden konnten. Für einen Großteil der Haushalte liegen als Vergleichswerte die Stromverbräuche des Vorjahres vor.

Bei allen installierten Zählern wurden die Werte im sekundlichen Takt aufgenommen. Die Daten wurden über ein Gateway an den Messstellenbetreiber gesendet und für den persönlichen Zugriff über ein Onlineportal aufbereitet. Für die Haushalte war es möglich, den Verbrauch einzelner Geräte zu erkennen.

Die Auswertung zeigt, dass sich bei circa einem Drittel der Haushalte der Verbrauch fast nicht ändert. Für die anderen Haushalte ergibt sich eine nahezu gleichmäßige Verteilung zwischen den Mustern einer Stromeinsparung und eines Mehrverbrauchs.

Ungefähr 550 Haushalte konnten durchschnittliche Einsparungen erzielen – minus 22 Prozent im ersten und minus 11 Prozent im zweiten Datensatz. Etwa genauso viele Haushalte verzeichneten einen durchschnittlichen Mehrverbrauch von 20 bzw. 12 Prozent in den beiden Datensätzen.

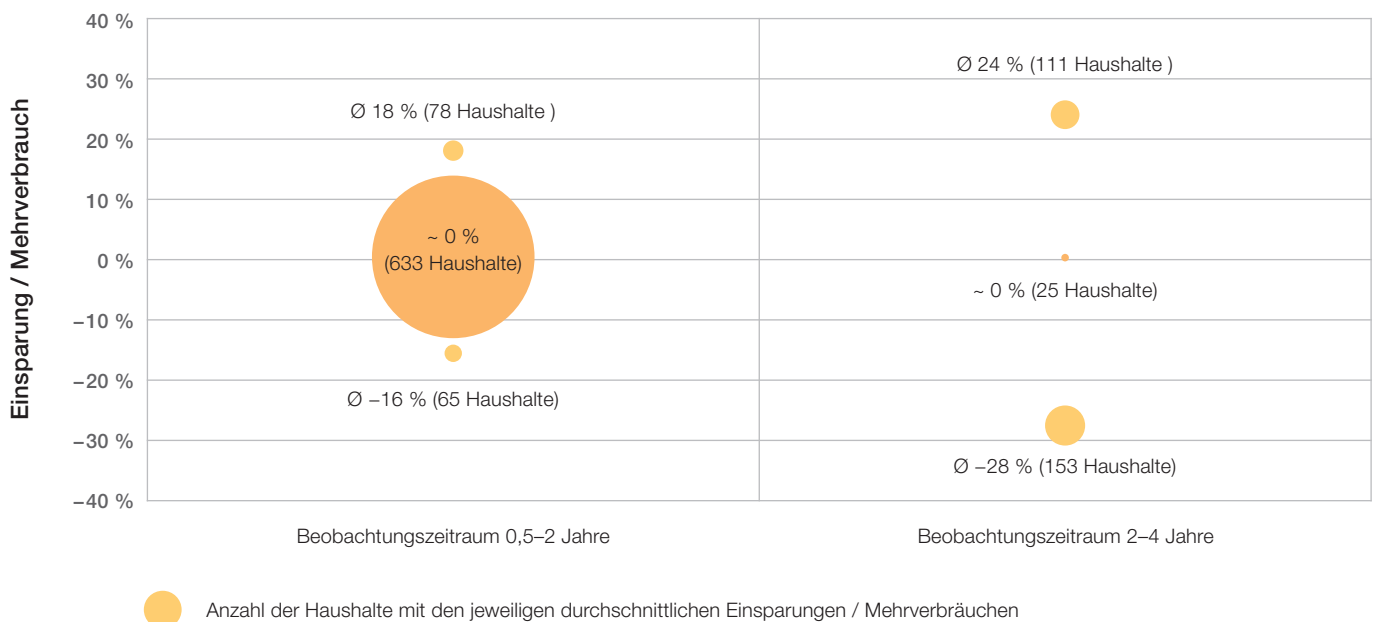
**Die Analysen zeigen, dass es insgesamt zu keinen nennenswerten Einsparungen kommt.**

Gemittelt über alle Haushalte bedeutet dies: Es konnte keine nennenswerte Verbrauchsänderung festgestellt werden. Die Einsparungen durch die ausgewerteten Datensätze liegen nicht innerhalb der erwarteten Bandbreite der vorhandenen Literaturwerte (Abbildung 3). Eine Studie zum Rollout von Smart Metern in den Niederlanden<sup>6</sup> unterstützt diese Erkenntnisse und gibt ebenfalls an, bei der Auswertung von realen Daten von Smart Metern

mit Feedback an die Verbraucher\*innen und ohne Geräteerkennung keine Verbrauchseinsparungen gefunden zu haben.

Beim Vergleich der Metadaten für die Haushalte mit den größten Verbrauchsänderungen ließ sich keine Korrelation zwischen einzelnen spezifischen Merkmalen und der größeren Tendenz zu signifikanten Änderungen feststellen.

**Abbildung 3: Einsparung bzw. Mehrverbrauch von Haushalten abhängig vom Zeitabstand nach Smart-Meter-Einbau**



Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Daten der DiscoveryGy GmbH<sup>7</sup>

Ferner wurde analysiert, wie sich der Zeitraum der Teilnahme am Programm auf jegliche Änderungen auswirkt. Hierfür wurden die Haushalte des ersten Datensatzes in zwei Gruppen unterteilt: In einer Gruppe lag der Messzeitraum zwischen einem halben Jahr und zwei Jahren nach Einbau des Smart Meter, in der anderen Gruppe wurde zwischen zwei und vier Jahren später gemessen. Die Analyse zeigt eine Verstärkung der Trends zur Einsparung bzw. zum Mehrverbrauch im Laufe der Zeit: Während die Mehrheit der ersten Gruppe fast keine Veränderung des Verbrauchs aufwies, war dieser Anteil in der zweiten Gruppe deutlich geringer. In dieser Gruppe, die den Smart Meter mindestens zwei Jahre lang nutzt, war der Stromverbrauch entweder deutlich gesunken oder deutlich gestiegen, wobei die Haushalte, die sparen, leicht überwiegen (siehe Abbildung 3).

Die Analysen zeigen, dass es insgesamt zu keinen nennenswerten Einsparungen kommt. Die relevanten negativen ökologischen Wirkungen des Rollouts können nicht kompensiert werden. Um die Bilanz zwischen ökologischem Aufwand und Nutzen auszugleichen, braucht es daher zweierlei: Einen durchdachten Rollout, bei dem durch effizienten Einbau maximale Einsparungen erzielt werden, und eine datensparsame Strategie, bei der die negativen Wirkungen der Geräte minimal gehalten werden.

# Was jetzt passieren sollte: Zügiger und datensparsamer Rollout

Das neue Gesetz zum Neustart der Digitalisierung der Energiewende, für das das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz im Dezember 2022 einen ersten Referentenentwurf vorgelegt hat, bietet die Chance, neuen Schwung in den Rollout zu bringen. Wie kann dieser dann zügig umgesetzt werden, dabei aber die Datenerhebung sparsam erfolgen, damit die ökologischen Wirkungen möglichst gering sind?

## 1. ROLLOUT IST EINE NOTWENDIGE VORAUSSETZUNG FÜR DAS GELINGEN UND DAS VORANTREIBEN DER ENERGIEWENDE

Die Integration der erneuerbaren Energien in das Energiesystem kann nur gelingen, wenn Stromerzeuger und Verbraucher\*innen digital miteinander verknüpft werden. Dafür ist es nötig, die Haushalte nicht nur mit einer modernen Messeinrichtung auszustatten, sondern mit einem Smart Meter, der eine sichere, zuverlässige und datenschutzkonforme Übertragung ermöglicht. Der Verzug bei den Zielen der Bundesregierung für den Rollout muss aufgeholt werden und zudem sollte der Rollout auf alle Haushalte ausgedehnt werden. Der flächendeckende Ausbau hätte deutliche Effizienzvorteile: So würde ein großer logistischer Aufwand entfallen, wenn der Umbau nicht punktuell, sondern straßenweise erfolgen würde. Auch aus wirtschaftlicher und ökologischer Perspektive entstünde ein Vorteil, wenn sich in Mehrfamilienhäusern alle Zähler ein Gateway teilen. Zusätzliche positive Effekte könnten in Zukunft erwartet werden, wenn der Aufbau der digitalen Infrastruktur so konzipiert wird, dass alle Energie- und Wasserverbräuche der Haushalte erfasst und über ein gemeinsames Gateway versendet werden können.



Mit dem Gateway werden die gemessenen Stromverbräuche verschlüsselt versendet. Bildnachweis: Discovery GmbH

## 2. VERBRAUCHSDATEN NUR NACH BEDARF ERHEBEN

Die Frequenz der Datenerhebung sollte aus Umweltschutzgründen so gering wie möglich sein. Grundsatz sollte sein, dass die Daten nur nach Bedarf erhoben werden – etwa mit einer wöchentlichen Erhebung als voreingestelltem Default und nur bei einem flexiblen Tarif viertelstündlich. Die Geräte sollten allerdings so konzipiert sein, dass eine höhere Frequenz gewählt werden kann, wenn dies aus technischer Sicht, etwa zur Netzüberwachung, erforderlich ist. Dienstleistungen, die öfter als viertelstündlich Daten erheben, können die Verbraucher\*innen dennoch beim Energiesparen unterstützen. Die Daten können so aufbereitet werden, dass sie auf ineffiziente Geräte hinweisen. Eine entsprechende Visualisierung des Stromverbrauchs kann zu stromsparendem Verhalten anregen. Solche Dienstleistungen sind allerdings mit einem größeren ökologischen Fußabdruck verbunden, weil deutlich mehr Daten erhoben, verarbeitet und gespeichert werden. Daher sollten diese Angebote nur auf expliziten Wunsch der Kund\*innen und ausschließlich vorübergehend erfolgen.

## 3. KOSTEN DES ROLLOUTS SOLLTEN NICHT AUSSCHLIESSLICH VERBRAUCHER\*INNEN TRAGEN

Grundsätzlich sind die Kosten für die Smart Meter nach dem Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende von den Haushalten selbst zu tragen. Das Gesetz sieht dabei Preisobergrenzen für den Einbau und den Betrieb von Smart Metern vor. Dabei gilt: Wer viel Strom verbraucht, muss auch mehr bezahlen. Doch die Kosten für einen Smart Meter werden in der Regel nicht durch die Stromeinsparung kompensiert. Da die Verbreitung des Smart Meter eine notwendige Infrastruktur für die Energiewende ist, sollte diese Belastung nicht vollumfänglich den Verbraucher\*innen übertragen werden. Zumindest ein Teil der Kosten sollte aus öffentlicher Hand durch Steuermittel bezuschusst werden. Die Kosten, die noch von den Haushalten zu tragen sind, sollten dabei sozialverträglich gestaltet sein, sodass finanziell schlechter gestellte Haushalte nicht überproportional belastet würden.



## Literaturempfehlungen zum Thema

Aretz, Astrid; Lenk, Clara; Ouanes, Nesrine; Holzner, Romana; Stange, Helena; Brischke, Lars-Arvid (2022): Evaluation of the energy saving potential through systematic data collection of the electricity consumption and heating in the building sector. eceee 2022 Summer Study on energy efficiency: agents of change. ISBN: 978-91-983878-9-3. S. 1165–1177.

[https://www.ioew.de/en/publication/evaluation\\_of\\_the\\_energy\\_saving\\_potential\\_through\\_systematic\\_data\\_collection\\_of\\_the\\_electricity\\_consumption\\_and\\_heating\\_system\\_operation\\_in\\_the\\_building\\_sector](https://www.ioew.de/en/publication/evaluation_of_the_energy_saving_potential_through_systematic_data_collection_of_the_electricity_consumption_and_heating_system_operation_in_the_building_sector)

Gähns, Swantje; Aretz, Astrid; Rohde, Friederike; Zimmermann, Hendrik (2021): Digitalizing the Energy System in a Sustainable Way Ökologisches Wirtschaften, Online-Ausgabe 1.2021 (36), Seite 28–32.

[https://www.ioew.de/publikation/die\\_digitalisierung\\_des\\_energiesystems\\_muss\\_unter\\_nachhaltigen\\_praemissen\\_erfolgen](https://www.ioew.de/publikation/die_digitalisierung_des_energiesystems_muss_unter_nachhaltigen_praemissen_erfolgen)

Gähns, Swantje; Weiß, Julika; Bluhm, Hannes; Dunkelberg, Elisa; Katner, Jannes (2021): Erkenntnisse zu Umweltwirkungen von Smart Metern – Erfahrungen aus dem Einsatz von Smart Metern in Europa.

<https://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/erkenntnisse-zu-umweltwirkungen-von-smart-metern>

## Referenzen

<sup>1</sup> Gähns, Swantje et al. (2021): siehe Literaturempfehlung oben.

<sup>2</sup> DIN e.V. (2006): ISO 14044:2006 Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines. <https://www.iso.org/standard/38498.html>

<sup>3</sup> Aretz, Astrid et al. (2022): siehe Literaturempfehlung oben.

<sup>4</sup> Ernst & Young (2013): Kosten-Nutzen-Analyse für einen flächendeckenden Einsatz intelligenter Zähler. Endbericht zur Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/suche/ernst-young-gmbh-kosten-nutzen-analyse-fuer-einen-flaechendeckenden-einsatz-intelligenter-zaehler-727148>

<sup>5</sup> BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle) (2021): Bundesförderung für das Pilotprogramm Einsparzähler. [www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Einsparzaehler/einsparzaehler\\_node.html](http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Einsparzaehler/einsparzaehler_node.html) Letzter Zugriff am 14.01.2022

<sup>6</sup> Vringer, Kees; van Soes, Daan; Boomsma, Mirthe (2022): Effective energy saving policy requires causal evidence. eceee 2022 Summer Study on energy efficiency: agents of change. ISBN: 978-91-983878-9-3. S. 413–421. [https://vringer.nl/docs/4-015-22\\_Vringer.pdf](https://vringer.nl/docs/4-015-22_Vringer.pdf)

<sup>7</sup> Discovery. openMeter Datenplattform. <https://appstore.logarithmo.de/app/openmeterplattform/v1/demo/page-datenebersicht>

## Danke

Wir bedanken uns beim Projektteam vom IÖW und dem Institut für Energie- und Umweltforschung gGmbH (ifeu) für die konstruktive Zusammenarbeit und die Kommentierung des Papiers und bei der Discovery GmbH für die gute Kooperation und die Bereitstellung der Daten. Gleichwohl tragen die Autorinnen die alleinige Verantwortung für die Inhalte.

## AUTORINNEN UND KONTAKT



Dr. Astrid Aretz, [astrid.aretz@ioew.de](mailto:astrid.aretz@ioew.de), Telefon: +49 30 884594-0

Nesrine Ouanes

---

## REDAKTION

Antonia Sladek, Richard Harnisch

[kommunikation@ioew.de](mailto:kommunikation@ioew.de)

---

## FÖRDERHINWEIS

Dieses IÖW Impulse entstand im Projekt „DETECTIVE – Energieeinsparung durch Digitalisierung (FZK 03EI5204)“, das durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags gefördert wurde.

---

## HERAUSGEBER

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung GmbH (gemeinnützig)

Potsdamer Str. 105 | D-10785 Berlin

+49-(0)30 - 884 59 4-0 | [mailbox@ioew.de](mailto:mailbox@ioew.de)

Wissenschaftlicher Geschäftsführer: Thomas Korbun

Kaufmännische Geschäftsführerin: Marion Wiegand

Berlin, Januar 2023

 [@ioew\\_de](https://twitter.com/ioew_de)

→ [www.ioew.de](http://www.ioew.de)



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages