

FlexMC

Flexibilitäten hinter dem Zähler messen, steuern und abrechnen

Gefördert im Rahmen des Förderaufrufs

**Weiterentwicklung und Anwendung der SMGW-Kommunikationsplattform
für die Digitalisierung von Energienetzen**

(DigENet I)

Autor:innen:

Dr. Arwen Colell, Julian Raach, Marco Sauer, Dr. Ulrich Schuster, Laurin Vierrath, Jan Weil

Projektlaufzeit 2022-01 – 2024-12

Koordination des Vorhabens decarbon1ze GmbH
Hedwig-Dohm-Straße 4
10829 Berlin

**Verbundpartner /
Zuwendungsempfänger** decarbon1ze GmbH, (Förderkennzeichen 03EI4045A)
50Hertz Transmission GmbH (Förderkennzeichen
03EI4045B)
Theben AG (Förderkennzeichen 03EI4045C)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhalt

1. Projektziele und Zielerreichung	4
a. Ziele des Vorhabens	4
b. Zielerreichung im Überblick	5
c. Detaillierte Darstellung der Zielerreichung.....	7
a. AP1 Anforderungsanalyse	7
b. AP2 Sicherheitskonzeption.....	8
c. AP3 Anbindung von Mikroflexibilitäten.....	9
d. AP4 Regulierung und Standardisierung	12
e. AP5 Weiterentwicklung von Prozessen und Dienstleistungen der ÜNB- und BiKo- Rollen.....	13
f. AP6 Aufbau einer Ende-zu-Ende Teststrecke und Feldtest.....	13
g. AP7 Projektkoordination, Kommunikation und Transfer	14
3. Erreichung der individuellen Ziele	15
Theben: Individuelle Zielerreichung und Zuwendungsverwendung.....	15
Technische Anschlussfähigkeit der Projektarbeit.....	15
Wirtschaftliche Anschlussfähigkeit der Projektarbeit.....	16
decarbonize: Individuelle Zielerreichung und Zuwendungsverwendung	16
Technische Anschlussfähigkeit der Projektarbeit.....	16
Wirtschaftliche Anschlussfähigkeit der Projektarbeit.....	17
50Hertz: Individuelle Zielerreichung und Zuwendungsverwendung	17
4. Identifizierte Herausforderungen für die Migration in die Praxis.....	18
5. Fazit.....	19
Anhang	20
Anhang 1: Übersicht der im Projekt erworbenen Normen und Standards	20

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Meilensteinplanung der eingereichten Gesamtvorhabenbeschreibung	6
Abbildung 2Vorbereitete Feldtestinstallation einer Power to Heat Anlage im Gebäudebestand in Berlin mit A-Musterstand des DICAMM. Bild: decarbon1ze	6
Abbildung 3 Detailansicht, A-Muster des DICAMM. Bild: decarbon1ze.....	6
Abbildung 4 Konzeption des DICAMM mit Funk-Anbindung. Ursprünglicher Entwurf der Systemarchitektur im Projekt.	9
Abbildung 5Übersicht der verschiedenen aktuellen Steuerungstrecken mit Integration des DICAMM	10
Abbildung 6 Zweite Generation des decarbon1zers (DICAMM-Prototyp) Bild: decarbon1ze	11
Abbildung 7 Besuch des Bundeswirtschaftsministers Robert Habeck in einer Pilotinstallation (Heizstab mit decarbon1zer) der Vonovia, Juli 2024 Bild: decarbon1ze	11
Abbildung 8 Beispielhafte Darstellung der Markierung eines Abschnitts des Zählerstandsgangs zur separaten Bilanzierung der entsprechenden Verbrauchswerte.....	12
Abbildung 9 Flex Management Architektur mit Umsetzung des "TAF 16"	14

1. Projektziele und Zielerreichung

a. Ziele des Vorhabens

Für den Ausstieg aus fossilen Energieträgern auch in der Wärmebereitstellung und der Mobilität und den Einstieg in die Elektrifizierung dieser Sektoren ist entscheidend, dass Menschen in Privathaushalten und Kleingewerben in entsprechende Energiewendeanlagen investieren können und möchten, und dass es niederschwellig möglich und attraktiv wird, diese als steuerbare, flexible Verbraucher (sogenannte Mikroflexibilitäten) markt- und netzdienlich einzusetzen. Der Umstieg rechnet sich bisher vielfach noch nicht. Vor allem die niederschwellige Installation der Anlagen und der für deren separate Tarifierung und Bewirtschaftung notwendigen Mess- und Zähltechnik, der kostengünstige Betrieb der Anlagen ohne Komforteinbußen und die Umsetzung tarifärer Anreize, zum Beispiel für die flexible Steuerung der Anlagen, sind notwendige Voraussetzung.¹

Ziel des Verbundforschungsvorhabens FlexMC war es daher, durch die Weiterentwicklung der deutschen Smart Metering Infrastruktur die technischen und organisatorischen Voraussetzungen zu schaffen für einen erfolgreichen Massenmarkt von Mikroflexibilitäten im Gebäudebestand.

Dazu wurden folgende spezifische Projektziele von den Partnern verfolgt:

- **Zählen und Abrechnen von kleinen, flexiblen Energiewendeanlagen:** FlexMC ermöglicht geräteindividuelle Tarife sowie die flexible Abgrenzung lokaler Erzeugung für einzelne elektrische Anlagen wie Wärmepumpen, Ladestationen oder PV-Speicher. Kernstück dafür sind drahtlos und niederschwellig an das Smart Meter Gateway (SMGW) angebundene Unterzähler. Technische Lösungen werden dabei mit neuen Rollen und Teilhabemöglichkeiten im Energiesystem verknüpft. Kosten- und Nutzenerwartungen der Endverbraucher:innen werden daher von Anfang an beachtet.
- **Unterbrechen und Steuern der Verbräuche von flexiblen Energiewendeanlagen.** In FlexMC erweitern wir bestehende Ansätze der SINTEG-Projekte zur flexiblen Steuerung von Anlagen hin zu kleineren Leistungen. Massenmarkttaugliche Endkundenprodukte für kleine Energiewendeanlagen erfordern die Anpassung der für Groß- und Sondervertragskunden entwickelten Marktprozesse – insbesondere zur Registrierung von und zum koordinierten Zugriff auf Mikroflexibilität sowie für die Bilanzierung von Steuerungseingriffen. Ergebnisse sollen in Form von Vorschlägen für offene technische Standards in die Gremien der Aushandlung regulatorischer Rahmenbedingungen eingebracht werden.

Um verwertungsnahe, nutzerorientierte und markttaugliche Vorschläge zu entwickeln, verfolgten wir einen „Ende-zu-Ende“-Ansatz vom Übertragungsnetzbetreiber / Bilanzkreis Koordinator (BiKo) bis in den Haushalt, und haben ökonomische und regulatorische Aspekte gleichberechtigt neben der Technik betrachtet. Von der Anforderungsanalyse bis zur Erprobung der Entwicklungen im Feld wurden deshalb Praxisperspektiven auch von Partnerunternehmen außerhalb des Verbundforschungskonsortiums ebenso mit einbezogen, wie die Diskussion regulatorischer Anforderungen in Normungs- und Standardisierungsgremien, sowie im regelmäßigen Austausch mit dem Fördergeber und dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik als zuständiger nachgelagerter Behörde.

¹ Agora Energiewende und Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V. (2023): Haushaltsnahe Flexibilitäten nutzen. Wie Elektrofahrzeuge, Wärmepumpen und Co. die Stromkosten für alle senken können.

b. Zielerreichung im Überblick

Zählen und Abrechnen von kleinen, flexiblen Energiewendeanlagen.

Für die separate mess- und zähltechnische Erfassung von flexiblen Energiewendeanlagen hinter dem Hausanschluss wurde im Rahmen des Projekts eine Hardwarelösung in zwei Musterständen entwickelt, die die Verbrauchserfassung mit Viertelstundenwerten ermöglicht. Die Geräte wurden im Feld installiert, um mithilfe von fernsteuerbaren Heizstäben die Warmwasserspeicher von Bestandsgebäuden mit fossiler Wärmebereitstellung als Speicher für fluktuierende Erzeugung aus erneuerbaren Energien zu erschließen.

Ein Architekturentwurf zur Anbindung der Messtechnikhardware an das Smart Meter Gateway wurde im Rahmen der Forschungsbegleitung durch das BSI und seine Dienstleister vorgestellt, auf Grundlage des Feedbacks weiterentwickelt und hinsichtlich der Möglichkeiten zur Integration in die Infrastruktur des SMGW diskutiert. Eine Anbindung des Unterzählers an das SMGW war im Rahmen des Projekts nicht möglich. Die Verbundpartner entschieden daher, einen Vorschlag für einen erweiterten Tarifierungsfall vorzulegen, der Anforderungen an die separate Tarifierung von Energiewendeanlagen hinter dem Hausanschluss aufgreift. Das Ziel der transaktions-scharfen Messung wurde folglich nicht mehr mit eigener Unterzählung einschließlich Zeitstempelung verfolgt, sondern mittels einer Verschiebung von Funktionalität auf das SMGW selbst weiterbearbeitet. Der Vorschlag für den Tarifierungsfall wurde vom BSI aufgegriffen und wird derzeit als TAF 16 bezeichnet.

Der Durchstich der entwickelten Funktionalität erfolgte im Rahmen des Projekts in einer Testumgebung. Dabei wurde ein kompletter Durchstich aufgebaut und getestet, das heißt Ansteuerung einer Flexibilität über DICAMM-Software auf dem Theben Mehrwertmodul aus dem decarbon1ze Backend über das CLS Head-End der BTC, einen CLS-Kanal, das SMGW bis zum Mehrwertmodul, was dann den Trigger für die Messung an das SMGW ausgelöst hat.

Unterbrechen und Steuern der Verbräuche von kleinen Energiewendeanlagen.

Die im Rahmen des Projekts entwickelte Messtechnik ermöglichte auch die gezielte Ansteuerung der Verbrauchsanlage sowie die Unterbrechung und Wiederaufnahme des Verbrauchs, beispielsweise auch zur Abbildung gesetzlicher Anforderungen wie der Umsetzung eines Anlagenfahrplans für den Flexibilitätseinsatz nach dem im Rahmen der Projektlaufzeit neu eingeführten §13k Energiewirtschaftsgesetz („Nutzen statt Abregeln“). Ziel war nach dem Vorbild eines Transaktionsdatensatzes für einen Ladevorgang eine Verknüpfung von Start- und Endzeit mit den Verbrauchsdaten zu erreichen, um beispielsweise die transaktionsbezogene Nachweisführung für Energiewendeanlagen abzubilden.

Auch diese Funktionalität wurde bei der Entwicklung des oben benannten Tarifierungsfalls aufgegriffen. Der Tarifierungsfall ermöglicht dabei nicht nur eine Protokollierung von Messwerten, sondern auch die Verknüpfung mit einem transaktionsbezogenen Start und Stopp. So wird die Grundlage geschaffen, beispielsweise für die Verwendung transaktionsbezogener Datensätze zur Nachweisführung in subventionsrelevanten Kontexten wie dem Energiebezug nach §13k EnWG.

Im Folgenden wird die Meilensteinplanung der Gesamtvorhabenbeschreibung der Meilensteinerreichung im Projekt gegenübergestellt. Für das Gesamtvorhaben wurden drei Meilensteine geplant. Abbildung 1 zeigt die geplante Meilensteinerreichung im Zeitverlauf der Projektplanung mit Bezug zu den Arbeitspaketen.

AP	Beschreibung	Leitung	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	Anforderungsanalyse	dc	1,8	2,2	1,8	1	1,1	1,1	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1																			
2	Sicherheitskonzeption	bin			0,4	0,9	1,2	1,1	1,8	1,1	0,8	0,8	0,8	0,7	0,3	0,1	0,3	0,3										0,7	0,7	0,7	0,6		
3	Anbindung Mittelkreis	dc		0,5	1,2	1,8	1,5	1,9	1,9	2,4	2,5	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,5	2,5	2,4	2,4	2,5	2,3	2,3	1,8	1,8	1,1	0,2	0,1	0,5	0,9	0,9		
4	Regulierung & Standisierung	50Hz	0,7	1	0,8	0,8	0,6	0,5	0,5	1	1,1	0,9	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3	0,5	0,6	0,8	0,8	0,8	0,5	0,5	1	0,6	1,1	1	1	0,7	1	1	
5	Weiterentwicklung	50Hz		0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,6	0,8	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	
6	Test und Feldtest	50Hz					0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,9	0,9	1,4	0,9	0,9	0,6	0,4	0,2	0,3	0,9	0,9	1,2	1,7	1,3	1,8	1,5	1,9	2	1,8	
7	Koordination & Kommun.	dc	1,8	0,3	0,1	0,2	0,1	0,3	0,3			0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	0,3	0,4	0,3	0,5	0,6	0,6	0,6	0,4	0,7	0,7	0,9	0,5	0,5
										M1										M2										M3			

Abbildung 1 Meilensteinplanung der eingereichten Gesamtvorhabenbeschreibung

Meilenstein 1 (M1 in Abbildung 1) sah das vollständige Verständnis der Anforderungen an die Systemarchitektur vor, so dass das Sicherheitskonzept, die Referenzspezifikation des DICAMM und die Architektur der Systemerweiterungen abgeschlossen werden können. Dieser Meilenstein war in Monat 9 geplant und wurde fristgerecht erreicht.

Meilenstein 2 (M2 in Abbildung 1) umfasste die prototypische Umsetzung der Messdatenerfassung und die Steuerung von Anlagen basierend auf Labormustern, sowie die Spezifikation eines A-Musters des DICAMM und die Vorbereitung des Feldversuchs. Dieser Meilenstein war in Monat 18 geplant und wurde fristgerecht erreicht. Abbildung 3 zeigt die Detailansicht des A-Musterstands und die erste Feldtestinstallation einer Power-to-Heat Anlage in einem Mehrparteiengebäude in Berlin.



Abbildung 2 Vorbereitung der Feldtestinstallation einer Power to Heat Anlage im Gebäudebestand in Berlin mit A-Musterstand des DICAMM. Bild: decarbon1ze



Abbildung 3 Detailansicht, A-Muster des DICAMM. Bild: decarbon1ze

Meilenstein 3 (M3 in Abbildung 1) war für den Projektmonat 24 geplant und sah den Abschluss der Spezifikation der SMGW-Erweiterung zur Interaktion mit dem DICAMM und deren vorbereitende Abstimmung mit relevanten Behörden, so dass die Spezifikation beim BSI zur Konsultation eingereicht hätte werden können. Dieser Meilenstein wurde nicht erreicht. Es wurde in Abstimmung mit dem Fördergeber stattdessen die Abbildung eines Teils der DICAMM Funktionalität im Smart Meter Gateway mittels eines neu entwickelten Tarifierungsanwendungsfalls angestrebt. Dieser veränderte Meilenstein wurde erreicht.

Im Folgenden werden jeweils die zentralen Ergebnisse der Arbeitspakete knapp zusammengefasst.

c. Detaillierte Darstellung der Zielerreichung

a. AP1 Anforderungsanalyse

Arbeitspaketverantwortlicher Projektpartner: decarbon1ze

Für den Entwurf der Messsystemarchitektur, und die später angeschlossene Entwicklung des Vorschlags für einen Tarifierungsfall, wurden zunächst zentrale Anwendungsfälle für den Einsatz von Flexibilitäten hinter dem Haus beschrieben, ökonomisch modelliert und einer Kostentreiberanalyse unterzogen. Zentrale Anwendungsfälle sind das Laden von E-Fahrzeugen, der Betrieb von Wärmepumpen oder die Hybridisierung von fossiler Wärmeversorgung mit ergänzenden Stromzusatzheizungen, sowie die Umsetzung von Mieterstrom- oder Quartiersstromlösungen. Wesentliche gemeinsame Eigenschaften dieser Anwendungsfälle sind

- **Belieferung: Bilanzierung der tatsächlich gelieferten Energiemenge ist nicht die Norm.**
Damit für Lieferanten ein Anreiz entsteht zum kostenoptimierten Betrieb von Flexibilitäten, muss die tatsächlich gelieferte Energiemenge bilanziert werden. Aktuell ist für Kunden unter 10.000kWh Jahresverbrauch jedoch die Bilanzierung auf Basis eines standardisierten Lastprofils (SLP) die Norm, auch wenn Haushalte steuerbare Verbrauchseinrichtungen wie E-Fahrzeuge oder Wärmepumpen umfassen. Bei der SLP-Bilanzierung geht der Marktbezug zwischen tatsächlicher Erzeugung und Verbrauch verloren, weil Lieferanten Strom für SLPs beschaffen, anstatt für den tatsächlichen Bezug. Damit tragen sie derzeit nicht das Risiko für Abweichungen und profitieren nicht vom an das EE-Dargebot angepassten Verbrauchsverhalten ihrer Kunden.² Auch Mieterstrom-Projekte werden bisher zumeist auf der Basis von Profilbelieferung umgesetzt.
- **Kosteneffektivität: Um Energiewendeanlagen kostenoptimal zu betreiben müssen Flexibilitäten individuell und transaktionsscharf bewirtschaftet werden.** Um lokale Erzeugung und Rückspeisung sowie wechselnde Verbraucher wie Elektrofahrzeuge oder Wärmepumpen in die Bewirtschaftung einzubeziehen, ist die individuelle, transaktionsscharfe Betrachtung entscheidend. Hier geht es darum, einen Ausschnitt eines Last- oder Zählerstandgangs anlagenscharf zu erfassen, abzurechnen und einem Bilanzkreis zuzuordnen. In Prosumer-Liegenschaften mit PV-Erzeugung steht derzeit das Flexibilitätpotenzial von Speichern (auch Warmwasserspeichern) dem Energiesystem nicht zur Verfügung, weil zwischen Eigen- und Netzbetrieb nicht unterschieden werden kann. Um beides zu kombinieren, müssen Lade- bzw. Entladevorgänge innerhalb der Kundenanlage transaktionsscharf erfasst, abgerechnet und bilanziert werden können. Die Mehrzahl der Haushalte und Kleingewerbe in Deutschland befindet sich außerdem in Mehrparteien-Liegenschaften. Transaktionsscharfe Abrechnung und Bilanzierung wird hier unverzichtbar, um ein *virtuelles Eigenheim* zu schaffen, mit korrekt zugeordneten Energiemengen z.B. bei der Beladung des Elektrofahrzeugs in der gemeinsamen Tiefgarage mit Strom von der PV-Dachanlage oder dem privaten Balkonkraftwerk.
- **Installation: Entfernung und Kosten verhindern individuelle messtechnische Erfassung.**
Hausanschluss und Installationsort der flexiblen Energiewendeanlagen liegen oft weit auseinander. Dies betrifft insbesondere den Gebäudebestand und dabei vor allem auch den Geschosswohnungsbau. Die Einrichtung einer komplexen Messstelle mit herkömmlichen Lösungsansätzen ist dabei oft prohibitiv teuer oder schlicht nicht möglich. Das Ergebnis ist bisher zumeist: Energiewendeanlagen werden, wenn sie überhaupt installiert werden, nicht

² Die Verpflichtung, einen dynamischen Tarif anzubieten, ändert hieran nichts. Bei SLP-Bilanzierung würden Lieferanten den dynamischen Tarif so ausgestalten, dass er sich möglichst am jeweiligen Profil orientiert, um ihr Risiko zu minimieren.

individuell messtechnisch erfasst, daher nicht separat tarifiert und auch nicht gezielt mit Energiesystemdienstleistungen verknüpft. Die anlagennahe Unterzählung und die drahtlose kommunikative Anbindung der Anlagen an das Smart Meter Gateway bergen erhebliche Vereinfachungs- und Kostenreduktionspotenziale.

b. AP2 Sicherheitskonzeption

Arbeitspaketverantwortlicher Projektpartner: Theben

Grundsätzlich wird die Protokollierungsfunktion innerhalb der BSI-Vorgaben (BSI TR 03109-1) umgesetzt. Dadurch wird gewährleistet, dass alle Sicherheitsanforderungen nach standardisiertem Vorgehen und mit Zertifikat versehen erfüllt werden. Im Rahmen des FlexMC-Projekts wurde gemeinsam mit dem BSI ein neuer Tarifierungsfall 16 (Protokollierungsfunktion) verabredet, der heute durch das BSI bereits grob spezifiziert wurde. Sicherheitsüberlegungen sind dort bereits eingeflossen.

Folgende Funktionsweise wurde im Projekt umgesetzt:

Die Protokollierungsfunktion basiert auf einem Ereignisvariablen Tarif, der eine Messwertaufnahme auf Grundlage eines externen Ereignisses auslösen kann. Das Ereignis wird durch die Flexibilität über die zusätzliche Webschnittstelle auf der HAN-Seite ausgelöst. Neben dem Messwert des entsprechenden Zählers werden zusätzliche Daten im Meterrecord gespeichert die über die Webschnittstelle von der Flexibilität geliefert werden. Diese sind:

- o Eine UUID nach RFC4122, für die Zuordnung des Ereignisses im Backend.
- o Die CLS-ID der Flexibilität
- o Ein Textfeld für beschreibenden Text. z.B. der Name des Ereignisses
- o Ein Zeitstempel (Unixtimestamp) welcher dem Ereignis zugeordnet ist

Innerhalb des Tarif-Profiles muss neben den Referenzen auf den Zähler, Messwert, Letztverbraucher und externen Marktteilnehmer zusätzlich eine Referenz auf die Ereignisquelle (CLS-ID) enthalten sein. Beim Eintritt eines externen Ereignisses wird der aktuelle Messwert vom Zähler abgerufen und versendet. (On demand read out + On demand delivery.) Innerhalb des Projekts wurden die aktuellen Zählerstände bei Eintritt eines Ereignisses aufgezeichnet. Zusätzlich wurde ein TAF7 für den entsprechenden Zähler eingerichtet. Somit erhält man einen kontinuierlichen Zählerstandgang und zusätzliche Messwerte bei Ereigniseintritt für die Berechnung der Energiemengen im Backend.

Alle Funktionen wurden somit innerhalb der bereits definierten und zertifizierten Sicherheitsarchitektur umgesetzt und erfüllen daher hohe Standards. Speziell beim verwendeten Mehrwertmodul ist vor allem die innerhalb der Projektlaufzeit erschienene BSI TR 03109-5 gemeint. Es wurde außerdem bereits eine Möglichkeit zum Handling der neuen Funktionen, in Form eines Interfaces, umgesetzt.

Das zusätzliche Webinterface auf der WAN Seite wurde innerhalb des Projektes als Schnittstelle für den aEMT konzipiert, um dem aEMT die Möglichkeit zu geben, externe Ereignisse an das SMGW oder protokollierte Schaltbefehle über das SMGW an ein CLS zu senden. Der Kanalaufbau erfolgt jedoch wie auch bei allen WAN Kanälen vom SMGW zum aEMT dafür muss ein entsprechendes EMT-Profil mit einem zusätzlichen (neuen) Anwendungsfall konfiguriert werden. Damit das SMGW den Kanal zum aEMT aufbaut, muss der GWA einen Connect Befehl an das SMGW senden.

- Der aEMT Kanal ist ein TLS-Kanal. Authentifizierung erfolgt über aEMT TLS-Zertifikat und SMGW WAN-Zertifikat (mutual authentication)
- Kann zur Anzeige eines externen Ereignisses auf der WAN-Seite verwendet werden.

- Externes Ereignis auf der WAN-Seite kann eine Messwertaufnahme auslösen, wenn das entsprechende aEMT Profil im entsprechenden Tarifprofil als externe Quelle referenziert ist.
- Der aEMT kann einen Schaltbefehl über das SMGW an ein CLS weiterleiten, wenn im http Request eine CLS-ID als Ziel und ein Schaltbefehl angegeben wurden. Für das CLS muss entsprechend ein CLS-Profil existieren (zusätzlicher Anwendungsfall) und die CLS-ID muss als Referenz im entsprechenden Tarifanwendungsfall eingetragen sein.
- Die Protokollierung des Schaltbefehls erfolgt durch entsprechende Logmeldungen im System und Letztverbraucher Log, sowie durch die Messwertaufnahme.

c. AP3 Anbindung von Mikroflexibilitäten

Arbeitspaketverantwortlicher Projektpartner: decarbon1ze

Für die Anbindung von messtechnisch separat erfassten und dadurch individuell tarifierbaren Energiewendeanlagen an das Smart Meter Gateway wurden im Projekt eine entsprechende Systemarchitektur (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) sowie ein Flexibilitätsmanagementsystem entworfen, Labormuster einer Messtechnik-Hardware (sogenanntes DICAMM, Device Integrable Control and Metering Module) spezifiziert und gebaut, sowie notwendige Erweiterungen des SMGW für den Anschluss eines DICAMM konzipiert.

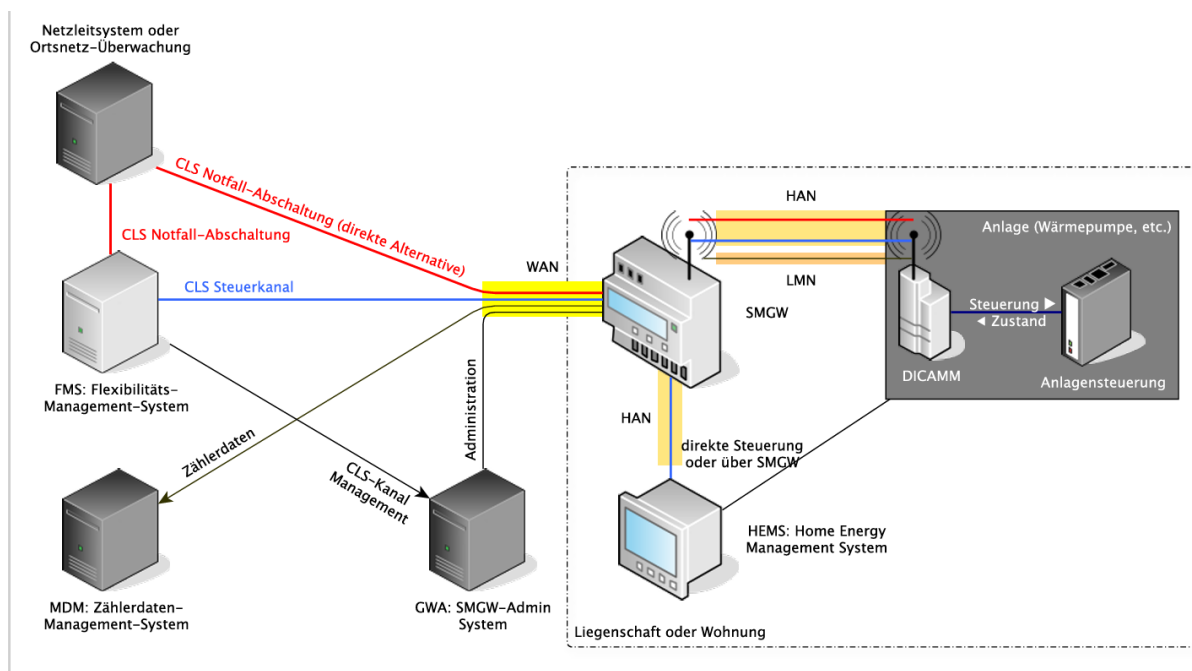


Abbildung 4 Konzeption des DICAMM mit Funk-Anbindung. Ursprünglicher Entwurf der Systemarchitektur im Projekt.

Für die Entwicklung der Systemarchitektur wurde die Partitionierung von Flexibilitätsmanagementfunktionen zwischen Anlage, SMGW und Backend beschrieben und ein entsprechendes Flexibilitätsmanagementsystem (FMS) aufgebaut. Das FMS wurde dabei spezifisch für den Anwendungsfall einer zusätzlich zuschaltbaren Stromdirektheizung in einem fossilen Wärmeversorgungssystem im Geschosswohnungsbau entworfen, den wir im Rahmen der parallellaufenden regulatorischen Entwicklung und Einführung des §13k Energiewirtschaftsgesetz mit Partnern aus der Wohnungswirtschaft, insbesondere Vonovia, umsetzen (vgl. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Das FMS ermöglicht es, Sollwert-Vorgaben an die von einem Flexibilitäts-Pool abzunehmende Wirkleistung auf einzelne Flexibilitäten im Pool herunterzubrechen

und an diese zu kommunizieren. Dabei fließt das vergangene Verhalten der individuellen Flexibilitäten sowie deren aus Zustandsdaten geschätzte verfügbare Speicherkapazität ein.

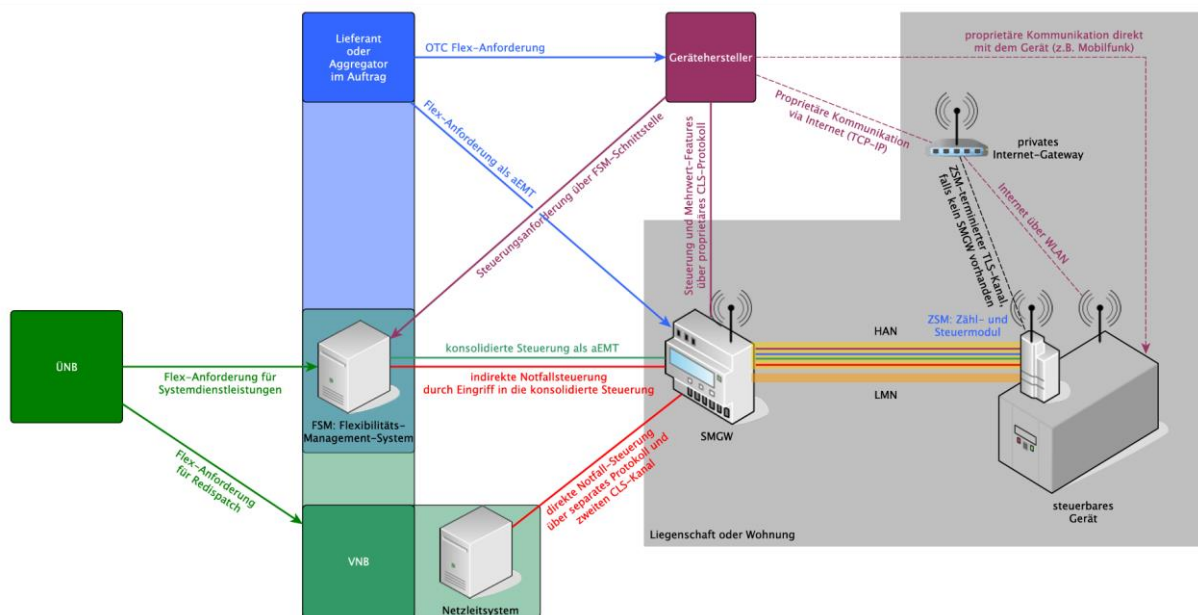


Abbildung 5 Übersicht der verschiedenen aktuellen Steuerungsstrecken mit Integration des DICAMM

Im Rahmen des Projekts wurden zwei Generationen eines DICAMM-Prototyps gebaut. Der A-Musterstand ist in Abschnitt 1b dargestellt. Die zweite Mustergeneration hier abgebildet. Dieser prototypische „decarbon1zer“ (vgl. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**6 und Abbildung 7) enthält einen MID-Zähler, eine Zusatzeinrichtung zur Verknüpfung von Messwerten mit der gesetzlichen Zeit und deren Kommunikation an ein SMGW sowie eine Steuereinheit, die über verschiedene physikalische Schnittstellen und Protokolle (Modbus RTU, Modbus TCP, MQTT, HTTP etc.) Kompatibilität zu zahlreichen Anlagen schafft, insbesondere zu den im Rahmen des Projekts primär verwendeten elektrischen Hezelementen für Warmwasserspeicher. Im Entwurf der Systemarchitektur sowie in der Prototypenentwicklung wurden Normen und Standards entsprechend den relevanten Anforderungen beachtet. Anhang 1 enthält eine Liste der im Projekt erworbenen Normen und Standards.



Abbildung 6 Zweite Generation des decarbon1zers (DICAMM-Prototyp) Bild: decarbon1ze



Abbildung 7 Besuch des Bundeswirtschaftsministers Robert Habeck in einer Pilotinstallation (Heizstab mit decarbon1zer) der Vonovia, Juli 2024 Bild: decarbon1ze

Da die vorgeschlagene Systemarchitektur zur niederschweligen, drahtlosen Anbindung eines anlagennahen Unterzählers nach intensiven Diskussionen mit dem BSI zunächst nicht abgeschlossen werden konnte, haben wir die Weiterentwicklung der SMGW-Architektur auf einen neuen Tarifierungsfall fokussiert.

Ausgehend von der Tatsache, dass für alle genannten Anwendungsfälle die Bilanzierung des tatsächlichen Lastgangs nötig ist und somit die Erfassung des Zählerstandgangs mittels Tarifierungsfall 7 (TAF7), beschreibt der in FlexMC entwickelte Tarifierungsfall *Ereignisgesteuerte Messung* die minimal nötige Erweiterung im SMGW, um

- den Nachweis zu führen, dass eine Flexibilität zu einem bestimmten Zeitpunkt auf eine Flexibilitätsanforderung reagiert hat, unabhängig von der Quelle dieser Anforderung;
- Abschnitte von Lastgängen zu markieren, um diese transaktionsscharf unterschiedlichen Bilanzkreisen zuzuweisen;
- eine externe Kennung in den vom SMGW signierten Transaktionsdatensatz aufzunehmen, um Transaktionen unterschiedlichen Ereignissen oder Benutzern zuordnen zu können.

Der Tarifierungsfall *Ereignisgesteuerte Messung* wurde in der Folge durch das BSI in Tarifierungsfall 16 benannt und stellt eine Weiterentwicklung dar des ursprünglich (in der Version 1.0) der TR-03109-1 angelegten TAF11, unter Berücksichtigung der oben genannten Anwendungsfälle und Anforderungen aus BNetzA BK6-20-160 und dem Dokument 6-A des Reglermittlungsausschusses an der PTB zu Messgeräten im Anwendungsbereich der Elektromobilität.

Der Tarifierungsfall *Ereignisgesteuerte Messung* ermöglicht dem SMGW, angestoßen durch einen Befehl aus dem HAN oder dem WAN, zu einem beliebigen Zeitpunkt einen Messdatensatz aus aktuellem Zählerstand und Zeitstempel zu erzeugen, sowie eine laufende Sequenznummer und einen externen Identifikator hinzuzufügen. Mit dieser ereignisgetriebenen Messwerterfassung können eine

Reihe von Anwendungsfällen abgedeckt werden, weitestgehend unter Rückgriff auf bereits im SMGW implementierte Funktionalität sowie Entwicklungen im DigENet-Förderprojekt „AiM“.

- Aus der Differenz zweier per Sequenzzähler identifizierter Transaktionsmessungen kann die Energiemenge im dadurch definierten Intervall bestimmt werden, unabhängig von der im SMGW konfigurierten Registrierperiode. Eine Verbrauchsperiode kann somit auch dann erfasst werden, wenn Start und Ende des Vorgangs von der Anlage oder dessen Bedienung abhängen.
- In Kombination mit einem konfigurierten TAF7 können Zählerstandsgang-Abschnitte (ZSG-Abschnitte) als zu einer Transaktion gehörig markiert werden – auch zu Zeitpunkten außerhalb der viertelstündlichen Registrierperiode gemäß TAF7 (vgl. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Abschnitte eines ZSG separat zu bilanzieren, ermöglicht Anwendungen wie z.B. die Beladung eines Heimspeichers wahlweise vom eigenen Dach oder aus dem Netz, oder die bilanziell saubere Partitionierung eines Speichers in virtuelle Netz- und Heimanteile.

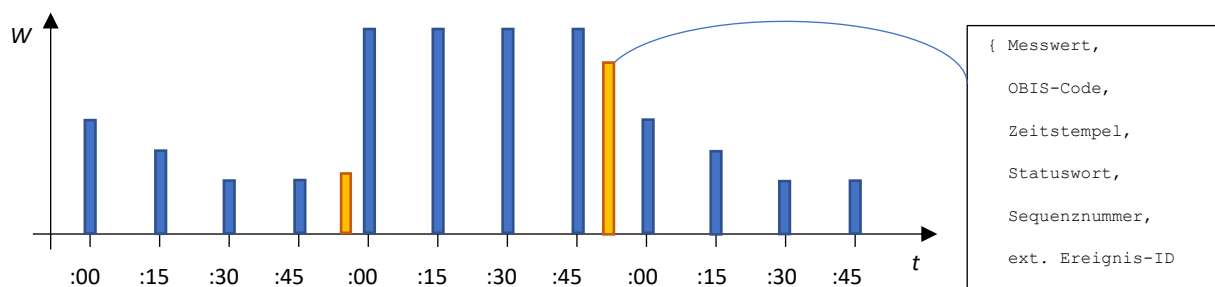


Abbildung 8 Beispielhafte Darstellung der Markierung eines Abschnitts des Zählerstandsgangs zur separaten Bilanzierung der entsprechenden Verbrauchswerte

- Durch den im Messdatensatz enthaltenen externen Identifikator kann generisch und unabhängig vom Kommunikationskanal einer Flexibilitätsanforderung der Nachweis erbracht werden, dass diese Anforderung von einer Anlage im HAN registriert wurde. Die damit verknüpfte Messung erlaubt die Plausibilisierung, ob die Anlage die Flexibilitätsanforderung auch tatsächlich umgesetzt hat.

d. AP4 Regulierung und Standardisierung

Arbeitspaketverantwortlicher Projektpartner: 50Hertz

Im Projekt wurde intensiv untersucht, welche Rahmenbedingungen für den Zugriff auf Mikroflexibilitäten bestehen und welche rechtlichen Fragen noch offen sind. Ein wichtiges Ziel war es, die bestehenden Unsicherheiten zu identifizieren und Möglichkeiten zu deren Klärung zu entwickeln.

Unsere Analysen haben aufgezeigt, dass Mikroflexibilitäten am Energy-Only-Markt agieren und hauptsächlich durch Stromlieferanten und Aggregatoren verwaltet werden sollten. Gleichzeitig hat sich mit der Festlegung zu EnWG §14a herauskristallisiert, dass die Verteilnetzbetreiber ein direktes Eingriffsrecht haben, sodass durch zeitweise Reduktion der Leistungsaufnahme etwaige lokale Engpässe vermieden werden können. Andere Eingriffsrechte im Kontext der Systemstabilität werden vom Übertragungsnetzbetreiber über die Kaskade an die VNBs delegiert.

Best Practices im europäischen Ausland wurden in der extern beauftragten Studie *Steering electrical micro-flexibilities – Insights to selected mechanisms in Europe and take aways for the German market*

beleuchtet. Diese Studie hat gezeigt, dass andere Länder aktuell noch keine etablierten Konzepte für den Umgang mit konkurrierenden Zugriffen auf Mikroflexibilitäten entwickelt haben. Außerdem unterstreicht sie die Besonderheit der deutschen Regelungen, insbesondere mit der neuen Verabschiedung der Vorschriften gemäß EnWG §14a, die dem VNB prädominante Befugnisse zur kurzfristigen Leistungsreduktion erteilt.

Die Projektpartner haben sich in diversen Branchenkonsultations- und Kommentierungsprozessen eingebracht, insbesondere bei der Kommentierung der Neufassung des Protection Profile 0073, der Technischen Richtlinie TR 03109-01, bei den BNetzA Konsultationsverfahren zu steuerbaren Verbrauchseinrichtungen und steuerbaren Netzanschlüssen nach §14a EnWG und zu energiewirtschaftlich relevanten Daten, sowie bei der Kommentierung der Novellierung des Gesetzes zum Neustart der Digitalisierung der Energiewende.

e. AP5 Weiterentwicklung von Prozessen und Dienstleistungen der ÜNB- und BiKo-Rollen

Arbeitspaketverantwortlicher Projektpartner: 50Hertz

Entgegen der im Antrag zunächst entworfenen Zielstellung der drahtlosen Anbindung einer anlagennahen Unterzählung an das SMGW wurde im Projekt schließlich eine Erweiterung des SMGW in Form eines neuen Tarifierungsfalls entwickelt, die andere Implikationen für die Prozesse und Dienstleistungen des ÜNB/BiKo hatte als im Rahmen der Antragstellung erwartet. Gleichwohl blieb es das zentrale Ziel der Arbeit der Projektpartner, möglichst niederschwellige Wege zu erschließen, um verbrauchsseitige Flexibilität im System zu aktivieren.

Die sog. virtuelle Bilanzierung (BK6-20-160, Anlage 6 sog. NZR-Emob) bietet dabei eine Option zur Bewirtschaftung unterschiedlicher Assets an einem Netzanschlusspunkt, die besonders elegant an existierende Prozesse des BiKo anschließt. Die hier spezifizierten Prozesse erlauben dabei die Zuordnung unterschiedlicher Abschnitte eines Zählerstandgangs zu verschiedenen Bilanzkreisen, womit beispielsweise die direkte Belieferung von E-Fahrzeugen durch unterschiedliche Lieferanten am gleichen Ladepunkt möglich wird. In der ersten Fassung der NZR-Emob wurden die Prozesse zunächst für öffentliche Ladepunkte beschrieben, konnten unter Zustimmung aller beteiligten Akteure jedoch auch in anderen Kontexten Anwendung finden. Mit der Entscheidung der zuständigen Beschlusskammer 6 der Bundesnetzagentur BK6-24-267 vom 15. Mai 2025 wurde klargestellt, dass die Prozesse nicht nur auf öffentliche Ladepunkte beschränkt, sondern auch für andere Liegenschaften anwendbar sind. Weitere mögliche Anwendungsbereiche sind die Umsetzung der gemeinschaftlichen Gebäudeversorgung (§42b EnWG), oder die Bewirtschaftung separater gemessener Anlagen hinter dem Zähler zum Beispiel nach §13k EnWG.

Daneben beschäftigt sich 50Hertz auch mit dem Berechtigungsmanagement, um Messzeitreihen für ESA zugänglich zu machen. Durch die hohe Pluralität an Akteuren im deutschen Energiesystem ist es dringend angeraten, hierfür zentralisierungsfähige Services zu etablieren, die allen Marktakteuren offenstehen. Diese Funktion könnte z.B. langfristig im "Datahub" abgebildet sein, wird anwendungsbezogen jedoch auch bereits mit einem virtuellen Bilanzierungsgebiet möglich.

f. AP6 Aufbau einer Ende-zu-Ende Teststrecke und Feldtest

Arbeitspaketverantwortlicher Projektpartner: 50Hertz

Für die Erprobung der im Rahmen des Projekts entwickelten Systemarchitektur und ihrer Komponenten wurden sowohl Installationen im Feld vorgenommen als auch eine Ende-zu-Ende

Teststrecke im Labor aufgebaut. Beide Generationen des DICAMM wurden mit einer Heizstabinstallation hinter dem Hausanschluss im Geschosswohnungsbau installiert und in Betrieb genommen. Aufgrund der im Projekt vorgenommenen Änderung der Ausrichtung hinsichtlich der Entwicklung eines neuen Tarifanwendungsfalls, wurde die Ende-zu-Ende Teststrecke unter Laborbedingungen für den Durchstich der TAF-Funktionalität in einer Testumgebung (Test-PKI) aufgebaut.

Für den Durchstich des neu entwickelten TAF wurde dabei so weit wie möglich auf Standarddienstleistungen etablierter Partner zurückgegriffen, um die Umsetzung einerseits replizierbar zu machen und andererseits nicht durch zu viele gleichzeitig zu realisierende neue Aspekte zu überfrachten. Im Projekt wurde für das CLS-Head-End-System mit dem Dienstleister BTC zusammengearbeitet. Die Anbindung zwischen dem von uns in einer Cloud-Umgebung betriebenen FMS und dem CLS-HES der BTC konnte aufgesetzt und getestet werden. Die Konfiguration von SMGWs wurde erstellt, inklusive der Konfiguration von mit dem SMGW verbundenen Theben-Mehrwertmodulen (MwM). Für den Feldtest übernahm BTC die Rolle des Gateway-Administrator (GWA) unter Nutzung ihrer bereits vorhandenen Zertifikate aus der Smart-Metering Test-PKI. Die notwendige Kommunikationsstrecke wurde mit der Telekom aufgebaut. Die nachstehende Abbildung zeigt die Systemarchitektur.

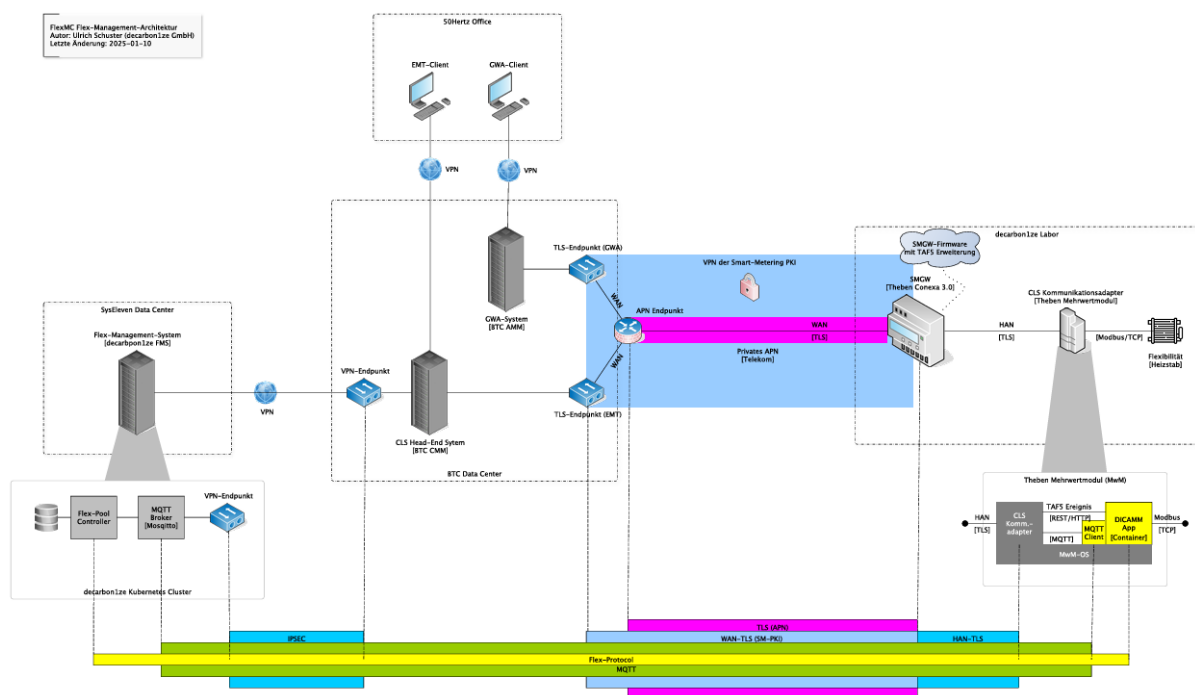


Abbildung 9 Flex Management Architektur mit Umsetzung des "TAF 16"

g. AP7 Projektkoordination, Kommunikation und Transfer

Arbeitspaketverantwortlicher Projektpartner: decarbon1ze

Die Projektarbeiten und -ergebnisse wurden sowohl auf Fachveranstaltungen der relevanten Gremien und der Branche eingebracht als auch in branchenübergreifenden Kontexten diskutiert. Projekthinhalte wurden unter anderem auf dem Smart Metering Summit, der EMPower/intersolar, dem BDEW-Kongress, dem Treffpunkt Netze des BDEW, den Berliner Energietagen, dem EVEREST Summit und dem dena Energiewendekongress vorgestellt. Auch bei der Vorstellung und Diskussion

wissenschaftlicher Studien und Verbundprojekte waren die Projektpartner beteiligt, zum Beispiel im Rahmen der Vorstellung der oben zitierten Studie zu haushaltsnahen Flexibilitäten der AGORA Energiewende oder bei der Abschlussveranstaltung des unit-E² Projekts³.

Auch für ein nichtfachliches Publikum wurden zentrale Zielstellungen und Inhalte der projektbezogenen Arbeiten aufbereitet, zum Beispiel im Zusammenhang mit den Power-to-Heat Pilotanlagen im Gebäudebestand der Vonovia in Berlin.⁴

Die Projektpartner standen in regelmäßigem Austausch mit dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) als für das SMGW zuständiger nachgelagerter Behörde und den mit dem BSI verbundenen Auftragnehmern. Projekthinhalte wurden in der VDE FNN Arbeitsgruppe Netzbetrieb mit Flexibilitäten eingebracht, sowie im Ausschuss Gateway Standardisierung (Arbeitsgruppe Digitalisierung der Energiewende).

3. Erreichung der individuellen Ziele

Haushaltsnahe flexible Anlagen der Sektorenkopplung bedeuten eine umfassende Ausweitung der energiewirtschaftlichen Dienstleistungen. Die Projektpartner strebten sowohl durch die Projektarbeit selbst als auch durch das Einbringen von Projekterkenntnissen und -ergebnissen in Branchenprozesse und regulatorische Debatten an, die Aktivierung flexibler Energiewendeanlagen im Energiesystem zu vereinfachen, massentaugliche Prozesse dafür zu entwickeln und die Entscheidungsmöglichkeiten von Endkund:innen zu verbessern.

Theben: Individuelle Zielerreichung und Zuwendungsverwendung

Im Vordergrund der Arbeiten der Theben AG standen insbesondere die Entwicklung und Umsetzung des gemeinsam im Projekt entwickelten Tarifierungsmoduls 16. Einerseits waren umfangreiche Entwicklungen am SMGW für die Protokollierungsfunktion notwendig, andererseits auch am Mehrwertmodul für die vollständige Funktionalität der DICAMM-App. Außerdem brachte die Theben AG insbesondere bei regulatorischen Themen viel Expertise mit.

Technische Anschlussfähigkeit der Projektarbeit

Die Protokollierungsfunktion soll in einem weiteren Förderprojekt umfangreichen und realitätsnahen Tests unterzogen werden. Es sind größere Feldtests geplant, die unter anderem auf den komplizierten Use Case Energy Sharing abzielen. Dort können enorm viele Protokollierung gemessen und aufgenommen werden, so dass der Feldtest gleich als eine Art Belastungstest gesehen werden kann. Der grundsätzliche technische Durchstich konnte im Projekt gezeigt werden. Die beschriebene Felderprobung allerdings noch nicht. Um eine zertifizierungsfähige Software zu erhalten, sind solche Tests und die daraus resultierenden Erfahrungen enorm wichtig. Es kann also gesagt werden, dass der Grundstein gelegt wurde und nun darauf aufgebaut werden kann. Dies gilt einerseits fürs den entwickelten TAF im Smart Meter Gateway, als auch für die Weiterentwicklung des Mehrwertmoduls als CLS-Einheit.

³ Bericht zur Abschlussveranstaltung, unit-E², <https://unit-e2.de/talks?strytlpage=10>

⁴ Pressemitteilung der Vonovia vom 28. August 2023 „Erneuerbare Energie: Vonovia startet in Berlin Pilotprojekt“ ([hier](#) nachzulesen), sowie vom 15. Juli 2024 „Nutzen statt Abregeln: Bundeswirtschaftsminister Robert Habeck besucht Pilotinstallation für Stromwärme von Vonovia und decarbon1ze in Berlin“ ([hier](#) nachzulesen). Insbesondere der Besuch des Bundeswirtschaftsministers wurde sowohl von der Fachpresse als auch von regionalen und überregionalen Medien aufgegriffen, einschließlich Radio- und Fernsehbeiträgen.

Wirtschaftliche Anschlussfähigkeit der Projektarbeit

Der neue Tarifwendungsfall 16 unterstützt wichtige Use-Cases des Smart Meter Gateways. Insbesondere stellt er eine Revisionssichere Abrechnungs- und Nachweismöglichkeit für folgende Use-Cases dar:

- Smart City Anwendungen
- Steuern und Schalten von Gebäudetechnik
- Energy Sharing
- Abrechnung von BiDi-Laden
- Befüllung und Ausspeisen von Speichern

Wir gehen von einer starken Verbreitung dieser Use-Cases und damit verbunden einer zunehmenden Nachfrage nach Protokollierungsmöglichkeiten mit dem SMGW aus.

decarbonize: Individuelle Zielerreichung und Zuwendungsverwendung

Der Projektpartner decarbonize hat über die Gesamtdauer des Projekts Bundesmittel in Höhe von rund 405T EUR erhalten (Zuwendung auf Kostenbasis, entstandene Kosten insgesamt rund 728T EUR), wobei die zentrale Position in der Entwicklungsarbeit der Systemarchitektur, des Flexibilitätsmanagementsystems, sowie der Regulierungsanalyse und der Weiterentwicklung entsprechender Vorschläge für die SMGW-Architektur bestand. Weitere zentrale Positionen waren die Entwicklung und der Aufbau einer anlagennahen Unterzählung (Hardware und Embedded Software Entwicklung).

Technische Anschlussfähigkeit der Projektarbeit

Energiedienstleistungen „hinter dem Zähler“ haben im Verlauf der Projektarbeit weiter an Relevanz im Energiesystem gewonnen. Das schließt sowohl die Entwicklung des Dienstleistungsumfelds in der Elektromobilität ein, beispielhaft verdeutlicht durch die Entscheidung der Bundesnetzagentur die direkte Belieferung von E-Fahrzeugen hinter dem Netzanschlusspunkt auch an privaten und halb-öffentlichen Ladepunkten zu vereinfachen indem Verteilnetzbetreiber verpflichtet werden die Prozesse der virtuellen Bilanzierung zu unterstützen (siehe oben in Abschnitt 2e), als auch die Entwicklung weiterer Anwendungsfälle für flexible Verbrauchsanlagen beispielsweise zur Sektorenkopplung in der Wärme und zur Nutzung bestehender Speicherkapazitäten zur Vermeidung von Abregelung und Redispatch („Nutzen statt Abregeln“). Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund des zunehmenden Handlungsdrucks durch Erzeugungsspitzen im Energiesystem. Die Weiterentwicklung der SMGW-Infrastruktur zur Ermöglichung der Bilanzierung von Transaktionen im Projekt liefert dazu einen wesentlichen Baustein. Die Entwicklungsarbeiten im Projekt wurden mit parallellaufenden Entwicklungsarbeiten zur Ermöglichung der Protokollierung im SMGW abgestimmt und beide Entwicklungsarbeiten haben Eingang in die Standardisierungsarbeiten des BSI gefunden, was die technische Anschlussfähigkeit der Projektergebnisse weiter unterstützt.

Auch wenn die drahtlose Anbindung einer anlagennahen Unterzählung im Projekt zunächst nicht realisiert werden konnte, bilden die Arbeiten zur Entwicklung des DICAMM einen anschlussfähigen Baustein in der sich derzeit dynamisch entwickelnden technischen und regulatorischen Diskussion zur Bilanzierung von Messwerten aus sogenannten Speziellen Messgeräten (dedicated measurement devices, Strombinnenmarktverordnung (EU) 2024/1747). Zwar ist die Implementierung der europäischen Verordnung in nationalem Recht noch nicht erfolgt, die Intention des Gesetzgebers ist jedoch insofern deutlich, als dass die Bilanzierung von Verbrauchswerten zur Aktivierung von Flexibilitäten im Energiesystem leichter möglich sein soll als bisher.

Sowohl die Prozesse zur Bilanzierung von flexiblen Verbrauchern hinter dem Zähler als auch die Entwicklung einer entsprechenden Zusatzeinrichtung für „Smart Meter“ verfolgt das Unternehmen weiter. decarbon1ze bringt sich dabei aktiv auch in die Entwicklung der Prozesse zur Bilanzierung von Kleinanlagen in der Direktvermarktung und die damit verbundenen regulatorischen Anforderungen ein. Auch in einem Verbundforschungsvorhaben zur Implementierung von Energy Sharing in Energiegemeinschaften, ist decarbon1ze teilnehmender Partner und setzt dort die transaktionsbezogene Energiemengenzuordnung um.

Wirtschaftliche Anschlussfähigkeit der Projektarbeit

Die separate Bewirtschaftung flexibler Anlagen hat im Verlauf der Projektarbeit wie erwartet an Aufmerksamkeit gewonnen, was sich zunehmend in neuen Dienstleistungen niederschlägt. Dies gilt für die sogenannte Durchleitung, die direkte Belieferung von E-Fahrzeugen unabhängig vom Tarif des Ladepunkts, sowie für die Entwicklung von Tarifen für Wärmeverbraucher und für die sich ausbreitende Einführung dynamischer Stromtarife. Auch regulatorisch entwickelt sich das entsprechende Anforderungsprofil weiter. Die Ausschreibung des Bundes für die Einrichtung von Schnellladeinfrastruktur für E-LKW beispielsweise schreibt die Durchleitung als Anforderungskriterium vor, insbesondere auch zur Realisierung der Dienstleistungsvorteile, die sich aus dem damit verbundenen gestärkten Wettbewerb ergeben.⁵ Im Rahmen des Erprobungszeitraums für die Einführung von „Nutzen statt Abregeln“ (§13k EnWG) entwickelt decarbon1ze Lösungen um Warmwasserspeicher im Gebäudebestand, insbesondere auch im Geschosswohnungsbau, mithilfe von nachgerüsteten fernsteuerbaren Stromdirektheizungen als Windstrombatterien zu nutzen.⁶

Im Rahmen der FlexMC Feldtestinstallationen ist nochmals die Herausforderung aktueller messtechnischer Anforderungen für die separate Erfassung kleiner flexibler Stromverbraucher deutlich geworden. Obwohl Bestandsspeicher mit einer Investition im niedrigen dreistelligen Bereich zu Windstrombatterien umgerüstet werden könnten und Prozesse für die separate Bilanzierung der Flexibilität unabhängig von der Bilanzierung des Hausanschlusses bereitstehen, verursacht die aktuelle Smart Metering Infrastrukturanforderung Installationskosten von durchschnittlich etwa 2.000 EUR pro Anwendungsfall. Diese prohibitiv hohen Kosten verhindern derzeit den flächendeckenden Einsatz kleiner Flexibilität, sodass weder das Energiesystempotential noch die wirtschaftlichen Vorteile dieser Verbraucher für Bürger:innen erschlossen werden können. Die Entwicklung einer massenmarktfähigen, kosteneffektiven separaten messtechnischen Erfassung für flexiblen Verbrauch hinter dem Zähler bleibt daher eine relevante Herausforderung.

50Hertz: Individuelle Zielerreichung und Zuwendungsverwendung

Der Projektpartner 50Hertz hat über die Gesamtdauer des Projekts Bundesmittel in Höhe von rund 210.000 Euro erhalten, die Gesamtausgaben lagen bei 489.000 Euro. Zentrale Position (rund 80 %)

⁵ Autobahn GmbH des Bundes, Projektexposé „Planung, Errichtung und Betrieb von öffentlich zugänglicher Schnellladeinfrastruktur für E-Lkw an unbewirtschafteten Rastanlagen entlang der Bundesautobahnen in der Bundesrepublik Deutschland“.

https://www.autobahn.de/storage/user_upload/qbank/Projektexpose_Ausschreibung_LKW-Schnellladenetz_unbewirtschaftete_Rastanlagen.pdf

⁶ „Nutzen statt Abregeln: Bundeswirtschaftsminister Robert Habeck besucht Pilotinstallation für Stromwärme von Vonovia und decarbon1ze in Berlin“, Pressemitteilung der Vonovia, 15.7.2024.

<https://www.vonovia.com/presse/pressemitteilungen/2024/nutzen-statt-abregeln-bundeswirtschaftsminister-robert-habeck-besucht-pilotinstallation-fuer-stromwaerme-von-vonovia-und-decarbon1ze-in-berlin>

waren hierbei die Personalkosten. Mit den dadurch erworbenen Kenntnissen hat 50Hertz ganz wesentliche Bausteine für eine digitalisierte Energiewende erarbeitet.

Die Börsenstrompreise unterliegen in den letzten Jahren immer stärkeren Schwankungen, weswegen das Heben von Flexibilitäten im Energiesystem - also Geräten, die ihren Verbrauch zeitlich verschieben können - von höchster Priorität ist. Dies wird nochmals unterstrichen durch die steigende Anzahl von Stunden mit negativen Börsenpreisen. Das Smart Meter Gateway, ist hierfür eine Schlüsselkomponente, deren Rollout nun auch in Deutschland Fahrt aufnimmt.

In der Projektlaufzeit konnte 50Hertz wertvolle Erfahrungen rund um die Smart Meter Infrastruktur generieren: Von der komplexen Beschaffung der Komponenten und notwendigen Dienstleistungen bzw. beteiligten zusätzlichen Marktpartner (e.g. der Gateway Administrator, kurz GWA, Dienstleister), über die Inbetriebnahme bis hin zum operativen Betrieb wurde die gesamte Wertschöpfungskette erprobt. Dadurch ist 50Hertz nicht nur gerüstet, die bereits gesetzlich festgelegten Aufgaben – bspw. die Aggregationsverantwortung bei iMSys in der Rolle des Bilanzkreiskoordinators - durchzuführen, sondern hat dahingehend weitere Aufgaben identifiziert, bei denen sich die Übertragungsnetzbetreiber sinnvoll einbringen können (z.B. Erteilung und Verwaltung von Berechtigungen, Zählerzeitreihen dritten Akteuren zur Verfügung zu stellen).

Anders als VNB hat 50Hertz in der Rolle des Übertragungsnetzbetreibers keinen Blick in die Niederspannungsnetze, sondern einen systemischen Blick. Das Wissen rund um „Smart Meter“ wurde insbesondere bei der Bewältigung der Herausforderungen im Umgang mit PV-Einspeisespitzen relevant. Auch hier sind die Erkenntnisse aus dem Forschungsvorhaben eingeflossen.

Die Verbundpartner haben mit dem **Taf16** ein allgemeingültiges, übertragbares Werkzeug entwickelt, was viele Anwendungsfälle im Energy-Only-Markt abbildet. Es besticht durch seine Einfach- und Klarheit sowie Flexibilität. Damit wird insbesondere die Produktgestaltung wettbewerbblicher Akteure (Hersteller, Lieferanten) ermöglicht. Aus Systemsicht ist es sehr zu begrüßen, mehr Endkund:innen und Erzeuger in eine Rolle zu bringen, bei der sie aktiv im Energiesystem teilnehmen – sei es z.B. durch eine marktliche Steuerung von PV-Anlagen oder durch die Reaktion steuerbarer Verbrauchsanlagen auf energiesystemdienliche Preisanreize. Der neue Taf16 erleichtert dabei perspektivisch sowohl die Abbildung von ÜNB-Produkten wie „EnWG §13k - Nutzen statt Abregeln“, als auch von z.B. Lieferantenprodukten.

50Hertz hat bereits vor einigen Jahren ein Konzeptpapier für ein kundenorientiertes Energiesystem vorgelegt. Aus Systemsicht ist es zu begrüßen, dass mit dem Durchleitungsmodell daraus Bausteine umgesetzt und mit TAF 16 weitere Anwendungsfälle aufgegriffen werden. Dies kann eine breitere Lastflexibilisierung bei Kleinanlagen begünstigen. TAF 16 ergänzt dabei ideal Umsetzungsschritte wie das Durchleitungsmodell, welches bereits unmittelbar operativ an die deutschen Übertragungsnetzbetreiber andockt.

4. Identifizierte Herausforderungen für die Migration in die Praxis

Nach dem Hinweis des BSI, dass die entsprechend der Antragsstellung erarbeiteten Vorschläge für die Anbindung einer anlagennahen Zähl- und Steuerungseinheit an das SMGW wenig erfolgversprechend sein würden, wurde eine grundsätzliche Anpassung der Systemarchitektur erarbeitet. Dabei wurden wesentliche Funktionen zur Anbindung von Mikroflexibilitäten nun im SMGW selbst und in Software

abgebildet. Ergebnis ist der oben beschriebene erweiterte Tarifierungsfall, mit welchem zumindest die Grundfunktionalität zur Erfassung von Transaktions-Messdatensätzen umgesetzt werden kann. Ein entsprechendes technisches Dokument wurde dem BSI vorgestellt, intensiv diskutiert und schließlich durch das BSI aufgegriffen.

Zentrale Herausforderungen, gerade auch für die Sektorenkopplung im Gebäudebestand, bleiben ohne eine vereinfachte anlagennahe Unterzählung jedoch zunächst ungelöst. Das betrifft insbesondere eine kosteneffektive Lösung für die Bewirtschaftung von flexiblen Anlagen hinter dem Hausanschluss mit separater messtechnischer Erfassung. Die Kosten der separaten messtechnischen Erfassung übersteigen in der aktuellen normenkonformen Installation den potentiellen Nutzen dieser Bewirtschaftung aus Kundenperspektive bei Weitem. So werden flexible Energiewendeanlagen weiterhin nicht entstehen, oder nicht energiesystemdienlich bewirtschaftet werden.

Ferner ergab der Aufbau der Ende-zu-Ende Teststrecke, dass auch bestehende, standardisierte Dienstleistungen und Prozesse bei etablierten Marktpartnern teilweise noch nicht ohne Weiteres abrufbar sind, oder nach Bestellung nicht umgesetzt werden können. Es bleibt eine wichtige Anforderung, so weit wie möglich Prozesse zur Anbindung flexibler Anlagen zu vereinfachen um den skalierenden, flächendeckenden Roll-out zu ermöglichen.

5. Fazit

Ziel des Verbundforschungsvorhabens FlexMC war es, durch die Weiterentwicklung der deutschen Smart Metering Infrastruktur die technischen und organisatorischen Voraussetzungen zu schaffen für einen erfolgreichen Massenmarkt von Mikroflexibilitäten im Gebäudebestand. Geräteindividuelle Tarife zur energiesystemorientierten Bewirtschaftung flexibler Verbrauchsanlagen haben im Projektverlauf energiesystemisch an Relevanz gewonnen, mit weiter steigender Tendenz. In FlexMC haben wir bestehende Ansätze zur flexiblen Steuerung und Bilanzierung von Anlagen für kleinere Leistungen weiterentwickelt, und um einen konkreten Vorschlag für eine nicht-proprietär drahtlos und niederschwellig an das Smart Meter Gateway (SMGW) angebundene Unterzählung ergänzt. Um verwertungsnahe, nutzerorientierte und markttaugliche Vorschläge zu entwickeln, verfolgten wir einen „Ende-zu-Ende“-Ansatz vom Übertragungsnetzbetreiber / Bilanzkreisordinator (BiKo) bis in den Haushalt, und haben ökonomische und regulatorische Aspekte gleichberechtigt neben der Technik betrachtet.

Mit der Entwicklung eines neuen Tarifierungsfalls für die transaktionsbezogene Verbrauchserfassung wurde eine leistungsfähige Erweiterung der Smart Meter Gateway Architektur erreicht. Das prototypische Design einer anlagennahen Unterzählung mit Anbindung an das Smart Meter Gateway zeigt erste Schritte einer weiter vereinfachten Bewirtschaftung flexibler Verbrauchsanlagen hinter dem Zähler auf, die auch europäische Regulierungsvorgaben aufgreifen. Die Weiterentwicklung von Energiesystemdienstleistungen, die Bürger:innen möglichst attraktive Entscheidungen für energiesystemdienliche Dienstleistungen zur Beschleunigung der Energiewende ermöglichen, bleibt das gemeinsame Ziel der Verbundforschungspartner.

Anhang

Anhang 1: Übersicht der im Projekt erworbenen Normen und Standards

EN 13757-1-2021 : Communication systems for meters - Part 1: Data exchange

EN IEC 62056-6-2-2018: Electricity metering data exchange - The DLMS/COSEM suite - Part 6-2: COSEM interface classes

DIN VDE 0418-63-9: Messeinrichtungen und -systeme Teil 63-9: Intelligentes Kommunikationsprotokoll für Elektrizitätszähler (SML)

E DIN VDEV 0418-63-7: Messeinrichtungen und -systeme Teil 63-7: Leitungsgebundene LMN-Protokolle

EN 13757-3-2018: Communication systems for meters - Part 3: Application protocols

VDE-AR-E 2829-6-1 (EE-Bus)

IEC TR 61859-90-10:2017 (Modelle für Fahrpläne)

IEC EN 61850-7-2/A1:2020 (Basis-Interface für steuerbare Anlagen)

IEC EN 61850-7-3/A1:2020 (Basis-Klassen für die Kommunikation mit steuerbaren Anlagen)

IEC EN 61850-7-4/A1:2020 (logische Nodes und Datenobjekte)

IEC EN 61850-7-420:2021 (Datenobjekte für Distributed Energy Resources)

IEEE P2030.5-2023/Cor 1

IEEE Approved Draft Standard for Smart Energy Profile Application Protocol - Corrigendum 1 ; PDF document with license for 3 Users