

Connected Devices: Zusammenspiel von Smart Meter, HEMS und flexiblen Anlagen

Das Zusammenspiel von Smart Meter, HEMS und flexiblen Anlagen schafft wichtige Mehrwerte für Haushalte, Unternehmen und das Energiesystem. Welche Erfahrungen zeigen sich in der Praxis? Welche künftigen Gestaltungsansätze gibt es?

In Deutschland wird mit Smart Meter, dt. intelligenten Messsystemen (iMSys), eine sichere, digitale Kommunikationsinfrastruktur für die Energiewende aufgebaut. iMSys ermöglichen nicht nur die Übertragung von Messdaten, sondern mit einer Steuerungseinheit auch die Steuerung flexibler Anlagen. Darüber hinaus ermöglichen Heim-Energiemanagementsysteme (HEMS) wichtige Anwendungsfälle wie Eigenverbrauchsoptimierung und die Optimierung basierend auf dynamischen Stromtarifen. Mit diesem Zusammenwirken von iMSys, HEMS und flexiblen Anlagen entstehen wichtige Mehrwerte. Ein Blick in die Praxis liefert wertvolle Erfahrungswerte für dieses Zusammenspiel und künftige Gestaltungsansätze. Die Erkenntnisse dieses Factsheets basieren auf Ausarbeitungen des FZI Forschungszentrum Informatik im Auftrag der Deutschen Energie-Agentur (dena) sowie eigenständigen Analysen der dena.

Zentrale Komponenten

Damit die folgenden Ausführungen auf einer gemeinsamen begrifflichen Grundlage aufbauen, werden zentralen Komponenten nachfolgend präzisiert.

Intelligentes Messsystem

Ein iMSys besteht aus einem Smart Meter Gateway (SMGW) und einer modernen Messeinrichtung (mME). Das SMGW ist die zentrale Kommunikationseinheit. Es ist die zentrale Komponente, die Messdaten aus der mME empfängt, verarbeitet und versendet. Vom SMGW geht die Kommunikation mit verschiedenen Komponenten und Marktakteuren in verschiedenen Netzwerken – Wide Area Network (WAN), Home Area Network (HAN) und Local Metrological Network (LMN) – aus.

Heim-Energiemanagementsystem

Die Hauptaufgabe eines HEMS besteht darin, Stromverbrauch, -erzeugung, -speicherung und -einspeisung auf Grundlage erfasster Daten und Prognosen intelligent zu optimieren und zu steuern. HEMS können entweder direkt in flexible Anlagen (z. B. Speichern) integriert sein oder als herstellerunabhängige Lösung fungieren, mit der verschiedene flexible Anlagen mit dem HEMS optimiert und gesteuert werden können. In Kombination mit Photovoltaik (PV)-Anlagen und Speichern setzen HEMS häufig den Anwendungsfall der Eigenverbrauchsoptimierung um. Ein weiterer wichtiger Anwendungsfall ist die Optimierung basierend auf dynamischen Tarifen. HEMS integrieren hierbei Spotmarkt-Preisdaten, verschieben basierend darauf Verbräuche flexibler Anlagen in günstige Zeitfenster und steuern Speicher. Die gesetzlich definierten Steuerungsmöglichkeiten gemäß § 14a EnWG und § 9 EEG sind primär als Notfallmaßnahmen gedacht, um einen sicheren Verteilnetzbetrieb zu gewährleisten. Gemäß § 19 (2) MsbG müssen diese Steuersignale über das SMGW übermittelt werden. Erreichen sie dann das HEMS, so müssen diese netzdienlichen Steuerungssignale stets gegenüber anderen Optimierungssignalen priorisiert werden.

Flexible Anlagen

Flexible Anlagen sind über proprietäre oder offene Protokolle kommunikativ an das HEMS angebunden. Zu flexiblen Anlagen gehören steuerbare Verbrauchseinrichtungen (SteuVE) im Sinne des § 14a EnWG. Diese Regelung erlaubt es Verteilnetzbetreibern (VNB), SteuVE zu dimmen, um Netzengpässe im Niederspannungsnetz aufzulösen. SteuVE umfassen per Definition neu installierte Ladestationen, Wärmepumpen, Klimaanlagen und Batteriespeicher mit jeweils mehr als 4,2 kW installierter Leistung. Zudem sieht § 9 EEG zur Vermeidung von Einspeisespitzen im Niederspannungsnetz eine Steuerung der PV-Anlagen durch den VNB vor. Das steuerbare Element ist hier der Wechselrichter. Deswegen werden unter dem Begriff der flexiblen Anlagen SteuVE und PV-Wechselrichter gefasst.

CLS-Kanal

Um eine sichere Kommunikation vom WAN ins HAN über das SMGW zu garantieren, wird ein Controllable Local System (CLS)-Kanal aufgebaut. Im WAN stehen

externe Marktteilnehmer (EMT), in erster Linie Messstellenbetreiber (MSB), welche die über den CLS-Kanal empfangenen Informationen weiterverteilen. Im HAN befindet sich die CLS-Einheit, die den CLS-Kanal im HAN terminiert. Der CLS-Kanal stellt somit eine sichere Kommunikationsverbindung zwischen EMT im WAN und CLS-Einheit im HAN über das SMGW dar.

CLS-Einheit

CLS-Einheiten sind steuerbare lokale Systeme an der HAN-Schnittstelle des SMGW. Technisch und regulatorisch können dies flexible Anlagen oder HEMS sein. In der heutigen Praxis bezeichnet der Begriff CLS-Einheit häufig CLS-Kommunikationsadapter, die als generische Adapter oder Steuerbox umgesetzt sein können. Generische Adapter werden oft von SMGW-Herstellern, z. B. als Aufsteckmodule, angeboten. Bei der Steuerbox handelt es sich um eine definierte und standardisierte Ausführung einer solchen CLS-Einheit gemäß VDE FNN „Lastenheft Steuerbox“ und BSI TR 03109-5. Die Steuerbox kann Steuerbefehle an die flexible Anlage oder das HEMS übermitteln. Bei einer Kombination von iMSys plus Steuerbox wird auch der Begriff iMSys+ verwendet. Festzuhalten bleibt, dass die CLS-Einheit auf unterschiedliche Weise umgesetzt werden kann; eine detaillierte Übersicht zu den Ausgestaltungsformen gibt es im Factsheet.¹

Mehrwerte für Akteure

Das Zusammenspiel von SMGW, HEMS und flexiblen Anlagen bietet verschiedene Mehrwerte für Akteure. Endkundinnen und Endkunden im Heimbereich können durch die marktdienliche Steuerung der flexiblen Anlagen finanzielle Vorteile durch intelligente Lastverschiebung (z. B. ausgerichtet an dynamischen Stromtarifen) erzielen. Anbieter dynamischer Tarife, HEMS-Dienstleister und Hersteller von flexiblen Anlagen können Endkundinnen und Endkunden neue und innovative Produkte und Dienstleistungen anbieten, mit denen die Endkundinnen und Endkunden dann die zuvor genannten finanziellen Vorteile erzielen können. VNB erhalten zudem über die iMSys-Infrastruktur wichtige Netzzustandsdaten und können Signale zur netzdienlichen Steuerung über die iMSys+-Infrastruktur übermitteln.

Erfahrungen im Zusammenspiel

Das Zusammenspiel von SMGW, HEMS und flexiblen Anlagen ist essenziell, um Mehrwerte zu generieren. In der praktischen Umsetzung gibt es wichtige

Erfahrungswerte bezüglich kombinierter Rollen und Anbieterbindung, Interoperabilität sowie Datenverfügbarkeit, die nachfolgend beschrieben werden.

Kombinierte Rollen und Anbieterbindung

Will ein Haushalt sein bestehendes System um eine flexible Anlage oder ein HEMS erweitern stellt sich die Frage, inwiefern das bestehende System mit dem neuen HEMS oder der neuen flexiblen Anlage kompatibel ist und wie zudem die Kommunikation mit dem SMGW realisiert werden kann. Möchte beispielsweise ein Haushalt mit einem HEMS eine SteuVE nach § 14a EnWG einbauen und von zeitvariablen Netzentgelten

(§ 14a EnWG, Modul 3) profitieren, muss eine Vielzahl von Akteuren aktiv werden: der VNB muss darüber in Kenntnis gesetzt werden, der Stromlieferant die Kostenreduktion weitergeben, der MSB das SMGW und die CLS-Einheit einbauen und der HEMS-Hersteller das HEMS konfigurieren. Abbildung 1 zeigt exemplarisch die unterschiedlichen Rollen (eckige Kästen), zugehörige Hardware-Komponenten (abgerundete Kästen) und Kommunikationswege. Der CLS-Kanal stellt den sicheren und standardisierten Kommunikationsweg zwischen MSB und CLS-Einheit in der Liegenschaft dar. Aus der Abbildung geht hervor, dass netzorientierte Steuersignale über diesen vom VNB zur flexiblen Anlage in der Liegenschaft kommuniziert werden.

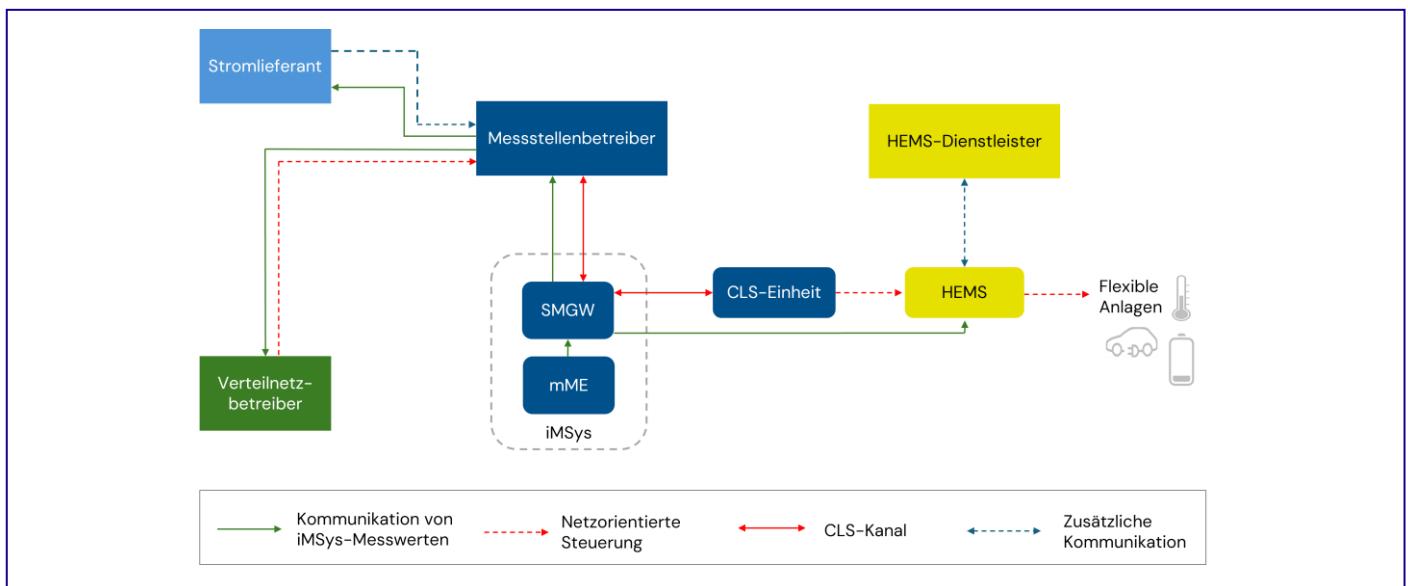


Abbildung 1: Rollen und Kommunikation

Dies birgt Komplexität, die dadurch reduziert werden kann, dass alle flexiblen Anlagen und das HEMS gemeinsam von einem Unternehmen eingebaut und konfiguriert werden. Dieses Unternehmen kann zudem die Rolle des Lieferanten einnehmen und kann damit mehrere Rollen kombinieren. Ohne standardisierte, herstelleroffene Kommunikationsprotokolle kann dies jedoch bei der Komponentenauswahl eine Anbieterbindung schaffen und das Risiko von Vendor-Lock-Ins erhöhen.

Interoperabilität

Unter Interoperabilität ist zu verstehen, dass Geräte unterschiedlicher Hersteller – vom SMGW über das HEMS bis zu den flexiblen Anlagen – miteinander kompatibel sind. Die notwendige technische

Voraussetzung dafür ist die Verwendung einheitlicher Protokolle. Meist wird das durch offene Protokolle erreicht, die ggf. von Normungsgremien als Standard festgelegt sind. In der Kommunikation zwischen CLS-Einheit, die Teil der SMGW-Infrastruktur ist, und dem HEMS bzw. der flexiblen Anlagen bei einer Direktsteuerung, definiert das VDE FNN „Lastenheft Steuerbox“, wie die Schnittstelle auf Seiten der Steuerungseinrichtung interoperabel ausgestaltet sein muss. Auf der Gegenseite, also dem HEMS bzw. der flexiblen Anlagen, gibt das VDE FNN ebenfalls Hilfestellungen zur Ausgestaltung. Bei Anlagensteuerung über eine digitale Schnittstelle kann das EEBUS-Protokoll (Spezifikation in den Teilen 2, 3 und 4 der VDE-Anwendungsregeln VDE-AR-E 2829-6) oder das KNX-Protokoll (Spezifikation in der VDE-Anwendungsregel VDE-AR-E 2849-7) verwendet werden.²

In der Kommunikation zwischen HEMS und den flexiblen Anlagen ist kein einheitliches Protokoll vorgeschrieben, weshalb hier eine Vielzahl an Protokollen verbreitet sind. Neben proprietären, also an Hersteller einzelner Anlagen gebundener Protokolle, existiert auch eine Vielzahl offener Protokolle, die eine herstellerübergreifende Kommunikation ermöglichen. Einige davon sind jedoch auf spezifische Anlagentypen ausgelegt, z. B. OCPP für Ladestationen und SunSpec für PV- und Batteriewechselrichter. Generische Protokolle wie Modbus, MQTT oder REST beinhalten keine herstellerüberreifenden semantischen Datenmodelle für den Anwendungsfall des Energiemanagements, z. B. für Leistungsvorgaben. EEBUS beinhaltet diese und stellt damit semantische Datenmodelle für den Anwendungsfall Energiemanagement grundsätzlich bereit.

Datenverfügbarkeit

HEMS benötigen für ihren Betrieb Daten aus flexiblen Anlagen und je nach Anwendungsfall auch aus dem iMSys, in erster Linie Messdaten am Netzanschlusspunkt des Gebäudes. Die Daten aus den flexiblen Anlagen kann das HEMS über verbreitete, internetbasierte Kommunikationsprotokolle erhalten, sofern die Anlagen über entsprechende Kommunikationsprotokolle verfügen (siehe Abschnitt zu Interoperabilität oben). Die Kommunikation der Daten aus dem iMSys unterliegt besonderen Sicherheitsanforderungen. Hierfür kann die in der BSI TR-03109-1 Version 2.0 definierten, maschinenlesbaren HAN-Schnittstelle genutzt werden. Damit kann das HEMS grundsätzlich alle notwendigen Messdaten direkt im HAN erhalten. Inwiefern dabei alle Messdaten in der notwendigen Auflösung verfügbar sind, ist derzeit Gegenstand praktischer Erprobungen.

Gestaltungsansätze und Fazit

Um den oben adressierten Herausforderungen zu begegnen, stehen eine Reihe von Gestaltungsansätzen zur Verfügung, die von den entsprechenden Akteuren umgesetzt werden können.

Um die Interoperabilität von flexiblen Anlagen und HEMS zu verbessern, ist die Verwendung einheitlich implementierter, offener Protokolle entscheidend. Das EEBUS-Protokoll scheint sich an der digitalen Schnittstelle zwischen CLS-Einheit und HEMS bzw. CLS-Einheit und flexibler Anlage (wenn kein HEMS vorhanden ist) durchzusetzen. Um eine interoperable Kommunikation zwischen CLS-Einheit, HEMS und flexiblen Anlagen zu ermöglichen, arbeitet die EEBUS-Initiative derzeit an einer EEBUS-Qualifizierung und zukünftigen Zertifizierung für HEMS und flexible Anlagen. Ziel ist es dabei, die herstellerübergreifende Anbindung von HEMS und flexiblen Anlagen über EEBUS zu ermöglichen und auch Interpretationsspielräume bei der EEBUS-Implementierung zukünftig auszuräumen. Damit kann dann auch die interoperable Anbindung von flexiblen Anlagen an das HEMS künftig ohne individuelle Interpretationsspielräume mittels EEBUS erfolgen. Zusätzlich könnten auch Open Source-Referenzimplementierungen, insbesondere von EEBUS, veröffentlicht werden, um das Protokoll interoperabel zu etablieren.

In einem nächsten Schritt könnte zudem eine europaweite Standardisierung der Protokolle erwogen werden. Um sicherzustellen, dass alle Hersteller von HEMS und flexiblen Anlagen offene Protokolle bereitstellen, könnte zudem eine Verpflichtung für das Vorhalten offener Protokolle neben den proprietären Schnittstellen, erwogen werden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass eine sichere, nahtlose Integration sowie Kommunikation zwischen der iMSys-Infrastruktur, HEMS und flexiblen Anlagen ein zentraler Aspekt bleiben wird, um Sicherheit und Stabilität des Energiesystems zu gewährleisten und innovative Anwendungsfälle und Geschäftsmodelle umzusetzen. Um die regulatorischen Rahmenbedingungen dafür zu schaffen, sollten zentrale Akteure im Austausch bleiben, um tragfähige und umsetzbare Lösungen zu entwickeln.

¹ Deutsche Energie-Agentur (2025) „Eine Übersicht zur „CLS-Einheit“ – Umsetzungen und Begrifflichkeiten“

² VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. (2024) „Ausprägung der digitalen Schnittstelle an steuerbaren Einrichtungen oder an einem Energie-Management-System“



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Die Veröffentlichung dieser Publikation erfolgt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) unterstützt die Bundesregierung in verschiedenen Projekten zur Umsetzung der energie- und klimapolitischen Ziele im Rahmen der Energiewende.

KONTAKT

Dr. Susanne Kurowski
dena, Seniorenexpertin Start-up-Ökosystem,
E-Mail: susanne.kurowski@dena.de

Christian Wollbaum
dena, Experte Stromnetze II,
E-Mail: christian.wollbaum@dena.de

ERSTELLT IN ZUSAMMENARBEIT MIT:

Tobias Riedel
FZI Forschungszentrum Informatik,
Stellv. Abteilungsleiter



Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
Chausseestraße 128 a
10115 Berlin

www.dena.de | www.set-hub.de

Stand: 12/2025

Alle Rechte sind vorbehalten. Die Nutzung steht unter dem Zustimmungsvorbehalt der dena.