



Home Energy Management Systems

Effizienz, Flexibilität, Digitalisierung:
Intelligentes Energiemanagement für die Zukunft

WAVESTONE

Inhalt

1. Einleitung	3
2. Energiemanagementsysteme (EMS) in Deutschland	4
2.1. Grundlagen: Entwicklung und Aufgaben	4
2.2. Marktüberblick und Reifegrade (Wavestone-Modell)	8
3. Technische Einbindung von EMS	14
3.1 EMS in energiewirtschaftlichen Rollen	14
3.2 Smart Meter Gateway Varianten und EMS	16
4. Regulatorische Einbindung von EMS	19
4.1 Rechtsrahmen	20
4.1.1. Energiewirtschaftsgesetz (EnWG)	20
4.1.2. Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)	22
4.1.3. Messstellenbetriebsgesetz (MsBГ)	22
4.2 Stand der Standardisierung	23
5. Ausblick und Thesen	24
5.1 Einordnung	24
5.2 Marktbewegung	25
5.3 Thesen	26
5.4 Fazit	27



1. Einleitung

Seit über 20 Jahren befindet sich Deutschland in der Energiewende. Die Transformation der Energieerzeugung begann im Jahr 2000 mit der ersten Version des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) und setzte sich mit der Entscheidung zur Abschaltung der Kernkraftwerke und dem Kohleausstieg in den folgenden Jahrzehnten fort. Die Transformation des Primärenergieverbrauchs in Verbindung mit der Wärme- und Verkehrswende ist darauf aufbauend ein aktuelles Schwerpunktthema der Regierung. [1]

Damit verbunden ist das Ziel, das gesamte Energiesystem und weitere Sektoren zu elektrifizieren, beispielsweise durch den Ausbau der Elektromobilität bzw. der Ladeinfrastruktur und eine stärkere Verbreitung von Wärmepumpen. Das Ergebnis ist eine stärkere Dezentralisierung der Energieerzeugung und des Energieverbrauchs sowie eine größere Verbreitung von Prosumern. Diese Veränderungen auf Erzeugungs- und Nachfrageseite ziehen zwangsläufig auch Veränderungen auf der Netzseite nach sich, die das verbindende Element von Erzeugung und Verbrauch darstellt. Zur Sicherstellung der Frequenzhaltung macht diese Entwicklung somit sowohl ein stärkeres Monitoring sowie die Möglichkeit regelnder Eingriffe auf Verteilnetzebene umso notwendiger. Grundlage dafür ist die Ertüchtigung der Verteilnetze mit entsprechender Sensorik (intelligente Messsysteme) und Aktorik (Steuerboxen). Die Vorgaben des §14a EnWG bzw. die damit verbundenen Festlegungen der BNetzA sind damit eine logische Konsequenz der energiewirtschaftlichen Entwicklung der letzten 20 Jahre. Ein zentrales Element dieser Festlegungen sind **Energiemanagementsysteme (EMS)**¹. Gegenwärtig eingesetzte EMS führen eher ein autarkes Dasein auf Anlagenebene. In der Regel dienen sie dazu, Komponenten wie Einspeiseanlagen, Elektromobile oder auch Speicher intelligent miteinander zu verbinden und in Kombination mit dynamischen Tarifen ggf. eine Eigenverbrauchsoptimierung (Minimierung des Netzbezugs) zu erzielen. Zukünftig sollen sie in Verbindung mit steuerbaren Verbrauchseinrichtungen aber auch als Werkzeug für Verteilnetzbetreiber zur Sicherstellung der Stabilisierung des Gesamtsystems fungieren. Vor diesem Hintergrund wollen wir diese Komponente im vorliegenden Whitepaper näher untersuchen und unter anderem folgende Fragen adressieren:

- Wie weit verbreitet sind EMS aktuell?
- Welche Funktionen erfüllen die gegenwärtigen EMS?
- Wie lässt sich die technische Integration von EMS in die bestehende und künftige Infrastruktur gestalten – auch unter dem Aspekt der Steuerung?
- Welche Herausforderungen bestehen bei der Standardisierung und Integration von EMS in bestehende Energiesysteme?

¹Wir verwenden in diesem Whitepaper die Abkürzung EMS (Energiemanagementsystem), wie sie in den Vorgaben des BSI und der Bundesnetzagentur üblich ist. Der Fokus liegt auf Anwendungen im privaten Haushalt, sodass EMS hier synonym zu HEMS (Home-Energiemanagementsystem) zu verstehen ist.

2. Energiemanagementsysteme (EMS) in Deutschland

2.1. Grundlagen: Entwicklung und Aufgaben

Entwicklung Energiemanagementsysteme

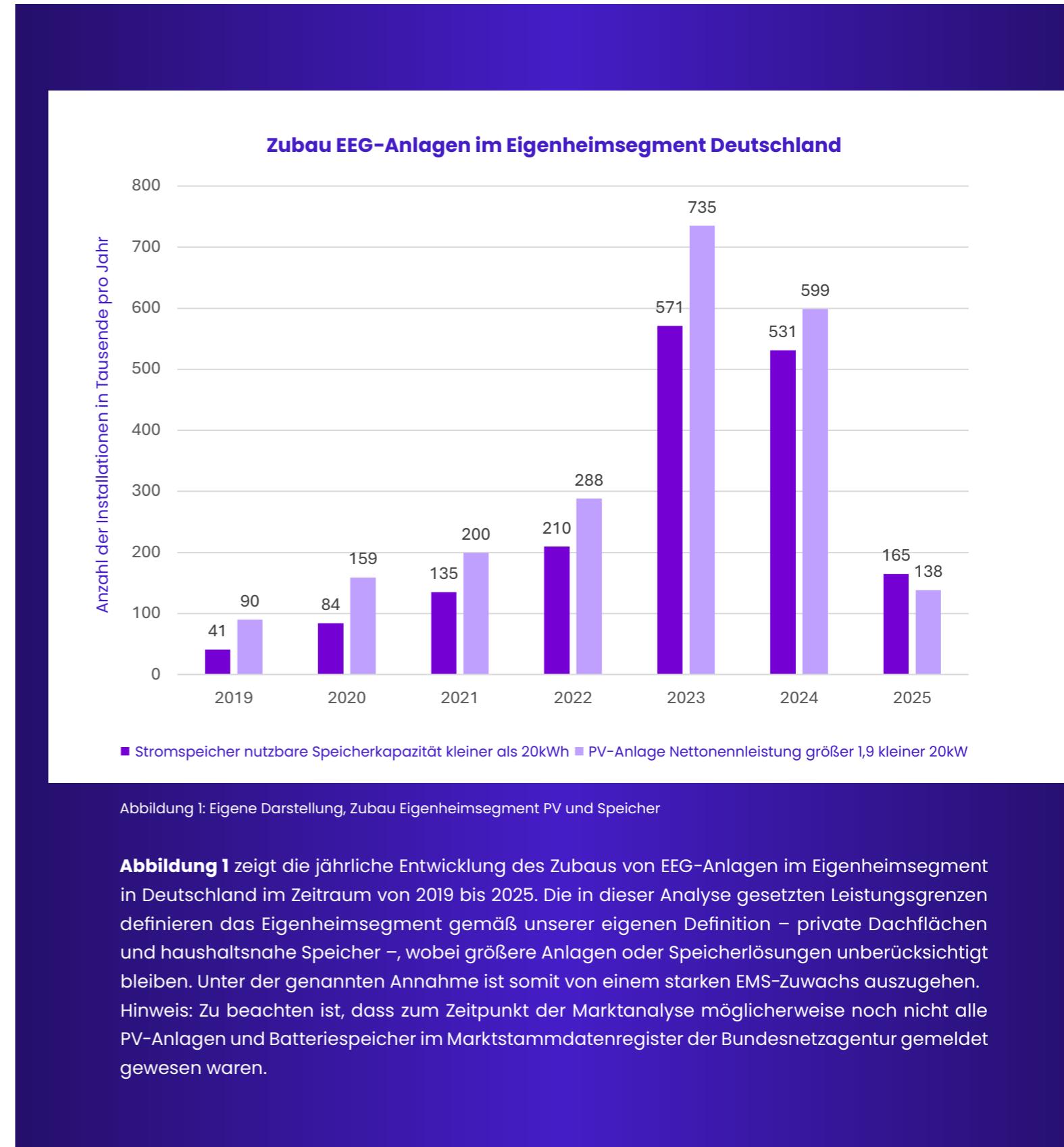
In Deutschland plant jeder vierte Kunde bis 2026 ein EMS zu installieren. In Europa wird erwartet, dass sich die Zahl der installierten EMS bis 2030 vervielfachen wird. [1] Im Weiteren wird betrachtet, welche Entwicklungen zur heutigen Bedeutung von Energiemanagementsystemen geführt haben.

Energiemanagementsysteme haben ihren Ursprung im industriellen Sektor. Mit der Einführung der ISO-Norm 50001 im Jahr 2011, einem internationalen Standard für Energiemanagementsysteme, wurde der Begriff „Energiemanagementsystem“ etabliert. Das Ziel dabei war, die relevanten Energieströme in Produktionsprozessen zu erfassen. Dies sollte dazu dienen, Prozesse effizienter zu gestalten. [3]

Diese Regelung ist insbesondere für Unternehmen mit einem hohen Energieverbrauch relevant, die gesetzlichen Energieaudits unterliegen. Sie bietet einen Rahmen für ein effizientes Energiemanagement. Ziel ist es, die Verantwortung der Unternehmensleitung zu betonen, energetische Fragestellungen zu integrieren und Risiken sowie Chancen im Energiemanagement zu identifizieren. [2]

In Wohngebäuden spielten EMS in der Vergangenheit eine untergeordnete Rolle, da Haushalte als reine Verbraucher mit festen Stromtarifen agierten. [3] Auch der weit verbreitete Einsatz von Photovoltaikanlagen in den frühen 2000er Jahren änderte daran wenig. Erst die Reduzierung der Einspeisevergütung und die gestiegenen Preise für den netzbezogenen Strom führten 2011 zum Break-even: Ab diesem Zeitpunkt war es wirtschaftlicher, den selbst erzeugten Strom direkt im Haus zu nutzen (Eigenverbrauchsoptimierung) und das EMS gewann an Bedeutung. [3]

Unter der Annahme eines parallelen Zuwachses der EMS im Zusammenhang mit dem Zuwachs von PV-Anlagen und steuerbaren Verbrauchseinrichtungen, wie beispielsweise Stromspeichern, soll die folgende Analyse des deutschen PV-Speichermarktes mit dem Stichtag 30.04.2025 dienen siehe (Abbildung 1).



Aufgaben und Funktionalitäten eines EMS

Je nach technischer Ausstattung, Energieinfrastruktur und Nutzerpräferenz variieren die konkreten Aufgaben und Funktionalitäten eines EMS. In ihrer Grundform beginnen EMS häufig mit der Visualisierung des Energieverbrauchs, etwa über ein Online-Portal oder ein In-Home-Display. [4] Moderne EMS gehen allerdings deutlich über diese passive Funktion hinaus. Sie integrieren eine Vielzahl steuerbarer Komponenten wie Batteriespeicher, Wärmepumpen, Wallboxen oder flexible Haushaltsgeräte. Mithilfe von Algorithmen und hinterlegten Steuerstrategien werden diese Verbraucher automatisiert

und bedarfsorientiert geregelt. Die Steuerung kann dabei sowohl nach internen Kriterien (z. B. Energieverfügbarkeit, Nutzerpräferenzen) als auch auf Basis externer Signale (z. B. Strompreise oder Netzanforderungen) erfolgen. Letzteres wird auch durch gesetzliche Änderungen getrieben, die ein EMS dazu verpflichten, externe Einflüsse zu berücksichtigen.

Zur besseren Systematisierung lassen sich die Aufgaben von EMS in zehn typische Funktionsbereiche untergliedern, siehe Abbildung 2:

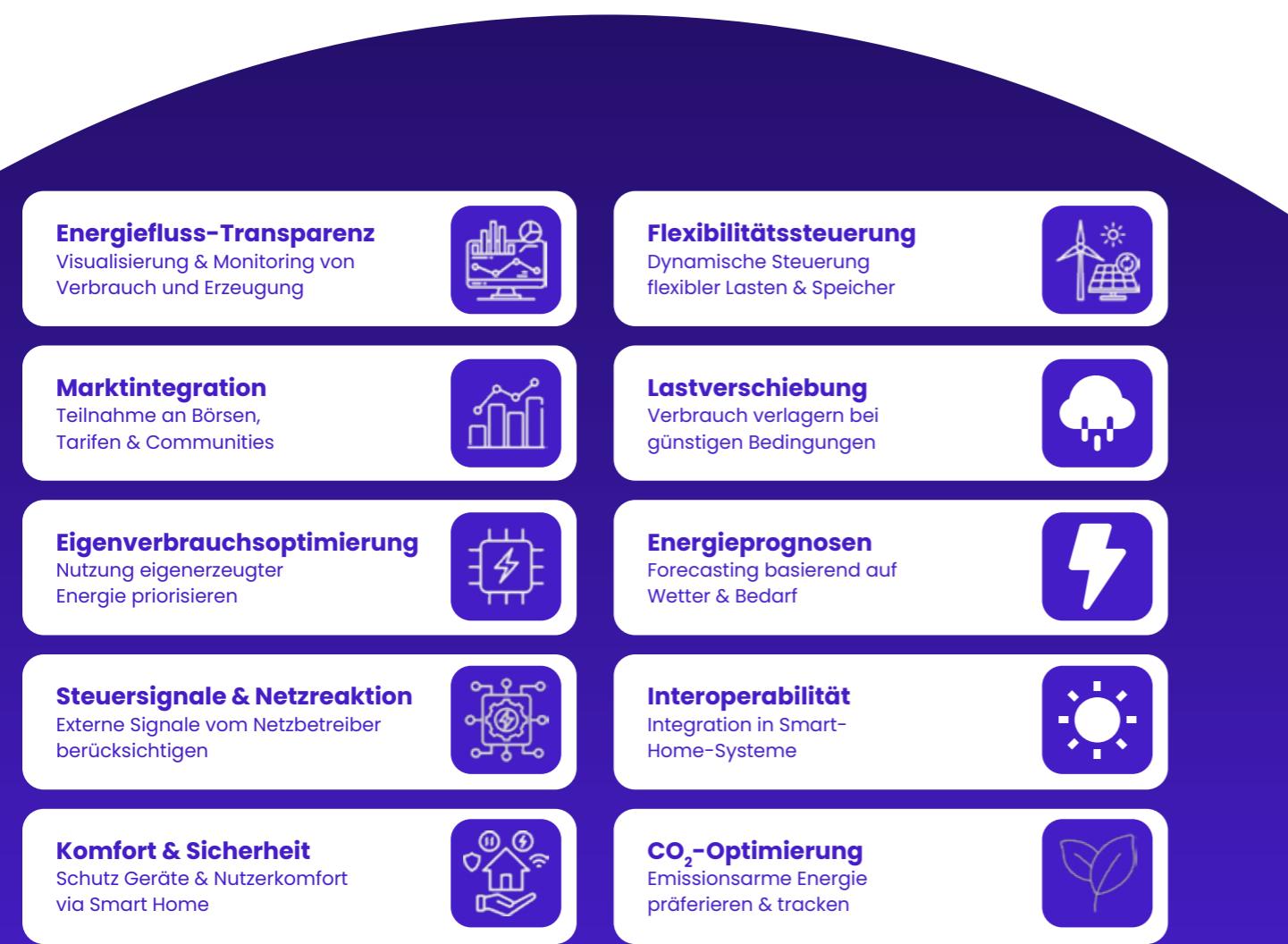


Abbildung 2: Aufgaben eines EMS

Ein Energiemanagementsystem erfüllt eine Vielzahl von Aufgaben (siehe Abbildung 2). Im Zentrum steht dabei häufig die Energiefluss-Transparenz, also die Möglichkeit, den Energieverbrauch und die Energieerzeugung im Haushalt detailliert zu visualisieren. Eine zentrale Weiterentwicklung ist die Flexibilitätssteuerung, bei der das EMS steuerbare Verbraucher und Speicher gezielt anpasst. So kann beispielsweise ein Batteriespeicher mit PV-Überschuss geladen oder der Ladevorgang eines E-Autos in die Nachtstunden verschoben werden. Damit eng verbunden ist die Lastverschiebung. Darunter versteht man die zeitliche Verlagerung des Stromverbrauchs in Zeiten mit hoher Eigenproduktion oder günstigen Stromtarifen, was sowohl wirtschaftliche als auch netzdienliche Vorteile bringt.

Ein weiterer wichtiger Aufgabenbereich ist die Marktintegration. Dabei kann das EMS auf externe Preissignale reagieren und sogar aktiv an Energiemarkten und Community-Modellen teilnehmen. Auf diese Weise wird der Haushalt Teil eines größeren, vernetzten Energiesystems. Ergänzend dazu ermöglichen Energieprognosen eine vorausschauende Steuerung von Verbrauch und Erzeugung. Mithilfe von Wetterdaten, Nutzungsverhalten und weiteren Faktoren kann das EMS zukünftige Energieflüsse abschätzen und entsprechend regeln.

Exkurs: Dynamische Elektrizitätstarife

Dynamische Elektrizitätstarife, die unter dem energiewirtschaftlichen Anwendungsfall 10 (EAF-10) bekannt sind, bieten Verbrauchern oder Erzeugern kurzfristig variable Tarife für spezifische Zeitfenster. Diese werden vom Energielieferanten oder Aggregator über das intelligente Messsystem bereitgestellt. Im Gegensatz zu regelmäßigen zeitvariablen Tarifen sind diese „ereignisvariabel“, da sie einmalig und für bestimmte Zeiträume festgelegt sind. Verbraucher oder Erzeuger mit flexiblen Anlagen können auf diese Tarife reagieren, um ihre Energiekosten zu optimieren. [5,6] Ein Energiemanagementsystem ist zentrale Voraussetzung, um die Vorteile dynamischer Stromtarife, insbesondere stündlich variiender „Hourly Pricing“-Tarife, überhaupt realisieren zu können. Haushalte können ihren Stromverbrauch gezielt in kostengünstige Zeiträume verschieben, was zu deutlichen Kosteneinsparungen von im Schnitt 3,5 bis 4,9 ct/kWh führt. [7] Haushalte mit Wärmepumpe profitieren besonders, da deren Flexibilität kontinuierlich genutzt werden kann. Ohne ein EMS bliebe dieses Potenzial weitgehend ungenutzt, da eine manuelle Reaktion auf stündliche Preisänderungen im Alltag kaum praktikabel ist. Es ist davon auszugehen, dass zu Beginn insbesondere technologieoffene Haushalte mit höherer Zahlungsbereitschaft zur Zielgruppe solcher Funktionalität zählen. [7] Aber auch Haushaltskunden ohne flexible Einrichtungen können durch ereignisvariable Tarife, ihre Flexibilität zu nutzen. [5,6]

2.2. Marktüberblick und Reifegrade (Wavestone-Modell)

In Europa gibt es mehr als 140 Unternehmen, die EMS-Systeme anbieten. [17] Die angebotenen Systeme unterscheiden sich dabei stark in ihren Funktionalitäten. Zur besseren Systematisierung und Bewertung des tatsächlichen Funktionsumfangs unterteilt das Wavestone-Reifegradmodell den Entwicklungsstand von EMS-Systemen in fünf Stufen (siehe Tabelle 1). Diese Einteilung orientiert sich an der Frage, welche Aufgaben durch das EMS übernommen werden und wie weitreichend die Automatisierung bereits ist.

Funktion	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5
Monitoring & Visualisierung	Vorhanden	Vorhanden	Vorhanden	Vorhanden	Vorhanden
Anpassung an unflexible Verbraucher & Steuerung Speicher	Nicht vorhanden	Vorhanden	Vorhanden	Vorhanden	Vorhanden
Optimierung flexibler Verbraucher	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Vorhanden	Vorhanden	Vorhanden
Teilnahme an Energiemärkten & Reaktion auf externe Steuersignale	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden	Vorhanden	Vorhanden
Spezialfähigkeiten:	Nicht vorhanden				
• Sicherheitsintegration (Akku-Gesundheit, Ladezyklen)	Nicht vorhanden				
• CO ₂ -Tracking und Reporting	Nicht vorhanden				
Ausprägung Flexibilität	Keine	Gering (Speicher)	Mittel (flex. Verbraucher)	Hoch (Markt- & signalbasiert)	Sehr hoch

Tabelle 1: Eigene Darstellung: Wavestone Einteilung Reifegrad des EMS

Stufe 1: Monitoring & Visualisierung

In der ersten Ausbaustufe übernimmt das HEMS eine rein informierende Funktion. Energieflüsse wie Stromverbrauch, PV-Erzeugung oder Batterieladung werden visualisiert und dem Nutzer über Dashboards oder Apps bereitgestellt. Weiterführende Funktionalitäten werden in dieser Stufe nicht verfolgt. Stufe 1 dient primär der Schaffung von Transparenz.

Stufe 2: Steuerung unflexibler Verbraucher & Speicher

Mit dem Übergang in die zweite Stufe werden erste Automatisierungsschritte möglich. Das EMS kann nun unflexible Verbraucher oder Speicheranlagen nach einfachen Regeln steuern, um beispielsweise den Eigenverbrauchsanteil bei PV-Anlagen zu erhöhen. Die Steuerungslogik basiert dabei in der Regel auf statischen Parametern oder nutzerdefinierten Zeitfenstern. Der Nutzer bleibt Entscheidungsträger, wird aber bereits durch erste Automatisierungsfunktionen entlastet.

Stufe 3: Integration und Optimierung flexibler Verbraucher

Ein signifikanter Entwicklungsschritt wird mit der Einbindung flexibler Verbraucher, wie etwa Wärmepumpen, Wallboxen oder Klimaanlagen, erreicht. Das EMS kann nun aktiv steuerbare Lasten zeitlich verschieben, um etwa günstige Erzeugungszeiten (z. B. PV-Mittagsspitzen) gezielt zu nutzen oder Lastspitzen im Haushalt zu vermeiden. Die Steuerung erfolgt dynamisch auf Basis technischer Randbedingungen (z. B. Ladezustand, Komfortvorgaben) und wird zunehmend autonom.

Stufe 4: Externe Steuerimpulse & Marktteilnahme

In Stufe 4 verarbeitet ein EMS externe Signale, wie dynamische Stromtarife oder Steuersignale von Dritten. Dadurch kann es netzdienlich reagieren, Lasten in Niederspannungsnetzen entlasten oder aktiv auf Marktpreise reagieren. Die Integration in übergeordnete Energiesysteme wird damit Realität: Das EMS agiert nicht mehr isoliert, sondern alsorchestrierter Bestandteil eines zunehmend dezentralen, aber vernetzten Energiesystems.

Stufe 5: Prognosebasierte Optimierung & Intelligente Systemsteuerung

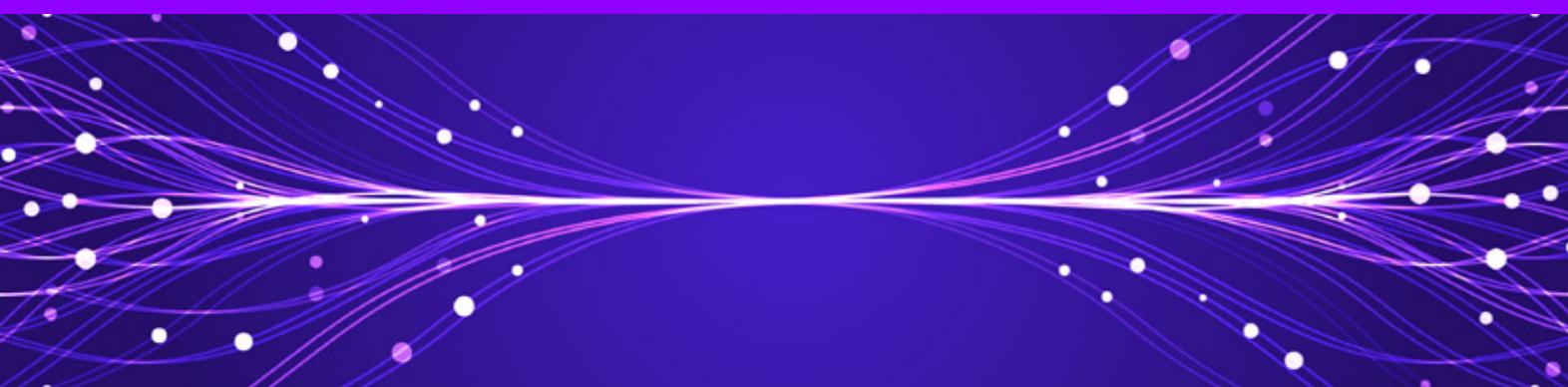
Die höchste Reifegradstufe umfasst alle vorherigen Funktionen und erweitert diese um fortgeschrittene Features wie CO₂-Tracking, Geräteschutzfunktionen (z. B. Batteriezustand, Ladezyklen-Management) oder Komfortanpassung. Prognosemodelle für die PV-Erzeugung, Wetterdaten und das Verbrauchsverhalten werden integriert, um Steuerungsentscheidungen vorausschauend und kontextsensitiv zu treffen. Dadurch kann das EMS seine Flexibilität nicht nur maximal ausschöpfen, sondern auch marktorientiert, netzdienlich und im Sinne der Nachhaltigkeit einsetzen. In dieser Stufe entstehen neue Potenziale für variable Stromprodukte, energiewirtschaftliche Geschäftsmodelle und sektorenübergreifende Optimierungen.

Mithilfe des vorgestellten Reifegradmodells ist eine differenzierte Bewertung technologischer Lösungen entlang ihres Automatisierungsgrads und ihrer Systemintegration möglich. Um den aktuellen Stand der Marktentwicklung einzurichten, wurden im Rahmen dieses Whitepapers zahlreiche EMS-Angebote recherchiert und systematisch bewertet. Zur besseren Veranschaulichung der unterschiedlichen Reifegrade werden im Folgenden einige ausgewählte Anbieter näher vorgestellt. Die Auswahl umfasst marktprägende Systeme mit verschiedenen architektonischen Ansätzen und dient der Einordnung in das beschriebene Reifegradmodell.

1KOMMA5° – Heartbeat

Mit dem „Heartbeat“-System stellt 1KOMMA5° einen hochentwickelten Smart-Energy-Manager bereit, der konsequent auf Sektorkopplung und Flexibilitätsnutzung ausgelegt ist. Das System integriert Photovoltaikanlagen, Heimspeicher, Wärmepumpen, Wallboxen und weitere flexible Verbraucher zu einem vollständig vernetzten Energiemanagement [18]. Kern des Systems ist eine cloudbasierte Steuerungsplattform, die mithilfe KI-gestützter Algorithmen Verbrauchs- und Erzeugungsprognosen berechnet. Auf Basis dieser Prognosen steuert „Heartbeat“ eigenständig die Lasten im Haushalt und optimiert den Eigenverbrauch. Gleichzeitig werden Ladezeiten oder Heizzyklen so verschoben, dass sie mit günstigen Stromtarifen oder hoher PV-Produktion zusammenfallen.

Ein Alleinstellungsmerkmal ist die enge Verknüpfung mit dem Virtuellen Kraftwerk von 1KOMMA5°, die es Nutzern ermöglicht, aktiv am Strommarkt teilzunehmen. Das System kann auf Preis- oder Netzzsignale reagieren und Lasten netzdienlich verschieben. Dadurch ergeben sich finanzielle Vorteile für die Nutzer und eine Stabilisierung des Stromnetzes. [19] Im Reifegradmodell ist „Heartbeat“ primär der Stufe 4 mit Tendenzen zu Stufe 5 zuzuordnen, da es sowohl eine vorausschauende Steuerung als auch eine markt- und netzdienliche Integration bietet. Die Kombination aus Prognoseintelligenz, Flexibilitätsnutzung und externer Signalverarbeitung erfüllt die benannten Kriterien der Ausbaustufe.



beegy – beegy Box & ComKit

Das EM-System von beegy, das aus der beegy Box und dem ComKit besteht, ist eine modulare Plattform für intelligentes Energiemanagement in Haushalten und Mieterstromprojekten. Es steuert PV-Anlagen, stationäre Speicher, Wärmepumpen und Ladeinfrastruktur. Die Kommunikation erfolgt sowohl lokal als auch cloudbasiert, wodurch ein dynamisches Lastmanagement möglich wird. Prognosefunktionen, etwa auf Basis von Wetterdaten, unterstützen eine vorausschauende Steuerung. Ein Vorteil der beegy-Lösung liegt in ihrer Herstellerunabhängigkeit und der Flexibilität des Systems, wodurch sie sich nahtlos in bestehende Anlagenstrukturen integrieren lässt.

Gleichzeitig bietet sie ein einfaches Interface für Endkunden, mit dem sie ihre Energieflüsse transparent überwachen und bei Bedarf manuell steuern können. [20]

Die Funktionen des Systems entsprechen im Reifegradmodell vor allem Stufe 3, da flexible Verbraucher automatisiert und prognosegestützt gesteuert werden können. In Konfigurationen mit externer Signalverarbeitung, etwa durch Preistarife oder Netzvorgaben, lässt sich das System teilweise auch Stufe 4 zuordnen. Eine vollständige Marktintegration gehört bisher jedoch nicht zum Standardumfang.

Enpal – Enpal.One+

Mit Enpal.One+ bietet Enpal eine Energiemanagementlösung, die eine Photovoltaikanlage, einen Batteriespeicher und eine optionale Ladeinfrastruktur oder Wärmepumpe im Haushalt zu einem integrierten System verbindet. Über eine zentrale Plattform werden die Energieflüsse im Haushalt erfasst, visualisiert und automatisiert gesteuert. Grundlage hierfür sind unter anderem Wetter- und Verbrauchsprognosen, die eine vorausschauende Nutzung von Solarstrom ermöglichen. So werden Speicher und Verbraucher wie Wallbox oder Wärmepumpe bevorzugt in Zeiten hoher Eigenerzeugung betrieben, um den Eigenverbrauch zu maximieren und die Energiekosten zu senken [21]. Darüber hinaus unterstützt Enpal.One+ ebenfalls die Einbindung dynamischer Stromtarife. Das System

verschiebt Lasten automatisch in Zeiten niedriger Preise und nutzt Überschüsse zur Einspeisung ins Netz. Nutzer profitieren dadurch von einer deutlichen Reduktion ihrer Stromkosten und erhalten über die Enpal-App eine transparente Übersicht über Erzeugung, Verbrauch und Kostenentwicklung.

Im Reifegradmodell ist Enpal.One+ der Stufen 3 bis 4 zuzuordnen. Das System kombiniert Prognosefunktionen mit der Verarbeitung externer Preissignale und ermöglicht somit eine netzdienliche und kosteneffiziente Steuerung. Eine vollständige Marktintegration im Sinne einer aktiven Handels- oder Regelleistungsteilnahme oder zusätzliche Komfortfaktoren, wie sie für Stufe 5 charakteristisch wären, gehören jedoch nicht zum Standardumfang.

sonnen – sonnenBatterie & sonnenVPP

Die sonnenBatterie bildet das Herzstück eines umfassenden Energiemanagement-Ökosystems, das lokal und überregional vernetzt arbeitet. Zusammen mit dem sonnenVPP (Virtual Power Plant oder virtuelles Kraftwerk) ermöglicht die Lösung nicht nur die Optimierung des Eigenverbrauchs, sondern auch die aktive Teilnahme am Strom- und am Regelenergiemarkt. Dies erfolgt über Echtzeitdaten und Prognosealgorithmen, die Energieflüsse intelligent steuern. So können flexible Verbraucher wie Wallboxen oder Wärmepumpen gezielt in das Management eingebunden werden. Ein besonderer Vorteil ist die Einbindung in die sonnenCommunity: Diese Plattform vernetzt Tausende dezentrale Speicher und leistet so einen kollektiven Beitrag zur Netzstabilität und zur Nutzung erneuerbarer Energien. Das virtuelle Kraftwerk von sonnen ist darüber hinaus an den Energiemärkten aktiv und kann überschüssige

Energie gezielt in Zeiten niedriger Preise aufnehmen oder bei hoher Nachfrage ins Netz einspeisen. Für die Kunden bedeutet das nicht nur eine Erhöhung des Eigenverbrauchs, sondern auch direkte finanzielle Vorteile durch die Teilnahme an innovativen Stromtarifmodellen wie der sonnenFlat. [22] Ergänzend setzt sonnen auf ein prognosebasiertes Batteriemanagement, das Wetterdaten und historische Verbrauchsmuster einbezieht. So können Speicherkapazitäten optimal genutzt und die Lebensdauer der Batteriemodule verlängert werden.

Im Reifegradmodell entspricht die sonnen-Lösung der Stufen 4 bis 5. Die Kombination aus lokaler und marktbasierter Steuerung, Echtzeitkommunikation, Prognoseintelligenz und Nachhaltigkeitsfunktionen erfüllt sämtliche Anforderungen der höchsten Ausbaustufe.



Theben – CONEXA Smart-Meter-Gateway und CLS-Mehrwertmodul

Das CONEXA 3.0 Smart-Meter-Gateway von Theben ist kein klassisches Energiemanagementsystem, sondern stellt als zertifizierte Kommunikationsinfrastruktur die Grundlage für netzdienliches Energiemanagement bereit. Besonders relevant für Energiemanagementsysteme ist, dass CONEXA durch sogenannte CLS-Mehrwertmodule funktional erweitert werden kann. [23]

Über das CLS-Modul mit EEBUS-Schnittstelle kann CONEXA mit EMS, Smart-Home-Systemen oder direkten Verbrauchseinrichtungen kommunizieren und diese nach energetischen Vorgaben steuern. Dadurch wird das Gateway zur Brücke zwischen dem Energiemarkt (z. B. Netzbetreiber, Energieversorger) und der dezentralen Energiewelt im Haushalt. Das bedeutet in der Praxis beispielsweise, dass PV-Anlagen, Wärmepumpen, Speicher oder Ladeeinrichtungen etwa durch eine automatische Reduktion der Ladeleistung bei Netzengpässen oder durch Preissignale netzdienlich betrieben werden können. Gemeinsam mit Partnern wie IKOMMA5° oder gridX wurden bereits praxistaugliche Anwendungen für §14a EnWG demonstriert. Dabei werden Steuerbefehle über das Smart-Meter-Gateway direkt an Geräte im Haushalt übertragen. [24] Der Vorteil von Theben liegt somit nicht in einer eigenen Optimierungslogik, sondern in der Rolle als Enabler: CONEXA schafft

die hochsichere, zertifizierte Infrastruktur, über die andere Energiemanagementsysteme überhaupt erst netzdienlich agieren können. Im Reifegradmodell ist CONEXA in Stufe 4 einzurordnen. Das System ermöglicht eine sichere und standardisierte Integration externer Steuerimpulse und erfüllt damit zentrale Anforderungen an ein netzdienliches Energiemanagement. Eine vollumfängliche Prognose- und Komfortsteuerung, wie sie für Stufe 5 notwendig wäre, ist jedoch nicht Bestandteil des Lösungsumfangs.

Die betrachteten Anbieter zeigen, dass der EMS-Markt bereits zahlreiche hochentwickelte Lösungen hervorbringt, gleichzeitig aber auch stark fragmentiert ist. Einige wenige Anbieter erfüllen mit intelligenten Prognosemodellen, externer Signalverarbeitung und Marktintegration nahezu alle Anforderungen moderner Energieinfrastrukturen. Andere fokussieren sich auf die klassische Eigenverbrauchsoptimierung ohne netzdienliche Funktionalität. Das vorgestellte Reifegradmodell schafft hierbei Orientierung für Marktteilnehmer, Regulierung und Nutzer gleichermaßen. Es ermöglicht eine vergleichende Bewertung bestehender Lösungen und dient als Referenzrahmen für zukünftige Entwicklungen im Bereich des intelligenten Energiemanagements im Haushalt.

3. Technische Einbindung von EMS

3.1 EMS in energiewirtschaftlichen Rollen

Die Umsetzung der neuen Vorgaben des § 14a EnWG erfordert ein koordiniertes Zusammenspiel mehrerer Akteure – darunter Netzbetreiber, Messstellenbetreiber und Anlagenbetreiber. Die folgende Abbildung 3 zeigt die zentralen Rollen, technischen Anforderungen und Abläufe rund um die Herstellung der Steuerbarkeit und den Umgang mit Steuerungsbedarf.



Als Betreiber einer steuerbaren Verbrauchseinrichtung wird der Letztverbraucher oder Anschlussnehmer definiert. [9] Ausgehend vom Betreiber, der für die Steuerbarkeit der Verbrauchseinrichtungen verantwortlich ist, jedoch nicht für den Einbau eines intelligenten Messsystems (iMSys), einer Steuerbox oder eines EMS, kann die Steuerung dann durch den Messstellenbetreiber (MSB) in Form der Zusatzleistung nach § 34 Absatz 2 MsbG oder durch den Netzbetreiber zur Wahrung des Netzzustandes im Netzgebiet ermöglicht werden. Nach technischer Beurteilung bleibt noch die Wahl, ob eine Direktansteuerung der Verbrauchseinrichtungen oder aber eine Steuerung über ein EMS am Netzanschlusspunkt erfolgen soll. (siehe Abbildung 3)

Aktuell dominieren Installateure den Markt, da nahezu jedes PV-, Speicher- und Wärmepumpensystem mit einem Energiemanager ausgeliefert wird. Bis 2030 wird sich der Wettbewerb weiter verbreitern. Energieversorger, Service-Provider sowie OEMs und Automotive-Hersteller treten verstärkt auf. Entscheidend für die Marktführerschaft wird die Fähigkeit sein, Flexibilität, Tarifmodelle und echten Kundennutzen zu kombinieren. [10]

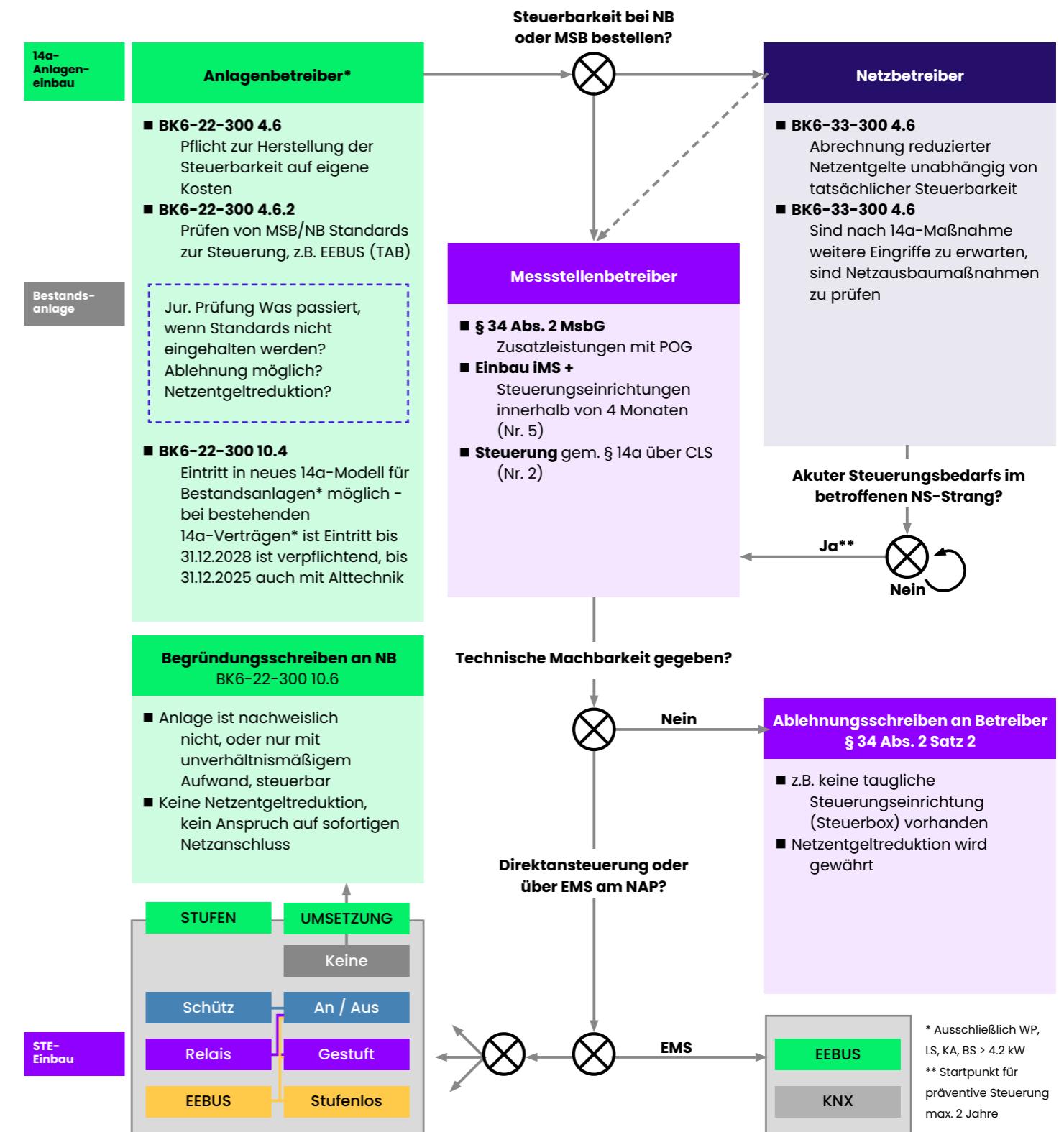


Abbildung 3: Eigene Darstellung, Zusammenspiel Marktakteure [8]

3.2 Smart Meter Gateway Varianten und EMS

Für die Einbindung eines EMS in die Systemarchitektur des SMGW sind grundsätzlich verschiedene Ansätze denkbar. Wesentliche Leitplanken hierfür setzen hierzu die TR-03109-5 des BSI sowie der FNN. Die zentrale Herausforderung bei der Anbindung des EMS an das SMGW bzw. die damit verbundene Steuerbox besteht darin, eine hersteller-

unabhängige Kommunikation zwischen allen Komponenten zu ermöglichen. Nur so kann die gesetzeskonforme Übermittlung des Steuerbefehls von der Steuerbox über das EMS an die angebundenen steuerbaren Verbrauchs- und Erzeugungseinrichtungen sichergestellt werden. Zu diesem Zweck kommen grundsätzlich unterschiedliche Kommunikationsprotokolle in Frage.

Variante 1: Smart Meter Gateway, CLS-Komponente, EMS

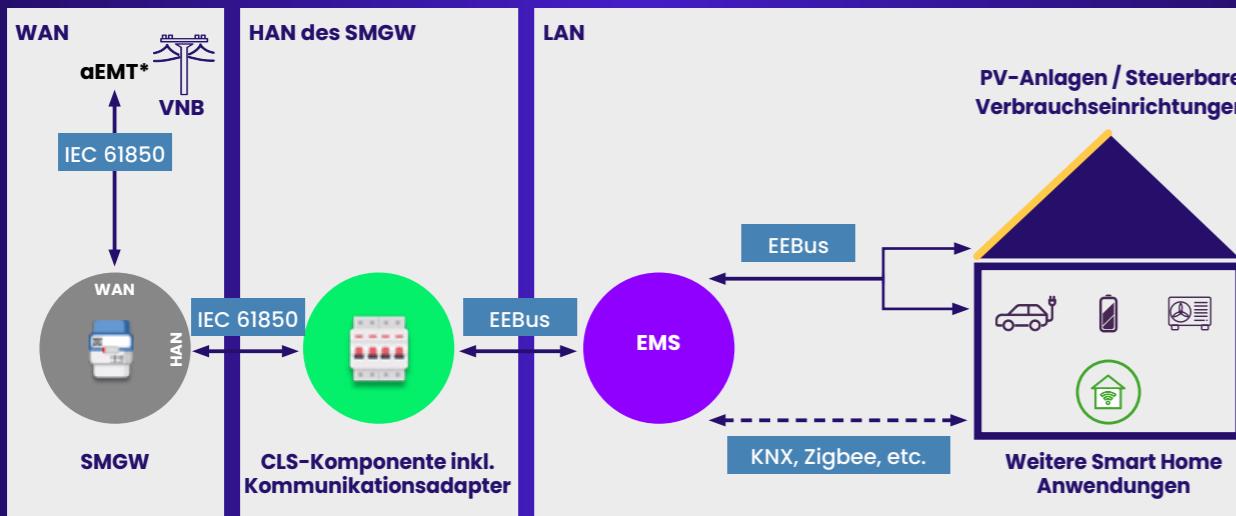


Abbildung 4: Eigene Darstellung, Variante 1 EMS Architektur [11], angelehnt an [12-14]

Abbildung 4 zeigt die mögliche Einbindung eines EMS in die Systemarchitektur des SMGW. Dabei gelangt ein Steuerbefehl des Verteilnetzbetreibers (VNB) zunächst zum SMGW und die daran angebundene Steuerbox. Die Kommunikation zwischen dem aktiven externen Marktteilnehmer (aEMT) und dem SMGW bzw. der Steuerbox erfolgt dabei über standardisierte Netzprotokolle wie IEC 61850. Die Steuerbox übersetzt die Anforderung in das EEBUS-Protokoll und gibt den Befehl an das EEBUS-fähige Energiemanagementsystem weiter. Dieses regelt die Wirkleistung der angeschlossenen Einspeiseanlagen und steuerbaren Verbrauchseinrichtungen entsprechend des vorgegebenen Steuerbefehls. Denkbar ist auch die Anbindung geschlossener Ökosysteme, sofern die Hersteller ihren Kunden eine zentrale Regelungskomponente mit entsprechender EEBUS-Schnittstelle bereitstellen. [15]

* aEMT: aktiver externer Marktteilnehmer Kommunikationsprotokoll – beispielhaft –

Variante 2: Smart Meter Gateway +, EMS

Im Kontext der Steuerbarkeit von Verbrauchseinrichtungen rückt die direkte Steuerung aus dem Smart Meter Gateway (SMGW) zunehmend in den Fokus. Bisher erfolgte die Steuerung in der Regel über eine externe Steuerbox (z. B. die FNN-Steuerbox), die über den CLS-Kanal an das SMGW angebunden ist. Durch die Weiterentwicklung der Gateway-Funktionalitäten ergibt sich jedoch eine neue Option: Die Steuerung könnte künftig direkt im SMGW erfolgen, ohne den Umweg über eine separate Steuerbox. [16] Entsprechend wäre die Systemarchitektur leicht angepasst, siehe Abbildung 5.

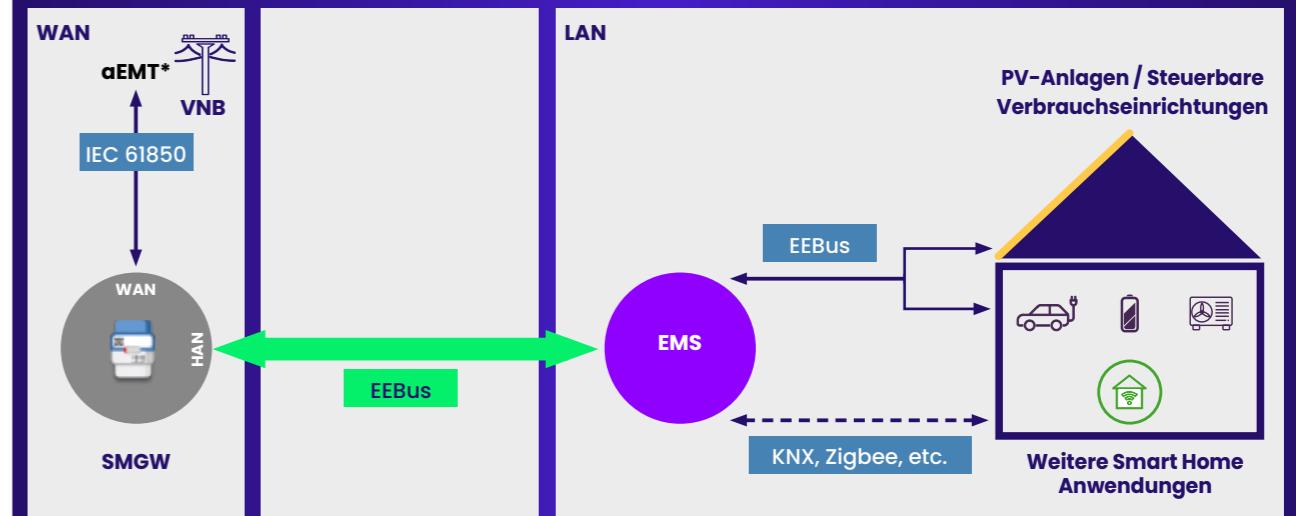


Abbildung 5: Eigene Darstellung, Variante 2 EMS Architektur, angelehnt an [16]

Dieser Aspekt der neuen Möglichkeit der SMGW-internen Steuerung (ohne zusätzliche CLS-Komponente) sowie der Trend zur digitalen Schnittstelle (z. B. EEBUS, Modbus TCP, MQTT) definieren, wie EMS sich in die künftige Energieinfrastruktur integrieren müssen. Sie markieren den Übergang von autarken Einzellösungen zu vernetzten Systemakteuren in der Energie- und Netzsteuerung.

Der Messstellenbetreiber soll dabei künftig zwischen beiden Wegen wählen können: Entweder erfolgt die Schalthandlung über die bestehende Infrastruktur mit CLS-Steuerbox oder direkt über das SMGW. [16]

* aEMT: aktiver externer Marktteilnehmer Kommunikationsprotokoll – beispielhaft –



4. Regulatorische Einbindung von EMS

Energiemanagementsysteme finden direkt und indirekt immer mehr Anklang in gesetzlichen Rahmenbedingungen (siehe Abbildung 7).

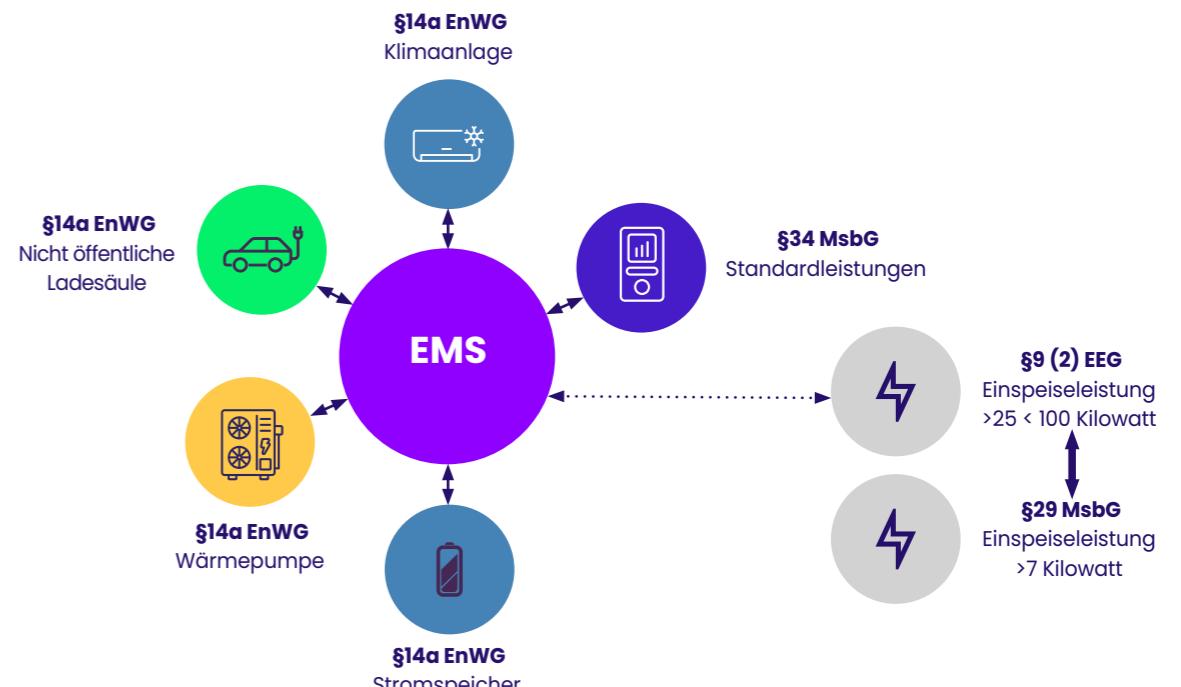


Abbildung 3: Eigene Darstellung, Zusammenspiel Marktakteure [8]

Im Rahmen der netzorientierten Steuerung gemäß § 14a EnWG werden Energiemanagementsysteme eine wichtige Rolle einnehmen. Darüber hinaus eröffnet auch § 9 (2) EEG ein relevantes Anwendungsfeld für intelligentes Energiemanagement: EEG-Anlagen ab 25 kW unterliegen der Pflicht zur ferngesteuerten Wirkleistungsbegrenzung. Sofern diese Pflicht greift, sind Betreiber gemäß § 29 MsBG bereits ab einer installierten Leistung von 7 kW dazu verpflichtet, ein intelligentes Messsystem inklusive der notwendigen Steuerungseinrichtungen zu nutzen. Auch § 34 MsBG ermöglicht die Einbindung von Energiemanagementsystemen als Zusatzfunktion intelligenter Messsysteme im Rahmen eines Standardangebots.

Positionspapier der Bundesnetzagentur
Im November 2022 hat die Beschlusskammer 6 ein Festlegungsverfahren zur Integration von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen eröffnet und ein Eckpunktepapier sowie einen Regelungsentwurf konsultiert. Auf Basis der eingegangenen Stellungnahmen aus beiden Konsultationen wurden Vorgaben für die netzorientierte Steuerung von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen entwickelt. Diese Vorgaben dienen der Integration einer zunehmenden Anzahl steuerbarer Verbrauchseinrichtungen und steuerbarer Netzanschlüsse im Niederspannungsnetz. [9]

Der darauffolgende Beschluss zur netzorientierten Steuerung von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen und steuerbaren Netzanschlüssen vom November 2023 ist seit dem 01.01.2024 umzusetzen. [26] In dem Beschluss wird dem Betreiber einer steuerbaren Verbrauchseinrichtung im Rahmen der Einrichtung der netzorientierten Steuerung die Auswahl aus zwei unterschiedlichen Arten der Ansteuerung eröffnet. Einerseits besteht die Möglichkeit, dass die vom Netzbetreiber ausgegebene Leistungsvorgabe unmittelbar an die einzelne Verbrauchseinrichtung weitergegeben wird. In diesem Fall, der so genannten Direktansteuerung, führt der Ansteuerungsbefehl unmittelbar zur Reduktion des Leistungsbezuges der Anlage. [26]

Bei komplexeren Anlagen, insbesondere solchen mit Eigenerzeugung und/oder Speichern, kann der Betreiber steuerbare Verbrauchseinrichtungen bündeln und sie über ein EMS

koordinieren. Der Netzbetreiber übergibt am Netzzanschlusspunkt einen Sollwert für den maximalen netzwirksamen Leistungsbezug aller koordinierten Verbrauchseinrichtungen. Das EMS übernimmt diesen Wert und stellt durch geeignete technische Maßnahmen die interne Koordination von Bezug und ggf. Eigenerzeugung sicher. [26]

Über das EMS kann der Betreiber selbst entscheiden, wann und wie die verfügbare Bezugsleistung auf steuerbare Verbrauchseinrichtungen verteilt wird. Auch zeitgleiche Eigenerzeugung oder Ausspeicherung kann dabei genutzt werden. So kann eine einzelne Verbrauchseinrichtung bei intern erforderlicher Leistungsreduzierung mehr Leistung beziehen, wenn der netzwirksame Effekt am Netzzanschlusspunkt durch gleichzeitige Eigenerzeugung geringer ist.

4.1. Rechtsrahmen

4.1.1. Energiewirtschaftsgesetz (EnWG)

Steuerbare Verbrauchseinrichtungen nach § 14a EnWG

Im Stufenmodell „Teil 1: Energiewirtschaftliche Anwendungsfälle“ des im Roadmap-Prozess des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik im Einsatzbereich Smart Metering veröffentlichten Stufenmodells wurde bereits 2020 der energiewirtschaftliche Anwendungsfall 2 (EAF-2) bezüglich des Energiemanagements von regelbaren Erzeugungs- und Verbrauchseinrichtungen thematisiert. [5]

Die Verbreitung von Energiemanagementsystemen als separate Komponenten oder Softwarelösungen ist bereits vorhanden und es wird vor allem bei Kunden mit mehreren Erzeugungs- oder Verbrauchseinrichtungen ein deutlicher Anstieg erwartet. [5]

In der folgenden Darstellung werden die steuerbaren Verbrauchseinrichtungen sowie der Zeitplan inklusive Bestandsschutz nach § 14a EnWG dargestellt. (Abbildung 8)

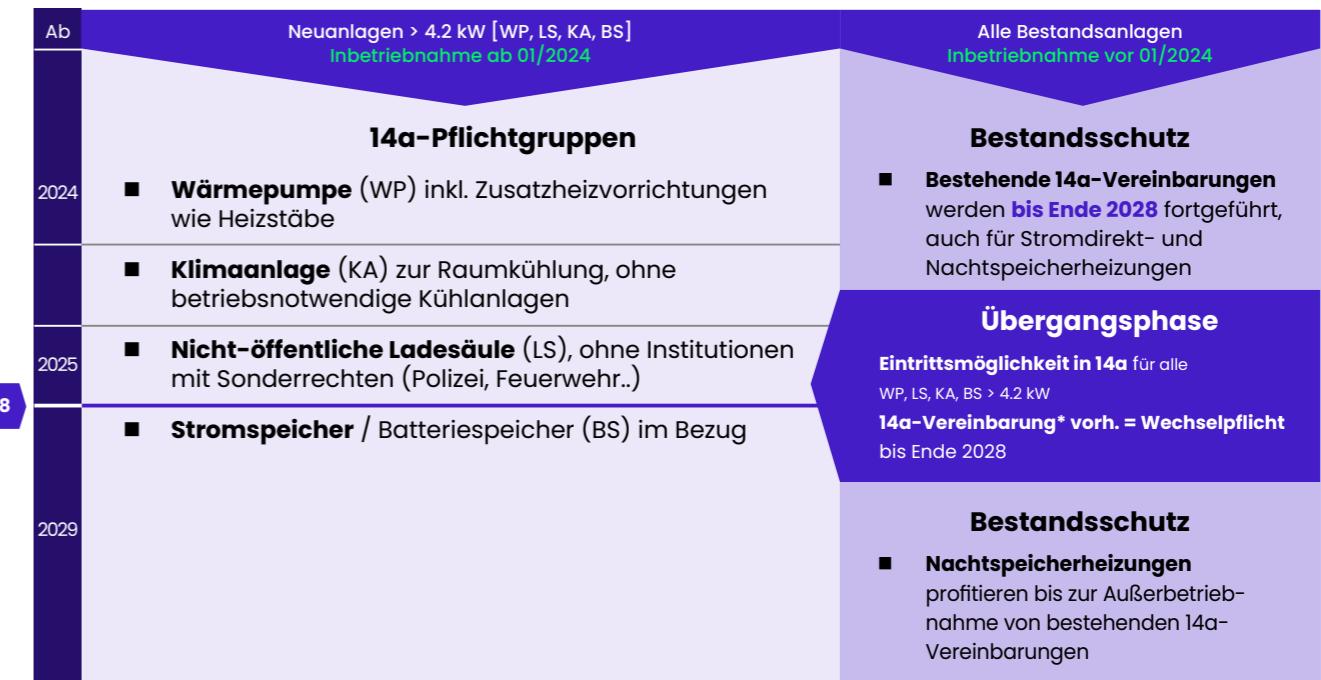


Abbildung 8: Eigene Darstellung gemäß - BK6-22-300 [9]

Gemäß § 14a des Energiewirtschaftsgesetzes hat die Bundesnetzagentur festgelegt, dass Neuanlagen, die nach dem 1. Januar 2024 installiert werden, aus dem Netz heraus steuerbar sein müssen. Dies gilt für alle Wärmepumpen, nicht öffentliche Ladesäulen, Klimageräte und Stromspeicher mit einer Bezugsleistung von mehr als 4,2 kW – auch unter Betrachtung der summierten Leistung bei mehreren Anlagen. Bereits hier greift die von der BNetzA beschriebene die Auswahl aus zwei unterschiedlichen Arten der Ansteuerung (siehe Abbildung 8).

Steuerbarkeitscheck nach § 12 Abs. 2d EnWG

Mit der Novellierung des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) wurde der § 12 Abs. 2 konkretisiert und erweitert. Demnach sind Betreiber von Elektrizitätsversorgungsnetzen verpflichtet, jährlich den Steuerbarkeitsstatus aller steuerbaren Erzeugungs- und Speicheranlagen zu überprüfen und diesen systematisch zu melden. Dies betrifft

laut Leitlinien der ÜNB zunächst alle Anlagen ab 100 kW und ab dem 01.01.2026 auch kleinere Anlagen (≥ 7 kW Nennleistung), sofern sie fernsteuerbar sind. [27] Von der Pflicht ausgenommen sind Anlagen, die nach dem 01.05.2025 in Betrieb genommen wurden (die Pflicht gilt erst im Folge-Berichtsjahr), die bereits im Rahmen von Redispatch-Maßnahmen erfolgreich gesteuert wurden oder die als Netzersatzanlagen (Notstromversorgung) betrieben werden. [28] Damit eine Anlage gemäß § 12 EnWG als „steuerbar“ eingestuft werden kann, muss sie nachvollziehbar auf einen externen Steuerbefehl reagieren – insbesondere auf Anforderungen zur Abregelung der Wirkleistung. Abhängig von der technischen Infrastruktur kann dies auf zwei Arten erfolgen [27]:

- Mit Antwortsignal: z. B. via Fernwirktechnik, CLS über SMGW mit Rückkanal
- Ohne Antwortsignal: z. B. durch Lastganganalyse, bei Rundsteuerung ohne Rückmeldung

*Faktisch gewährte Netzentgeltreduktionen werden ebenfalls als gültige 14a-Vereinbarung gewertet

Wavestone-Impuls: Durch den Steuerbarkeitscheck nach § 12 EnWG gewinnt die Frage an Bedeutung, welche Rolle das EMS in der netzdienlichen Steuerung einnimmt. Aktuell ist es technisch möglich, dass EMS durch Kundeninteressen gesteuert werden. Perspektivisch müssten sie jedoch Teil einer verbindlichen und überprüfbaren Steuerkette werden. Eine künftige Zertifizierungs- oder Standardisierungspflicht für EMS erscheint daher realistisch, insbesondere, wenn sie aktiv in die Umsetzung externer Steuerbefehle eingebunden sind.

4.1.2. Erneuerbare-Energien Gesetz (EEG)

Gemäß § 9 Abs. 2 sind Betreiber von PV-Anlagen ab 25 kW dazu verpflichtet, ihre Wirkleistung jederzeit ferngesteuert begrenzen zu können. Ein Energiemanagementsystem (EMS) übernimmt dabei die technische Umsetzung und kann zugleich den Eigenverbrauch und die Speicherung intelligent koordinieren. Für kleinere Anlagen bis 25 kW gilt weiterhin die sogenannte 60-Prozent-Regel: Der Betreiber kann wählen, ob er die Einspeisung pauschal auf 60 % der Modulleistung begrenzt oder sie über ein fernsteuerbares EMS flexibel regelt, um Verluste zu vermeiden. [29]

4.1.3. Messstellenbetriebsgesetz (MsBG)

- § 29 knüpft direkt an das EEG an: Greift die Fernsteuerpflicht nach § 9 EEG, müssen Betreiber bereits ab einer installierten Leistung von 7 kW ein intelligentes Messsystem (iMSys) mit geeigneter Steuereinrichtung verbauen. Damit erhält das EMS einen sicheren Daten- und Steuerkanal über das Smart-Me-

ter-Gateway. [30]

- § 34 erlaubt dem grundzuständigen Messstellenbetreiber, EMS-Funktionen als Teil eines Standardangebots bereitzustellen. Das EMS darf dafür die CLS-Schnittstelle oder andere interoperable Protokolle nutzen, so lange Datenschutz und IT-Sicherheit eingehalten werden. [30]
- § 35 setzt Preisobergrenzen für solche Zusatzausleistungen fest: Ab 2025 gilt ein „angemessenes Entgelt“, dessen Höhe von der Bundesnetzagentur überwacht wird. Dadurch entsteht ein Kosten- und Transparenzdruck, der offene, modular buchbare EMS-Funktionen fördert und einen echten Wettbewerb zwischen MSB-Angeboten und freien Dritt-EMS anstößt. [30]



4.2. Stand der Standardisierung

Aktuell kristallisiert sich das EEBUS-Kommunikationsprotokoll als ein möglicher Standard heraus. So findet sich eine Beschreibung zur Umsetzung der digitalen Schnittstelle unter Verwendung des EEBUS-Protokolls explizit im „Lastenheft Steuerbox“ des VDE FNN. Entsprechende EEBUS-Funktionalitäten sind zudem in Herstellerkomponenten und realisierten Testarchitekturen zu finden. [31], [32], [33], [34], [35] Zu beachten ist außerdem die BSI-Richtlinie TR-03109-5: Ein EMS, das künftig Regelbefehle aus dem Smart-Meter-Gateway verarbeiten möchte, muss mindestens die EEBUS-Profile aus TR-03109-5 beherrschen oder ein Mapping von KNX/Modbus in EEBUS vorhalten können.

Auch der VDE FNN beschäftigt sich mit der Steuerungsadministration bei der Steuerung aus dem Smart Meter Gateway (SMGW), wobei er die aktuell laufende Erarbeitung des zugehörigen Implementierungshinweises zur Steuerung mit Nachweisführung im SMGW gemäß TR-03109-1 berücksichtigt. Das EMS wird bereits als ein fester Bestandteil angesehen und dient der zuvor genannten Variante 2: Smart Meter Gateway +, EMS. [16]

Trotz der Vielzahl an EMS-Anbietern und Lösungsansätzen – darunter Plug-and-Play-Systeme sowie Initiativen zur Standardisierung von Schnittstellen und Protokollen – konnte bislang keine einheitliche Branchenlösung etabliert werden. [36]

Wavestone-Einschätzung:

Zwar werden EMS zunehmend in gesetzlichen Regelungen berücksichtigt, doch es fehlt weiterhin an verbindlichen Standards und einem einheitlichen Zertifizierungsrahmen. Die Systeme unterscheiden sich stark in Bezug auf ihren Funktionsumfang, ihre technische Ausgestaltung und ihre Integrationsfähigkeit. Ein Stufenmodell zur Zertifizierung, wie wir es bereits vorgestellt haben, könnte die Fähigkeiten von EMS systematisch erfassen und bewerten. Dadurch würden Vergleichbarkeit und Transparenz verbessert sowie klare Anforderungen für Hersteller, Anwender und Regulierungsbehörden geschaffen.

5. Ausblick und Thesen

5.1. Einordnung

Bei der Auswahl eines EMS-Anbieters sollte der Fokus nicht nur auf den Funktionen, der zugrunde liegenden IT-Infrastruktur liegen. Wichtige Kriterien sind die Skalierbarkeit der Plattform, die Verfügbarkeit offener Schnittstellen sowie ein hohes Maß an Datensicherheit. Entscheidend sind auch moderne Datenanalysefähigkeiten und ein flexibles, modulares Systemdesign. Zudem sollte geprüft werden, ob der Anbieter über ausreichende Entwicklerressourcen verfügt, um

zukünftige Anpassungen, wie etwa die Einbindung neuer Geräte, zeitnah umsetzen zu können.

Hinsichtlich des EMS-Ökosystems sehen wir noch keine festen Strukturen. Bislang können den verschiedenen Akteuren verschiedene Aufgaben zugeteilt werden. Ein klarer roter Faden ist unserer Ansicht nach nicht vorhanden (siehe Abbildung 9).

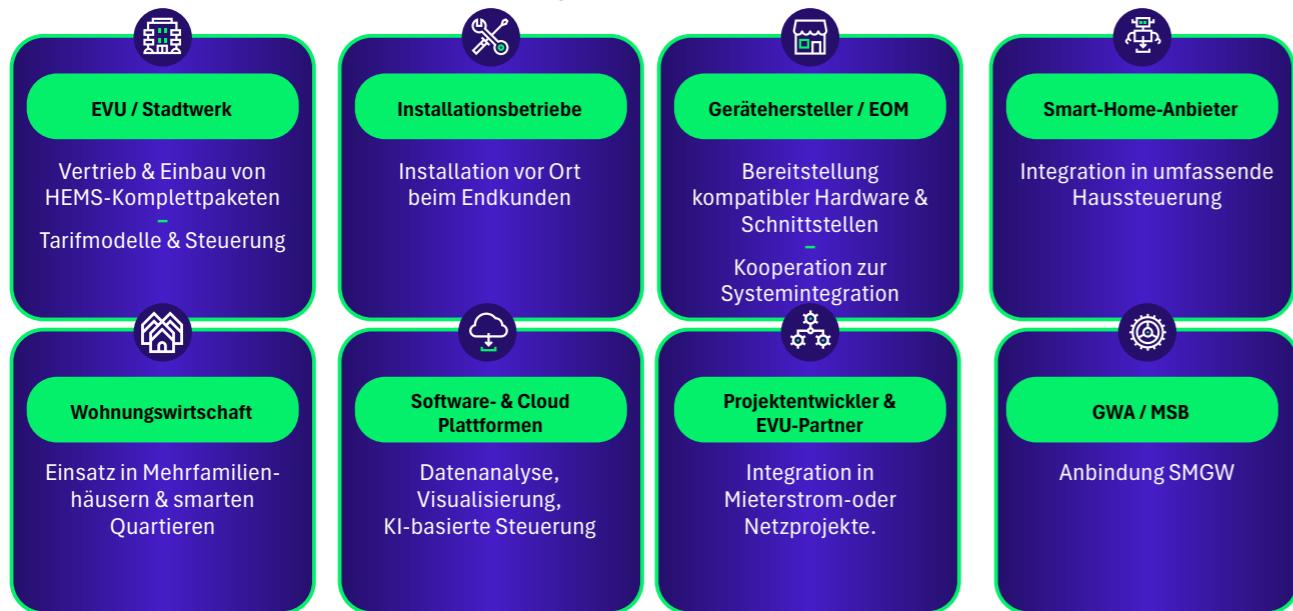


Abbildung 9: EMS Akteure-Ökosystem

Lösung: Standardisierung als Schlüssel zur Zukunft des Energiemanagementsystems

Die zukünftige Entwicklung des Energiemanagementsystems ist von Unsicherheiten und Herausforderungen geprägt, die eine umfassende Standardisierung unumgänglich machen. Die voranschreitende Dynamik des Energiemarktes, gepaart mit der häufig schleppenden Entwicklung regulatorischer Rahmenbedingungen, verdeutlicht die dringende Notwendigkeit, verbindliche Standards zu etablieren. Nur so kann ein reibungsloses und zuverlässiges Funktionieren von Energiemanagementsystemen (EMS) gewährleistet werden.

5.2. Marktbewegung

Stärkere Verknüpfung von intelligenten Messsystemen und EMS

Der Markt für Energiemanagementsysteme verändert sich spürbar durch die zunehmende Rolle des intelligenten Messsystems (iMSys) als zentrale Steuerplattform. Mit dem Hochlauf steuerbarer Verbrauchseinrichtungen nach § 14a EnWG und der Möglichkeit, Steuerbefehle direkt aus dem SMGW zu senden, rücken EMS stärker in den Fokus.

AFIR (EU 2023/1804) als möglicher EMS-Beschleuniger

Seit dem 13. April 2024 sind alle EU-Mitgliedstaaten durch die AFIR (Alternative Fuels Infrastructure Regulation) zu verbindlichen Ausbauzielen für Lade- und Betankungsnetze alternativer Kraftstoffe verpflichtet. Zudem legt sie technische Vorgaben für öffentlich zugängliche Anlagen fest. [37] Zwar richtet sich die Verordnung primär an Ladepunkte, doch mehrere Passagen machen deutlich: Künftige Ladehardware kann ihre Pflichten nur erfüllen, wenn hinter dem Netzanschluss eine Instanz arbeitet, die Ladevorgänge, Hausverbrauch, Erzeugung und Netzanforderungen koordiniert – typische Aufgaben eines Energiemanagementsystems. [38]

Die AFIR definiert den „digital vernetzten Ladepunkt“ als eine Einrichtung, die Echtzeit-Daten senden und empfangen kann, bidirektional mit dem Stromnetz und dem Fahrzeug kommuniziert und aus der Ferne gesteuert werden kann. [38] Sie fördert den Einsatz von Technologien, die mit den Energiemarkten interagieren können, indem sie die Ladetarife auf der Grundlage der Echtzeit-Strompreise und der Netznachfrage anpassen. [39] Ladepunkte haben künftig die Pflicht, den Stromfluss zum Fahrzeug dynamisch und in

Echtzeit – gesteuert durch elektronische Kommunikationssignale – anzupassen. Das schließt ein, Lastverschiebungen in Zeiten geringer Netzelastung vorzunehmen oder die Ladeleistung während Spitzenzeiten gezielt zu drosseln, um das Stromnetz zu entlasten. [39] Zugleich soll das bidirektionale Laden (Vehicle-to-Grid) standardisiert werden, damit Elektrofahrzeuge als flexible Speicher ins Netz eingebunden werden können. Künftige technische Spezifikationen müssen deshalb ausdrücklich die Kommunikation zwischen Ladepunkt, Back-End-Software und Stromnetz abdecken. [38]

Kurzum: AFIR verpflichtet niemanden explizit zur Installation eines EMS. Die geforderten Funktionen wie Echtzeitsteuerung, Datenaustausch und V2G-Fähigkeit lassen sich in Wohn- und Gewerbenetzen jedoch auch mit einem integrierten Energiemanagement umsetzen. Somit kann AFIR zum Treiber von EMS als Standardkomponente moderner Lade- und Gebäudetechnik werden.

KI-gestützte Optimierung & Prognosen

Fortschritte im Bereich des Machine Learnings heben EMS auf ein neues Level. Selbstlernende Modelle antizipieren Wetter, Nutzerverhalten und Börsenpreise und passen PV-Anlage, Speicher sowie Wärmepumpe proaktiv an. Das reduziert Kosten und Netzauslastung gleichzeitig und schafft somit einen deutlichen Mehrwert gegenüber starren Regelwerken. Anbieter, die solche KI-Funktionen als Cloud Service ausrollen, sammeln schon heute große Datenmengen und verschaffen sich so einen erheblichen Wettbewerbsvorteil. Dabei muss jedoch sichergestellt sein, dass sowohl der Datenschutz als auch die lokalen Rechenressourcen den Anforderungen genügen.

5.3. Thesen

These: Der Markt entwickelt sich schneller als die Regulatorik

Der Markt für Energiemanagementsysteme wächst und entwickelt sich oft schneller weiter als die zugehörige Regulatorik. Dieses Ungleichgewicht birgt das Potenzial für Ineffizienzen und Unsicherheiten. Es ist daher essenziell, dass die regulatorischen Maßnahmen Schritt halten, um ein ausgewogenes und sicheres Umfeld für die Anwendung von EMS zu gewährleisten.

These: Eine Konsolidierung der EMS-Anbieter wird folgen

Mit wachsenden Regulierungsdruck, einer Zunahme zertifizierungspflichtiger Funktionen sowie steigenden Anforderungen an Interoperabilität und IT-Sicherheit werden die Eintrittshürden für kleinere EMS-Anbieter deutlich höher. Gleichzeitig wächst der Bedarf nach skalierbaren, integrationsfähigen Plattformen mit aktiv

gepflegtem Ökosystem. In der Folge wird sich der derzeit fragmentierte EMS-Markt zunehmend konsolidieren.

These: Die Transparenz über das tatsächliche Funktionsniveau der EMS wird immer wichtiger

Der Markt bietet aktuell eine Vielzahl an Energiemanagementsystemen mit stark variierendem Leistungsumfang – von einfachen Lösungen zur Verbrauchsvisualisierung bis hin zu komplexen Systemen zur netzdienlichen Steuerung von Flexibilitäten. Für Endnutzer, Energieversorger und Fördergeber ist oft nicht erkennbar, welche Funktionen ein System tatsächlich erfüllt. Wir erwarten und fordern ein standardisiertes Reifegradmodell oder ein Funktionslabel für Energiemanagementsysteme.

5.4. Fazit

In dem vorliegenden Whitepaper wurde die Rolle von Energiemanagementsystemen im Kontext der Energiewende umfassend untersucht. Ziel war es, die aktuelle Verbreitung, Funktionalität, technische Integration und regulatorische Einbindung von EMS zu analysieren und Marktteilnehmern und Entscheidungsträgern ein klares Bild zu vermitteln.

EMS gewinnen zunehmend an Bedeutung: In Deutschland plant jeder vierte Kunde, bis 2026 ein EMS zu installieren. Europaweit wird bis 2030 eine Vervielfachung der Systeme erwartet. Die Marktdynamik zeigt, dass EMS nicht mehr nur im industriellen Kontext, sondern auch im privaten Bereich stark an Relevanz gewinnen.

Moderne EMS bieten dabei weit mehr als Verbrauchsvisualisierung. Sie steuern flexible Verbraucher, integrieren Prognosemodelle, reagieren auf externe Preissignale und ermöglichen die Teilnahme am Markt. Das Wavestone-Reifegradmodell zeigt fünf Entwicklungsstufen – von der einfachen Visualisierung bis hin zur intelligenten, netzdienlichen Systemsteuerung.

Die Integration erfolgt über Smart Meter Gateways und Steuerboxen. Drei Architekturvarianten zeigen auf, wie EMS als Hardware- oder Softwarebaustein eingebunden werden könnten. Die Zukunft liegt in softwarebasierten, interoperablen Lösungen.

Die fehlende Einheitlichkeit bei Schnittstellen, Protokollen und Zertifizierungen sowie deren mangelnde Umsetzung erschwert die flächendeckende Integration. Zwar kristallisieren sich einige Schwerpunkte als Praxisstandard heraus, doch ein verbindliches Zertifizierungsmodell fehlt bislang. Die regulatorischen Rahmenbedingungen hinken der Marktentwicklung hinterher, weshalb hier dringender Handlungsbedarf besteht.

Für Stadtwerke, Immobilienwirtschaft und Technologieanbieter ergibt sich ein klarer Handlungsauftrag: Sie müssen EMS als strategische Komponente der Energiewende verstehen und aktiv in Infrastrukturprojekte integrieren. Die Schlüssel zur erfolgreichen Umsetzung sind Standardisierung, Transparenz und Skalierbarkeit.



Ansprechpartner:
 Konstantin Kirchner
 konstantin.kirchner@wavestone.com
 Wavestone Germany AG
 Berlin



Kai-Lennart Junior
 kailennart.junior@wavestone.com
 Wavestone Germany AG
 Hamburg

References

- [1] gridX GmbH, HEMS: Home Energy Management Systems (2024).
- [2] Umweltbundesamt, Energiemanagementsysteme: ISO 50001, 2024, <https://www.umweltbundesamt.de/energiemanagementsysteme-iso-50001#iso50001-und-die-carbon-leakage-verordnung-becv>, accessed 14 January 2024.
- [3] HEA – Fachgemeinschaft, Energiemanagementsysteme (2023).
- [4] Georg Meier, Stefan Liechti, Marisa Timm, Energiemanagementsysteme Digitales Werkzeug der Energieversorgung: Eine Marktübersicht, 2020.
- [5] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, Energiewirtschaftliche Anwendungsfälle.
- [6] STROMDAO GmbH (Hauptautor), SaveClimate.Earth e.V. (Gastautor), Whitepaper Delftne: Markttransformation zum Hybridstrommarkt.
- [7] J. Stute, M. Kühnbach, Dynamische Stromtarife unter Berücksichtigung des Nutzendenverhaltens: Auswirkungen auf das Verteilnetz, 12. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien, 2021.
- [8] Q_Perior Energy GmbH, Zusammenspiel Akteure, 2023.
- [9] Beschlusskammer 6, Festlegungsverfahren BK6-22-300, 2020.
- [10] S. Michaelis, HEMS sind das neue iPhone, LinkedIn, 2025.
- [11] Eigene Darstellung, IT Architektur, SMGW und HEMS, 2024.
- [12] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, Technische Richtlinie BSI TR-03109-5 - Kommunikationsadapter - Version 1.0 - Datum:2023-11-24, Commit:687ffe60.
- [13] Mirco Sieg, Verstehen wir uns richtig?, 2016, <https://www.pv-magazine.de/2016/02/25/verstehen-wir-uns-richtig/>, accessed 14 February 2024.
- [14] Vivavis GmbH, DER SMART METER UND KÜNTIGE MEHRWERTDIENSTE AUS SICHT EINES HERSTELLERS: Impulsvortrag (2020).
- [15] Smartes Energemanagement, 2024, <https://www.valliant.de/heizung/produkte/heizung-im-smart-home/smarter-energiemanagement/>, accessed 14 February 2024.
- [16] VDE Verband der Elektrotechnik, Steuerungs-Administration bei der Steuerung aus dem SMGW, 2025.
- [17] LCP powering possibility, Unlocking the future of HEM: Key trends and market insights: on demand webinar, 2024, <https://www.lcp.com/en/events/unlocking-the-future-of-hem-key-trends-and-market-insights>.
- [18] Solarthemen Media GmbH, 1Komma5° bindet SolarEdge-Produkte in Energiemanagement-Plattform ein, 2024, <https://www.solarserver.de/2024/02/20/1komma5-bindet-solaredge-produkte-in-energiemanagement-plattform-ein/>, accessed 5 September 2025.
- [19] 1KOMMA5, Heartbeat - Your Smart Energy Manager by 1KOMMA5°: Smart Energy Manager, <https://1komma5.com/en/offer/energymanager-heartbeat/>, accessed 25 July 2025.
- [20] beegy GmbH, beegy Box und Service Solution für Geschäftskunden, 2024, <https://www.beegy.com/geschaeftpartner/beegy-box-und-service-solution/>, accessed 25 July 2025.
- [21] Enpal.One: Der intelligente Energiemanager für Ihr Zuhause, 2024, <https://www.enpal.de/enpal-one>, accessed 26 March 2024.
- [22] sonnen GmbH, Netzdienstleistungen mit Batteriespeichern, 2025, <https://www.sonnen.de/wissen/netzdienst-leistungen-mit-batteriespeichern>, accessed 5 September 2025.
- [23] Theben Smart Energy GmbH, CONEXA Smart Meter Gateway, 2025, <https://www.theben-se.de/>, accessed 5 September 2025.
- [24] Smart Energy Theben, Smart-Meter-Gateways und Systemlösungen für die Energiewende, 2025, <https://www.theben-se.de/produkte/>, accessed 25 July 2025.
- [25] Eigene Darstellung, Stand der Gesetzgebung: Bundesministerium für Justiz EEG 89/2023, BK 6 § 14a EnWG 2024, MsBG § 34, § 29 2025, 2025.
- [26] Bundesnetzagentur, Beschluss zur Integration von steuerbaren Einrichtungen und steuerbaren Netzzuschlüssen nach § 14a Energiewirtschaftsgesetz (EnWG), 2023.
- [27] 50Hertz Transmission GmbH, Amprion GmbH, TenneT TSO GmbH, TransnetBW GmbH, LEITLINIEN ZUM STEUERBARKEITSHECK GEMÄß § 12 ABS. 2 BENWG (2025).
- [28] korero GmbH, Leitlinien Steuerbarkeitscheck 2025: Steuerbarkeit wird Pflicht – wer ist betroffen?, LinkedIn, 2025.
- [29] Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, § 9 Erneuerbare-Energien-Gesetz, 2023.
- [30] Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, Messstellenbetriebgesetz, 2023.
- [31] VDE FNN, Lenkungskreis „Metering und Digitalisierung“: Lastenheft Steuerbox Funktionale und konstruktive Merkmale, Version 1.3, 2021.
- [32] Power Plus Communications AG, Die Hauskraftwerkexperten von E3/DC und SMGW-Vorreiter PPC stellen § 14a Bereitschaft erfolgreich auf die Probe, 2024, <https://www.ppc-ag.de/de/blog/die-hauskraftwerkexperten-von-e3-dc-und-smgw-vorreiter-ppc-stellen-%c2%a714a-bereitschaft-erfolgreich-auf-die-probe/>, accessed 19 April 2024.
- [33] vivavis, FNN-Steuerbox - vivavis, 2023, <https://www.vivavis.com/loesung/automatisierungs-fernwartetechnik/fnn-steuerbox/>, accessed 19 April 2024.
- [34] Laura Wolf, TR-03109-05: Theben startet Zertifizierungs-Pilotprojekt, 2024, <https://energie.blog/theben-smart-energy-startet-zertifizierungs-piloten-fuer-steuertechnik-nach-tr-03109-05/>, accessed 19 April 2024.
- [35] Patrick Sartor, aktiver EMT GmbH (8 May 2023).
- [36] G. Gaiser, zweite Ausgabe des HEMS-Symposium, 2025, <https://lnkd.in/p/dHdpHsGz>, accessed 19 September 2025.
- [37] Bundesnetzagentur - Homepage - Verordnung über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe (AFIR) und zur Aufhebung der Richtlinie 2014/94/EU, 2025, https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/A_Z_Glossar/A/AFIR.html, accessed 30 June 2025.
- [38] Europäischen Union, VERORDNUNGEN: VERORDNUNG (EU) 2023/1804 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 13. September 2023 über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe und zur Aufhebung der Richtlinie 2014/94/EU, 2023, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R1804>, accessed 30 June 2025.
- [39] Oscar Sánchez Valverde, Moritz Vornfeld, AFIR: Ein Leitfaden für konforme Lösungen zum Laden von Elektrofahrzeugen, 2024, <https://kempower.com/de/afir/>, accessed 30 June 2025.

leistungen-mit-batteriespeichern, accessed 5 September 2025.

[23] Theben Smart Energy GmbH, CONEXA Smart Meter Gateway, 2025, <https://www.theben-se.de/>, accessed 5 September 2025.

[24] Smart Energy Theben, Smart-Meter-Gateways und Systemlösungen für die Energiewende, 2025, <https://www.theben-se.de/produkte/>, accessed 25 July 2025.

[25] Eigene Darstellung, Stand der Gesetzgebung: Bundesministerium für Justiz EEG 89/2023, BK 6 § 14a EnWG 2024, MsBG § 34, § 29 2025, 2025.

[26] Bundesnetzagentur, Beschluss zur Integration von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen und steuerbaren Netzzuschlüssen nach § 14a Energiewirtschaftsgesetz (EnWG), 2023.

[27] 50Hertz Transmission GmbH, Amprion GmbH, TransnetBW GmbH, LEITLINIEN ZUM STEUERBARKEITSCHECK GEMÄß § 12 ABS. 2 BENWG (2025).

[28] korero GmbH, Leitlinien Steuerbarkeitscheck 2025: Steuerbarkeit wird Pflicht – wer ist betroffen?, LinkedIn, 2025.

[29] Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, § 9 Erneuerbare-Energien-Gesetz, 2023.

[30] Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, Messstellenbetriebgesetz, 2023.

[31] VDE FNN, Lenkungskreis „Metering und Digitalisierung“: Lastenheft Steuerbox Funktionale und konstruktive Merkmale, Version 1.3, 2021.

[32] Power Plus Communications AG, Die Hauskraftwerkexperten von E3/DC und SMGW-Vorreiter PPC stellen § 14a Bereitschaft erfolgreich auf die Probe, 2024, <https://www.ppc-ag.de/de/blog/die-hauskraftwerkexperten-von-e3-dc-und-smgw-vorreiter-ppc-stellen-%c2%a714a-bereitschaft-erfolgreich-auf-die-probe/>, accessed 19 April 2024.

[33] vivavis, FNN-Steuerbox - vivavis, 2023, <https://www.vivavis.com/loesung/automatisierungs-fernwartetechnik/fnn-steuerbox/>, accessed 19 April 2024.

[34] Laura Wolf, TR-03109-05: Theben startet Zertifizierungs-Pilotprojekt, 2024, <https://energie.blog/theben-smart-energy-startet-zertifizierungs-piloten-fuer-steuertechnik-nach-tr-03109-05/>, accessed 19 April 2024.

[35] Patrick Sartor, aktiver EMT GmbH (8 May 2023).

[36] G. Gaiser, zweite Ausgabe des HEMS-Symposium, 2025, <https://lnkd.in/p/dHdpHsGz>, accessed 19 September 2025.

[37] Bundesnetzagentur - Homepage - Verordnung über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe (AFIR) und zur Aufhebung der Richtlinie 2014/94/EU, 2025, https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/A_Z_Glossar/A/AFIR.html, accessed 30 June 2025.

[38] Europäischen Union, VERORDNUNGEN: VERORDNUNG (EU) 2023/1804 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 13. September 2023 über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe und zur Aufhebung der Richtlinie 2014/94/EU, 2023, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R1804>, accessed 30 June 2025.

[39] Oscar Sánchez Valverde, Moritz Vornfeld, AFIR: Ein Leitfaden für konforme Lösungen zum Laden von Elektrofahrzeugen, 2024, <https://kempower.com/de/afir/>, accessed 30 June 2025.



Über Wavestone

Wavestone ist Ihr vertrauenswürdiger Beratungspartner für strategische Transformationen. Mit unserer weltweiten Präsenz stehen wir unseren Kunden in allen Regionen bei der Entwicklung von Lösungen für einen wettbewerbsintensiven und sich schnell verändernden Markt zur Seite. Nachhaltig resilenter und agiler zu werden, während Technologie, Digitalisierung und generative KI ganze Branchen und Geschäftsprozesse auf den Kopf stellen – das ist die Herausforderung, der wir uns jeden Tag gemeinsam mit Ihnen stellen.

Wavestone.com

