



Leitfaden

Energiemanagement im Gebäude v01

Inhalt

ZUSAMMENFASSUNG	3
1 EINFÜHRUNG	4
1.1 Motivation	4
1.2 Interaktion zwischen Gebäude und Energieversorgungsnetzen	4
1.3 Infrastruktur und Möglichkeiten für ein Energiemanagement im Gebäude	6
1.4 Energiemanagement der Anlagen und Systeme im Gebäude	9
1.5 Normen und Standards	10
1.6 Begriffsbestimmungen	10

Zusammenfassung

Gebäude mit einem Gebäudemanagementsystem optimieren die Energieerzeugung, -speicherung und -nutzung im Gebäude und damit den notwendigen resultierenden Energiebezug aus Strom-, Gas- und Wärmenetzen.

Solche Gebäude sind ein wichtiger Teil der Sektorkopplung und ermöglichen einen ganzheitlichen Ansatz für Dekarbonisierung, Energieeffizienz und Versorgungssicherheit.

Die Architektur des Gebäudemanagements in solchen Gebäuden

- unterstützt eine gebäudebezogene Optimierung von Energiebezug und -einspeisung,
- ermöglicht einen unabhängigen Betrieb des Gebäudes verbunden mit aktiver Teilnahme im dezentralen Energienetz,
- fördert die Anpassungsfähigkeit an den jeweiligen Netzzustand und den Gebäudebedarf,
- zeichnet sich durch dezentrales Gebäudemanagement auf Basis von Sensor-/Aktornetzwerk und Internet of Things aus,
- integriert alle Gebäudetechnischen Anlagen und Systeme im Gebäude auf Basis der IP-Technologie.

1 Einführung

1.1 Motivation

Gebäuden benötigen für Ihren Betrieb die netzgebundene Versorgung mit elektrischer Energie, Gas, Wärme und/oder Wasser sowie die Entsorgung von Abwasser. Im Zuge der Energiewende soll die Nutzung fossiler Energie reduziert werden. Angesichts knapper werdender Energieversorgung und dadurch steigender Energiekosten ist eine Optimierung der Energieerzeugung, -speicherung und -nutzung im Gebäude notwendig. Dazu ist ein über alle Gewerke hinweg abgestimmtes Energiemanagement im Gebäude notwendig, das die Energiebereitstellung über Versorgungsnetze, insbesondere das elektrische Verteilnetz, genauso einbezieht wie die zur Verfügung stehende Technische Gebäudeinfrastruktur.

1.2 Interaktion zwischen Gebäude und Energieversorgungsnetzen

Das Energieversorgungsnetz ist heute noch überwiegend geprägt durch große Kraftwerke. Diese stellen elektrische Energie bereit, die über die Übertragungsebene zu den Verteilnetzen transportiert wird. In den Verteilnetzen setzen Wohn- und Zweckgebäude sowie Industrieanlagen die Energie für die jeweiligen Bedarfe um. Dieses zentral versorgte Netz zeichnet sich durch definierte Erzeuger und Verbraucher mit einem unidirektionalen Energiefluss aus.



Abbildung 1: Zentrales, unidirektionales Netz [Quelle: Siemens AG]

Das zentrale, unidirektionale Netz verändert sich im Zuge der geplanten Abschaltung von Kern- und Kohlekraftwerken zu einem dezentralen Netzwerk mit vermaschter (Energie-) Erzeugung, Speicherung und Verwendung.

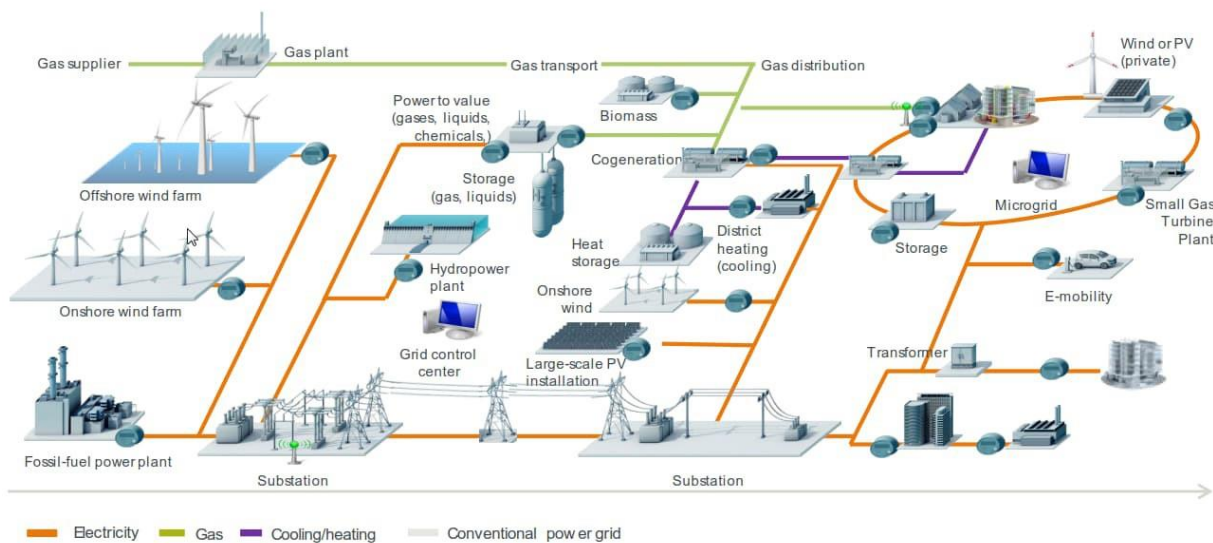


Abbildung 2: Dezentrales Netz mit vermischter (Energie-) Erzeugung, Speicherung und Verwendung [Quelle: Siemens AG]

Neben dem bisherigen Netz als stabilisierendem Rückgrat der elektrischen Energieversorgung etabliert sich auf den verschiedenen Spannungsebenen (Hoch-, Mittel- und Niederspannung) ein Netzwerk von Erzeugern wie Windfarmen zu Lande und im Meer sowie PV-Felder. Überschüssige elektrische Energie aus diesen volatilen, erneuerbaren Quellen kann in Pumpspeicherwerken zur Abdeckung von Spitzenbedarfen gespeichert oder in Gase, Flüssigkeiten oder Chemikalien zur Lagerung oder alternativen Verwendung gewandelt werden. Mit Kraft-Wärme-Kopplung wird eine höhere Primärenergienutzung und eine Nahwärmeversorgung erreicht.

In diesem dezentralen Netz können Gebäude zunehmend nicht nur Energie in Form von Gas, Wärme oder elektrischem Strom aufnehmen, sondern auch Wärme und Strom aus erneuerbaren Quellen selbst erzeugen, speichern, nutzen oder als Strom in das Verteilnetz einspeisen. Damit ändert sich die Rolle eines Gebäudes oder einer Liegenschaft gegenüber dem Netz von einem Energieabnehmer zu einem Energieerzeuger im dezentralen Netz.

Was bedeutet das für die Interaktion zwischen Gebäude und Netz?

Es gibt auf der einen Seite das Netz und auf der anderen Seite das Gebäude, die am Netzanschlusspunkt miteinander verbunden sind. Die Erfassung des Energiebezugs und der Energieeinspeisung erfolgt im Zählerschrank nach der Übergabestelle (in der Regel ein Hausanschlusskasten). Der Aufbau dieser Erfassung hängt davon ab, ob es sich um einen einzigen Anschlussnehmer und -nutzer (z. B. Einfamilienhaus) oder um einen Anschlussnehmer mit mehreren Anschlussnutzern (z. B. Mehrfamilienhaus) handelt. Im ersten Fall erfolgt die Erfassung im Zählerplatz durch oder nach dem abrechnungsrelevanten Zähler. Bei größeren Komplexen wird der Gesamtverbrauch entweder durch eine Wandlermessung oder durch im Hauptstromversorgungssystem eingebaute Stromsensoren gemessen.

Zur Vereinfachung wird im folgenden Dokument der Begriff Netzanschlusspunkt als Überbegriff für alle drei Varianten genutzt.

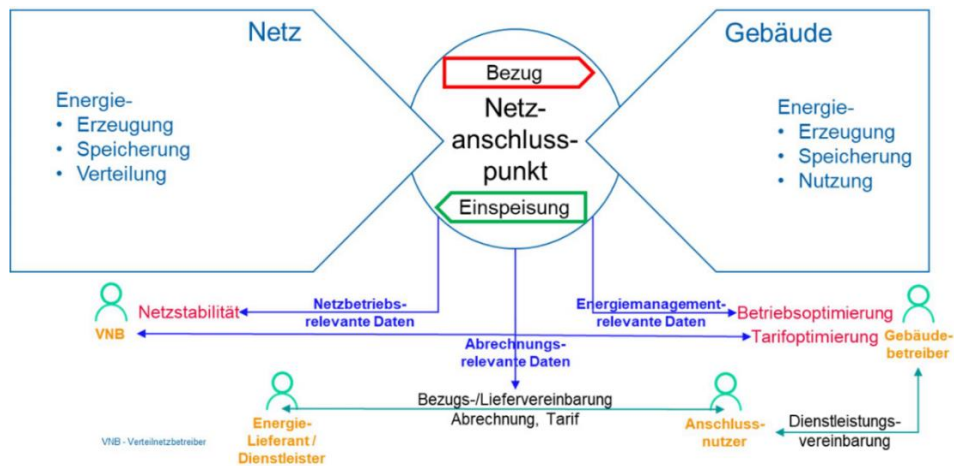


Abbildung 3: Netzanlasspunkt [Quelle: ZVEI]

Auf Basis einer Bezugs- und Liefervereinbarung zwischen Energie-Lieferant/-Dienstleister und Anschlussnutzer können abrechnungsrelevante Daten zukünftig im Minutenabstand erfasst und beiden zur Verfügung gestellt werden. Am Netzanlasspunkt werden dann auch netzbetriebsrelevante Daten zur Sicherung der Netzstabilität aufgenommen und dem Verteilnetzbetreiber übermittelt. Zur Betriebsoptimierung durch einen vom Anschlussnutzer beauftragten Gebäudebetreiber werden energiemangementrelevante Messdaten in je nach Anwendungsfall unterschiedlich hoher zeitlicher Auflösung¹ am Netzanlasspunkt benötigt.

Auf Basis der Tarifinformationen und energiemangementrelevanten Messdaten kann der Gebäudebetreiber den Einsatz der Anlagen im Gebäude zur Energieerzeugung, -speicherung und -nutzung durch ein Energiemanagementsystem optimieren.

1.3 Infrastruktur und Möglichkeiten für ein Energiemanagement im Gebäude

Eine Betriebsoptimierung muss notwendigerweise auf das jeweilige Gebäude, d. h. die Versorgungsinfrastruktur eines Gebäudes, bezogen und angepasst sein. Stellvertretend für alle Räume im Gebäude (Smart Home) ist hier ein Raum gezeigt, für den Beleuchtung, Heizung und Lüftung vorgesehen sind.

¹ Zeitliche Auflösung am Netzanlasspunkt (Beispiele) nach VDE AR 4105

Anwendungsfall	Auflösung
Verhinderung Rückspeisung (Batteriesysteme)	200 Millisekunden
Schutz der gebäudeseitigen Infrastruktur	1 bis 5 Sekunden
Maximumüberwachung	1 bis 10 Sekunden
Schutz der netzseitigen Infrastruktur	10 – 60 Sekunden

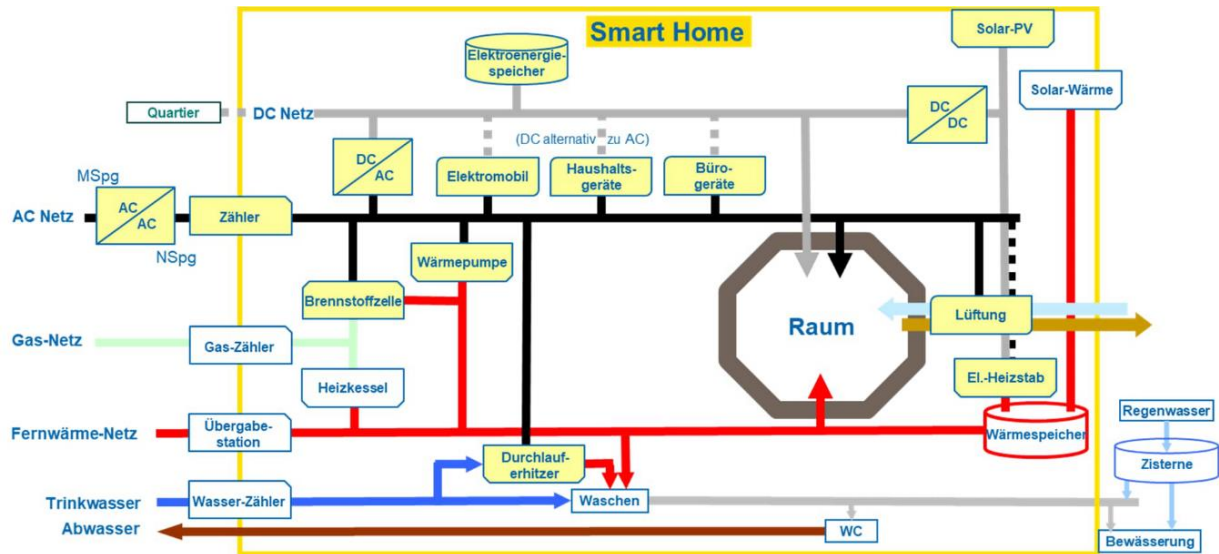


Abbildung 4: Versorgungsinfrastruktur im Gebäude – Sektorkopplung im Wohnbau [Quelle: ZVEI]

Die Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung sorgt für den notwendigen Luftaustausch im Raum und wird wie die Raumbelichtung über ein Niederspannungswechselstromnetz, hier schwarz dargestellt, versorgt. Das Niederspannungsnetz im Gebäude ist über einen Zähler mit dem Verteilnetz verbunden. Die Wärmeversorgung des Raumes kann durch einen gasbetriebenen Heizkessel oder eine Wärmepumpe erfolgen. Alternativ kann das vom Versorgungsnetz bezogene Gas über eine Brennstoffzelle in Strom und Wärme umgesetzt werden.

Als vierte Alternative ist der Wärmebezug aus einem Fernwärmenetz über eine Übergabestation dargestellt. Zur Pufferung der erzeugten Wärme gibt es einen Wärmespeicher. Dieser kann alternativ durch Solarthermie oder über einen Elektroheizstab mittels Solar-PV- oder Netzstrom aufgeheizt werden.

Der Solar-PV-Strom kann bei hoher Erzeugung in einem Elektroenergiespeicher für den Bedarf in der Nacht gespeichert werden. Auch ein Elektromobil kann als Speicher dienen. Neben dem Elektromobil können zukünftig auch Haushalts- oder Bürogeräte mit dem Gleichspannungsnetz im Gebäude verbunden sein und aus diesem versorgt werden. Neben Strom, Gas und Wärme wird ein Gebäude auch mit Wasser versorgt und Abwasser entsorgt. Eine entsprechende Versorgungsstruktur einschließlich der Nutzung und Speicherung von Regenwasser ist hier dargestellt, da die Kostenzuordnung von Wasser und Abwasser Teil des Gebäudemanagements ist.

Wenn man den Blick vom Wohnbau (Smart Home) auf den Zweckbau (Smart Building) richtet, dann sind die Strukturen prinzipiell gleich.

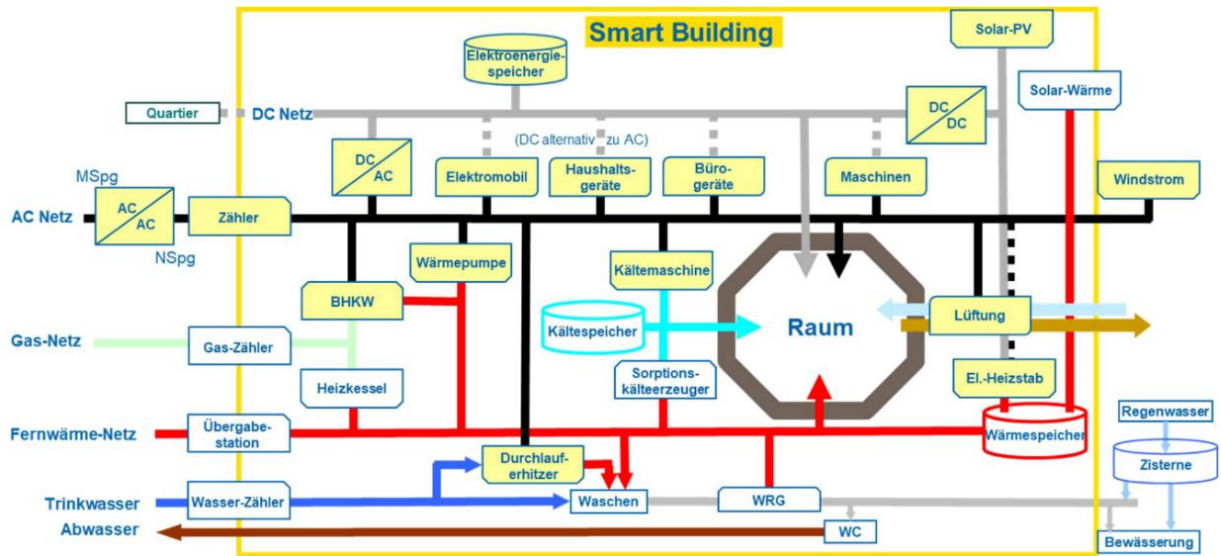


Abbildung 5: Versorgungsinfrastruktur im Gebäude – Sektorkopplung im Nichtwohnbau [Quelle: ZVEI]

Die Brennstoffzelle ist im Bild durch ein Blockheizkraftwerk ersetzt. Hinzugekommen ist die für eine Raumkühlung notwendige Erzeugung von kaltem Wasser durch eine Kältemaschine. Alternativ dazu kann ein Sorptionskälteerzeuger eingesetzt werden, um im Sommer aus überschüssiger Wärme Kälte zu erzeugen und diese in einem Kältespeicher vorzuhalten. Der Vollständigkeit halber sind hier Maschinen (z.B. in Industriegebäuden) und die Stromerzeugung durch Wind ergänzt.

Alle gelb gefüllten Blöcke sind mit dem elektrischen Netz (DC oder AC) im Gebäude verbunden. Alle Blöcke sind Gegenstand eines übergreifenden Energiemanagements im Gebäude, wie man in diesem Bild sieht.

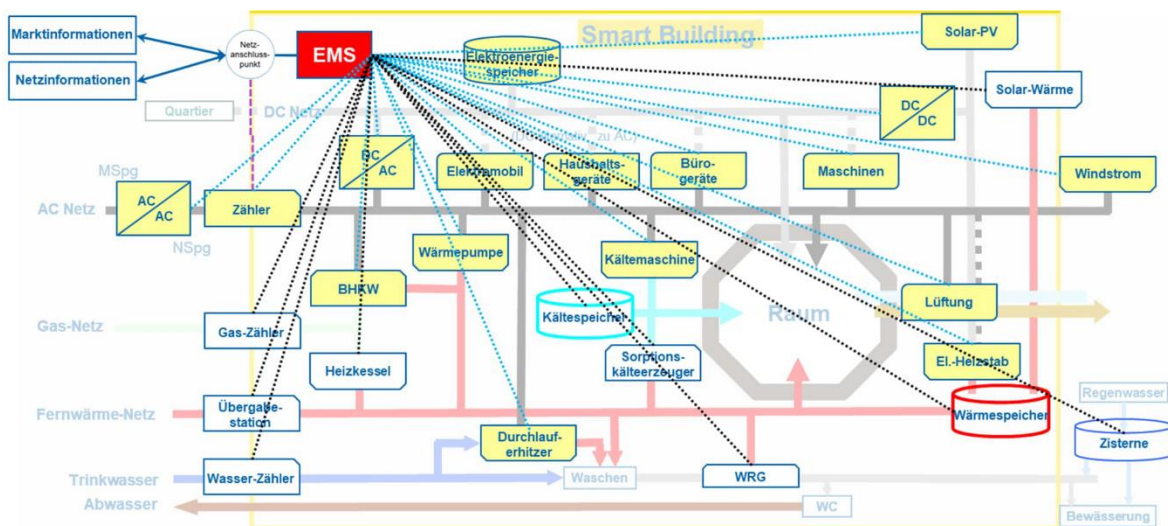


Abbildung 6: Versorgungsinfrastruktur im Gebäude – Energiemanagementsystem [Quelle: ZVEI]

Das Energiemanagementsystem (EMS) im Gebäude ist als Teil eines Gebäudemanagementsystems mit allen für ein Energiemanagement relevanten Blöcken verbunden.

Blöcke können sowohl Akteure/Sensoren ohne eigene Betriebsführung sein (z.B. Heizstab) oder Systeme mit eigener Betriebsführung wie z.B. Ladeinfrastruktur oder Heizungs- /Kühlungssysteme sein. Das EMS ist für die Einhaltung der physikalischen Grenzwerte am Netzanschluss verantwortlich, dass dazu die im Gebäude vorhandenen Kapazitäten für Erzeugung, Speicherung

und Nutzung von elektrischer und thermischer Energie entsprechend ansteuert. Über den Netzanschlusspunkt erhält das EMS Vorgaben vom Netzbetreiber zur Einhaltung von netzdienlichen Maximalwerten in Form von Leistungshüllkurven bei Bezug und Einspeisung.

Die Einhaltung dieser Vorgaben hat Vorrang gegenüber den Anforderungen eines Energiedienstleisters (z.B. eines Aggregators) oder eines Mobilitätsdienstleisters. Das EMS stellt durch entsprechende Vorgaben, z.B. in Form von Leistungshüllkurven, an die Anlagen im Gebäude sicher, daß die Vorgaben am Netzanschlusspunkt eingehalten werden.

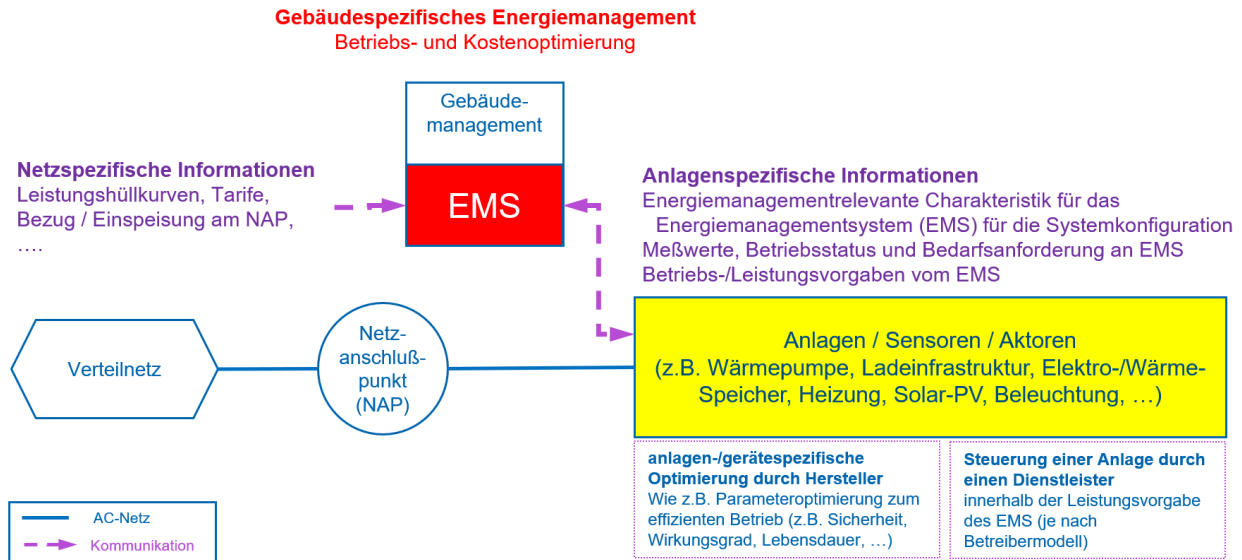


Abbildung 7: Zusammenspiel EMS – Anlagen im Gebäude [Quelle: ZVEI]

Die Koordination und priorisierte Einhaltung dieser unterschiedlichen Anforderungen ist Aufgabe des EMS, das dazu die im Gebäude vorhandenen Kapazitäten für Erzeugung, Speicherung und Nutzung von elektrischer und thermischer Energie entsprechend ansteuert.

1.4 Energiemanagement der Anlagen und Systeme im Gebäude

Anlagen und Systeme, die in ein Energiemanagement eingebunden werden können, verfügen jeweils über eine anlagenspezifische Charakteristik, die sich je nach Anwendungsszenario ändern kann. Dieses ist beschrieben in domainspezifischen Standards für Energiemanagement (siehe 1.5). Die zur Charakteristik gehörigen anlagenspezifischen Informationen, welche in spezifischen Standards beschrieben sind, lassen sich als Parameter der Anlage auslesen. Diese Parameter ermöglichen die Beeinflussung dieser angeschlossenen Anlagen und Systeme entsprechend der im Energiemanagementsystem vorgegebenen Betriebslogik (Steuralgorithmen). Dies erfolgt z.B. über die Vorgabe einer Leistungshüllkurve für die angeschlossene Anlage. Innerhalb einer vorgegebenen Leistungshüllkurve kann die Anlage unterschiedlichen Optimierungsstrategien (z.B. CO₂ Foot Print, Tarif, ...) umsetzen.

Für eine Betriebslogik eines Energiemanagements können die angeschlossenen Anlagen und Systeme als abstrahierte (ggf. aggregierte) Ressource modelliert und dann unabhängig vom Anlagentyp eingeplant werden.

Als Beispiel gibt es für die Ansteuerung der Anlagen im Gebäude verschiedene Klassen der Steuerung:

- Steuerung auf Grundlage der Leistungshüllkurve
- Steuerung auf Grundlage des Leistungsprofils
- Steuerung auf Grundlage des Betriebsmodus
- Steuerung auf Grundlage der Füllrate
- nachfragebasierte Steuerung

Hierzu kann soweit erforderlich ein Ressourcenmanager der jeweiligen Anlagen im Gebäude dem EMS die für das Energiemanagement benötigten Informationen aus den domainspezifischen Informationen zur Verfügung stellen (siehe Abbildung 7). Für die einzelnen Anlagen oder Systeme im Gebäude (z.B. Wärmepumpe, Elektroenergiespeicher, Solar-PV, Heizstab, Ladestation für

Elektromobil, Wärmespeicher) benötigt das EMS die konkrete Steuerungsklasse und spezifischen Eigenschaften zur optimalen Ansteuerung und Einbindung in ein gesamtheitliches Energiemanagement.

Die zentrale Funktion des EMS zur Einhaltung der Vorgaben am Netzanschlusspunkt bedeutet nicht zwangsläufig, dass das Gebäudemanagement und der Informationsaustausch im Gebäude über eine zentrale Stelle laufen.

1.5 Normen und Standards

DIN EN 50491-12-1 (VDE 0849-12-1)

Allgemeine Anforderungen an die Elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude (ESHG) und an Systeme der Gebäudeautomation (GA) – Smart grid – Anwendungsspezifikation – Struktur der Schnittstelle für Anwender – Teil 12-1: Schnittstelle zwischen CEM und Heim-/Gebäude- Ressourcenmanager – Allgemeine Anforderungen und Architektur

DIN EN 50491-12-2 (VDE 0849-12-2)

Allgemeine Anforderungen an die Elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude (ESHG) und an Systeme der Gebäudeautomation (GA) – Teil 12-2: Smart grid – Anwendungsspezifikation – Struktur der Schnittstelle für Anwender – Schnittstelle zwischen dem Home/Building CEM

VDE-AR-E 2829-6-1

Technischer Informationsaustausch an der Schnittstelle zur Liegenschaft und den darin befindlichen Elementen der Kundenanlagen – Teil 6-1: Use Cases

Domainspezifischen Standards:

VDE-AR-E 2122-1000

Standardschnittstelle für Ladepunkte/Ladestationen zur Anbindung an lokales Leistungs- und Energiemanagement

DIN EN 50631-1 VDE 0705-631-1:2018-12

Netzwerk- und Stromnetz-Konnektivität von Haushaltsgeräten

1.6 Begriffsbestimmungen

Energiemanagement relevante Daten

notwendige Informationen für das Energiemanagementsystem (EMS) zur Betriebsoptimierung der im Gebäude damit verbundenen Systeme im Hinblick auf den Gebäudezweck (Industrie, Gewerbe, Handel, Büro, Lager, Wohnen) unter Berücksichtigung der Energiekosten und Netzsituation

Netzbetriebsrelevante Daten

notwendige Informationen für den ausfallsicheren Betrieb des Energieverteilnetzes

Abrechnungsrelevante Daten

notwendige Informationen zur Verrechnung von u.a. Energiebezug und -einspeisung sowie Netzentgelten

Verteilnetzbetreiber (VNB)

Betreiber eines Netzes zum Transport von Elektrizität (Quelle: EnWG §3 37 Verteilung: Transport von Elektrizität mit hoher, mittlerer oder niedriger Spannung über Elektrizitätsverteilernetze)

Energielieferant

natürliche und juristische Personen, deren Geschäftstätigkeit ganz oder teilweise auf den Vertrieb von Elektrizität zum Zwecke der Belieferung von Letztverbrauchern ausgerichtet ist (Quelle: EnGW §3 31a. Stromlieferant)

Anschlussnutzer

natürliche oder juristische Personen, die Energie für den eigenen Verbrauch kaufen; auch der Strombezug der Ladepunkte für Elektromobile und der Strombezug für Landstromanlagen steht dem Letztverbrauch im Sinne dieses Gesetzes und den auf Grund dieses Gesetzes erlassenen Verordnungen gleich, notwendige Informationen zur Verrechnung von u.a. Energiebezug und -einspeisung sowie Netzentgelten (Quelle: EnWG §3 25. Letztverbraucher)

Gebäudebetreiber

natürliche oder juristische Person, die ein Gebäude in Eigenregie oder gegen Entgelt im Auftrag von Dritten betreibt

Kontakt

Sanaz Khedri • Technical Managerin Smart Building • Fachverband Elektroinstallationssysteme •
Tel.: +49 69 6302 222 • Mobil: +49 174 9414 163 • E-Mail: Sanaz.Khedri@zvei.org

ZVEI e. V. • Verband der Elektro- und Digitalindustrie • Lyoner Straße 9 • 60528 Frankfurt am Main
Lobbyregisternr.: R002101 • EU Transparenzregister ID: 94770746469-09 • www.zvei.org

Datum: 24.11.2022