

	DIN EN 50491-12-2 (VDE 0849-12-2)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE

ICS 91.140.50; 97.120

Einsprüche bis 2022-03-21

Entwurf

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;

Deutsche und Englische Fassung prEN 50491-12-2:2020

General requirements for Home and Building Electronic Systems (HBES) and Building Automation and Control Systems (BACS) –

Part 12-2: Smart grid –

Application specification – Interface and framework for customer – Interface between the Home/Building CEM;

German and English version prEN 50491-12-2:2020

Exigences générales relatives aux systèmes électroniques pour les foyers domestiques et les bâtiments (HBES) et aux systèmes de gestion technique du bâtiment (SGTB) –

Partie 12-2: Réseau intelligent –

Spécification d'application – Interface entre le gestionnaire d'énergie pour le client (CEM, Customer Energy Manager) et le gestionnaire de ressources pour foyers domestiques/bâtiments – Modèle de données et échange de messages;

Version allemande et anglaise prEN 50491-12-2:2020

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-01-21 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Merianstraße 28, 63069 Offenbach am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 178 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist ...

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN 50491-12-2:2020-08 „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“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und der Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung der prEN 50491-12-2:2020-08 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Das europäische Dokument prEN 50491-12-2:2020-08 „General requirements for Home and Building Electronic Systems (HBES) and Building Automation and Control Systems (BACS) – Part 12-2: Smart grid – Application specification – Interface and framework for customer – Interface between the Home/Building CEM“ wurde vom CLC/TC 205 „Home and Building Electronic Systems (HBES)“ des Europäischen Komitees für Elektrotechnische Normung (CENELEC) erarbeitet und von CENELEC den Nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen späteren „Schluss-Entwurf“ FprEN nur 8 Wochen beträgt und zum „Schluss-Entwurf“ FprEN keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der „Entwurf“ prEN als Deutscher Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit noch vor der formellen Abstimmung berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/K 716 „Elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude (ESHG)“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE (www.dke.de) und DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Deutsche Fassung

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

General requirements for Home and Building Electronic
Systems (HBES) and Building Automation and
Control Systems (BACS) – Part 12-2: Smart grid –
Application specification – Interface and framework for
customer – Interface between the Home/Building CEM

Exigences générales relatives aux systèmes électroniques
pour les foyers domestiques et les bâtiments (HBES)
et aux systèmes de gestion technique du bâtiment
(SGTB) – Partie 12-2: Réseau intelligent – Spécification
d'application – Interface entre le gestionnaire d'énergie
pour le client (CEM, Customer Energy Manager) et le
gestionnaire de ressources pour foyers domestiques/
bâtiments – Modèle de données et échange de messages

Dieser Entwurf für eine Europäische Norm wird den CENELEC-Mitgliedern zur CENELEC-Umfrage vorgelegt.
CENELEC Termin: 2020-10-30.

Er wurde von CLC/TC 205 erstellt.

Wenn aus diesem Entwurf eine Europäische Norm wird, sind die CENELEC-Mitglieder gehalten, die CEN/
CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser
Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Dieser Entwurf für eine Europäische Norm wurde von CENELEC in drei offiziellen Fassungen (Deutsch,
Englisch, Französisch) erstellt. Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied
in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC
Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark,
Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen,
Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien,
Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik,
der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Warnvermerk: Dieses Schriftstück hat noch nicht den Status einer Europäischen Norm. Es wird zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt. Es kann sich noch ohne Ankündigung ändern und darf nicht als Europäische Norm
in Bezug genommen werden.



Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	11
Einleitung.....	12
1 Anwendungsbereich.....	13
2 Normative Verweisungen.....	13
3 Begriffe und Abkürzungen.....	13
3.1 Begriffe.....	13
3.2 Abkürzungen.....	15
4 Energiemanagement.....	16
4.1 Überblick über die Architektur.....	16
4.2 Definition.....	17
4.3 Rollen im Energiemanagement.....	18
4.3.1 Allgemeines.....	18
4.3.2 Rolle des Energieerzeugers.....	18
4.3.3 Rolle des Energieverbrauchers.....	19
4.3.4 Rolle des Energiespeichers.....	20
5 Ressourcenmanager.....	21
6 Kundenenergiemanager (CEM).....	22
6.1 Allgemeines.....	22
6.2 Lokale Optimierung.....	23
6.3 Implizite Steuerung.....	23
6.4 Explizite Steuerung.....	24
6.5 Zusammenfassung.....	24
7 Konzepte des Energiemanagements.....	25
7.1 Allgemeines.....	25
7.2 Ansatz für die Auslegung.....	25
7.3 Anormale Bedingung.....	25
7.4 Leistungsmessungen.....	26
7.5 Leistungsprognosen.....	26
7.6 Steuerungsarten.....	26
7.6.1 Allgemeines.....	26
7.6.2 Steuerung auf Grundlage der Leistungshüllkurve.....	26
7.6.3 Steuerung auf Grundlage des Leistungsprofils.....	28
7.6.4 Steuerung auf Grundlage des Betriebsmodus.....	29
7.6.5 Steuerung auf Grundlage der Füllrate.....	30
7.6.6 Nachfragebasierte Steuerung.....	34
8 Energiemanagement-Datenmodelle.....	35
8.1 Grundlegende Datentypen.....	35
8.1.1 Allgemeines.....	35

8.1.2	Allgemeine Konzepte im Zusammenhang mit der Zeit.....	36
8.1.3	Allgemeine Konzepte im Zusammenhang mit Zeichenketten.....	36
8.1.4	Bedeutung von Optionalität.....	36
8.2	Ressourcenmanager.....	37
8.2.1	ResourceManagerDetails (de: Ressourcenmanagerangaben).....	37
8.2.2	PowerValue (de: Leistungswert).....	37
8.2.3	ProbabilityPowerValue (de: Wahrscheinlichkeitsleistungswert).....	38
8.2.4	PowerMeasurement (de: Leistungsmessung).....	38
8.2.5	Role (de: Rolle).....	38
8.2.6	ReceptionStatus (de: Empfangsstatus).....	39
8.2.7	Transition (de: Übergang).....	39
8.2.8	Timer.....	39
8.3	Leistungsprognose.....	40
8.3.1	Beschreibung.....	40
8.3.2	PowerForecast (de: Leistungsprognose).....	40
8.3.3	PowerForecastElement (de: Leistungsprognoseelement).....	41
8.4	Steuerungsarten.....	41
8.4.1	Steuerung auf Grundlage der Leistungshüllkurve (PEBC).....	41
8.4.2	Steuerung auf Grundlage des Leistungsprofils (PPBC).....	44
8.4.3	Steuerung auf Grundlage des Betriebsmodus (OMBC).....	47
8.4.4	Steuerung auf Grundlage der Füllrate (FRBC).....	50
8.4.5	Nachfragebasierte Steuerung (DDBC).....	56
8.5	Aufzählungen.....	61
8.5.1	Rollenarten.....	61
8.5.2	Erzeugnisarten.....	61
8.5.3	Erzeugnismenge.....	61
8.5.4	Währungsdefinition.....	61
8.5.5	InstructionStatus (de: Anweisungsstatus).....	62
8.5.6	ControlType (de: Steuerungsart).....	63
8.5.7	PowerEnvelopeLimitType (de: Art der Leistungshüllkurven-Grenzwerte).....	64
8.5.8	PowerEnvelopeConsequenceType (de: Art der Leistungshüllkurven-Konsequenz).....	64
8.5.9	ReceptionStatusValues (de: Empfangsstatuswerte).....	64
9	Kommunikation.....	64
9.1	Einleitung.....	64
9.2	Generische Aufgaben.....	65
9.2.1	Aktualisieren der Angaben zum Ressourcenmanager.....	65
9.2.2	Aktivieren einer Steuerungsart.....	66
9.2.3	Aktualisieren der aktiven Steuerungsart.....	66
9.2.4	Übermitteln einer Leistungsmessung.....	67
9.2.5	Aktualisieren einer Leistungsprognose.....	67

9.3	Aufgaben im Zusammenhang mit der Steuerung auf Grundlage der Leistungshüllkurve.....	68
9.3.1	Aktualisieren von Leistungshüllkurven-Beschränkungen.....	68
9.3.2	Stornieren von Leistungshüllkurven-Beschränkungen.....	68
9.3.3	Verarbeiten einer Leistungshüllkurven-Anweisung.....	69
9.3.4	Stornieren einer Leistungshüllkurven-Anweisung.....	69
9.4	Aufgaben im Zusammenhang mit der Steuerung auf Grundlage des Leistungsprofils.....	70
9.4.1	Aktualisierung einer Leistungsprofildefinition.....	70
9.4.2	Stornieren einer Leistungsprofildefinition.....	71
9.4.3	Verarbeiten einer Planungsanweisung.....	71
9.4.4	Stornieren einer Planungsanweisung.....	72
9.4.5	Verarbeiten einer Unterbrechungsstartanweisung.....	72
9.4.6	Stornieren einer Unterbrechungsstartanweisung.....	73
9.4.7	Verarbeiten einer Unterbrechungsbeendigungsanweisung.....	73
9.4.8	Stornieren einer Unterbrechungsbeendigungsanweisung.....	74
9.5	Aufgaben im Zusammenhang mit der Steuerung auf Grundlage des Betriebsmodus.....	75
9.5.1	Aktualisieren einer Systembeschreibung.....	75
9.5.2	Stornieren der Systembeschreibung.....	75
9.5.3	Verarbeiten einer Übergangsanweisung.....	76
9.5.4	Stornieren einer Übergangsanweisung.....	77
9.6	Aufgaben im Zusammenhang mit der Steuerung auf Grundlage der Füllrate.....	77
9.6.1	Aktualisieren einer Systembeschreibung.....	77
9.6.2	Stornieren der Systembeschreibung.....	78
9.6.3	Verarbeiten einer Übergangsanweisung.....	78
9.6.4	Stornieren einer Übergangsanweisung.....	79
9.7	Aufgaben im Zusammenhang mit der nachfragebasierten Steuerung.....	79
9.7.1	Aktualisieren einer Systembeschreibung.....	79
9.7.2	Stornieren der Systembeschreibung.....	80
9.7.3	Verarbeiten einer Übergangsanweisung.....	81
9.7.4	Stornieren einer Übergangsanweisung.....	81
	Anhang A (informativ) Anwendungsfälle.....	83
A.1	Überblick.....	83
A.2	Organisation.....	84
A.2.1	UC_EM_O100: Konfiguration des CEM im Netzwerk.....	84
A.2.2	UC_EM_O101: Konfiguration des Master-CEM mit den Zugangsdaten des Smart-Grid-Betreibers.....	84
A.3	Zeitplanung.....	85
A.3.1	UC_EM_S200: Erfassung der Energieprofile, Tarifprofile und Speicherdetails durch den CEM.....	85
A.4	Management.....	86
A.4.1	UC_EM_M300: Auswahl der alternativen Energiesequenzen nach Energiekosten durch den CEM.....	86
A.4.2	UC_EM_M301: Ändern der Startzeit einer Energiesequenz durch den CEM.....	86

A.4.3	UC_EM_M302: Ändern eines Energieprofils durch den CEM, um vorübergehend gespeicherte Energie zu nutzen.....	87
A.4.4	UC_EM_M303: Angeforderte Leistung kann vom Heimnetz nicht geliefert werden.....	87
A.4.5	UC_EM_M304: Konflikt des Leistungsbedarfs zweier Elektrofahrzeuge.....	88
A.4.6	UC_EM_M305: Aufforderung zur vorübergehenden Energieeinsparung durch das EMG.....	88
A.4.7	UC_EM_M306: Anforderung hoher Priorität durch den Energiespeicher.....	89
A.5	Fallstudien.....	90
A.5.1	UC_EM_M307 Laden eines EV im Kontext von JWG4 („Power Limitation PV“ [Leistungsbegrenzung PV]) mit dem dynamischen Steuerungsmodus aus ISO 15118-20.....	90
A.5.2	UC_EM_M308: Laden eines EV im Kontext von JWG4 („Power Limitation PV“ [Leistungsbegrenzung PV]) mit dem „vorgesehenen Steuerungsmodus“ aus der Reihe ISO 15118 und monetären Anreizen.....	91
	Literaturhinweise.....	94

Bilder

Bild 1	– Überblick über die Architektur der baulichen Anlagen eines Smart-Grid-Systems.....	16
Bild 2	– Beispiel für das Erreichen eines gegebenen Sollzustands mithilfe verschiedener Leistungsprofile..	17
Bild 3	– Beispiele für EM-Teilnehmer.....	18
Bild 4	– Gesteuerte Erzeuger.....	18
Bild 5	– Ungesteuerte Erzeuger.....	19
Bild 6	– Wassererwärmer.....	19
Bild 7	– Klimaanlage.....	20
Bild 8	– Stationäre Batterie.....	20
Bild 9	– Elektrofahrzeug.....	21
Bild 10	– Beispiel für Kombinationen aus Ressourcenmanager und ESHG / GA / intelligentem (Haushalts-/)Gerät.....	21
Bild 11	– Beispiel für eine PowerEnvelopeInstruction (de: Leistungshüllkurven-Anweisung) vom CEM, die eine PowerEnvelope enthält.....	27
Bild 12	– Beispiel dafür, wie eine PowerEnvelope die PowerForecast beeinflussen kann.....	27
Bild 13	– Theoretisches Beispiel dafür, wie ein Ressourcenmanager den UPPER_LIMIT und den LOWER-LIMIT der PowerEnvelope beschränken kann.....	28
Bild 14	– Beispiel für PowerEnvelopeConstraints.....	28
Bild 15	– Beispiel für die Definition eines Leistungsprofils.....	29
Bild 16	– Beispiel für eine Systembeschreibung der Steuerung auf Grundlage des Betriebsmodus.....	30
Bild 17	– Beispiel für die Steuerung auf Grundlage der Füllrate.....	31
Bild 18	– Beispiel für die Aktordaten bei der Steuerung auf Grundlage der Füllrate.....	32
Bild 19	– Beispiel für eine Füllstandsfunktion.....	32
Bild 20	– Beispiel für einen kontinuierlichen Betriebsmodus.....	32
Bild 21	– Nutzungsprognose und Füllstands-Sollprofil.....	33
Bild 22	– Schematischer Überblick über die Daten, die der Ressourcenmanager an den CEM sendet.....	34
Bild 23	– Beispiel für die OperationModes bei der nachfragebasierten Steuerung.....	35
Bild 24	– PowerForecast.....	40
Bild 25	– PowerForecastElement.....	41

Bild 26 – Zustandsdiagramm für den Anweisungsstatus.....	63
Bild 27 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Aktualisieren der Angaben zum Ressourcenmanager“	65
Bild 28 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Aktivieren einer Steuerungsart“	66
Bild 29 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Aktualisieren der aktiven Steuerungsart“	66
Bild 30 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Übermitteln einer Leistungsmessung“	67
Bild 31 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Aktualisieren einer Leistungsprognose“	67
Bild 32 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Aktualisieren von Leistungshüllkurven-Beschränkungen“	68
Bild 33 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Stornieren von Leistungshüllkurven-Beschränkungen“	68
Bild 34 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Verarbeiten einer Leistungshüllkurven-Anweisung“	69
Bild 35 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Stornieren einer Leistungshüllkurven-Anweisung“	70
Bild 36 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Aktualisieren einer Leistungsprofildefinition“	70
Bild 37 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Stornieren einer Leistungsprofildefinition“	71
Bild 38 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Verarbeiten einer Planungsanweisung“	71
Bild 39 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Stornieren einer Planungsanweisung“	72
Bild 40 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Verarbeiten einer Unterbrechungsstartanweisung“	72
Bild 41 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Stornieren einer Unterbrechungsstartanweisung“	73
Bild 42 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Verarbeiten einer Unterbrechungsbeendigungsanweisung“ ..	74
Bild 43 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Stornieren einer Unterbrechungsbeendigungsanweisung“ ..	74
Bild 44 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Aktualisieren einer Systembeschreibung“	75
Bild 45 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Stornieren der Systembeschreibung“	76
Bild 46 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Verarbeiten einer Übergangsanweisung“	76
Bild 47 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Stornieren einer Übergangsanweisung“	77
Bild 48 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Aktualisieren einer Systembeschreibung“	77
Bild 49 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Stornieren der Systembeschreibung“	78
Bild 50 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Verarbeiten einer Übergangsanweisung“	78
Bild 51 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Stornieren einer Übergangsanweisung“	79
Bild 52 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Aktualisieren einer nachfragebasierten Systembeschreibung“	80
Bild 53 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Stornieren einer nachfragebasierten Systembeschreibung“ ..	80
Bild 54 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Verarbeiten einer Übergangsanweisung“	81
Bild 55 – Interaktionsmuster für die Aufgabe „Stornieren einer Übergangsanweisung“	81
Bild A.1 – Lösen von Konflikten hinsichtlich des Leistungsbedarfs.....	88
Bild A.2 – Laden eines EV.....	90
Bild A.3 – Laden eines EV.....	91
Tabellen	
Tabelle 1 – Datentypen.....	35
Tabelle 2 – ResourceManagerDetails.....	37
Tabelle 3 – PowerValue.....	37
Tabelle 4 – ProbabilityPowerValue.....	38

Tabelle 5 – PowerMeasurement.....	38
Tabelle 6 – Role.....	38
Tabelle 7 – ReceptionStatus.....	39
Tabelle 8 – Transition.....	39
Tabelle 9 – Timer.....	39
Tabelle 10 – PowerForecast.....	40
Tabelle 11 – PowerForecastElement.....	41
Tabelle 12 – PEBC.PowerEnvelopeConstraints.....	41
Tabelle 13 – PEBC.AllowedLimitRange.....	42
Tabelle 14 – PEBC.PowerEnvelope.....	43
Tabelle 15 – PEBC.PowerEnvelopeElement.....	43
Tabelle 16 – PowerEnvelopeInstruction.....	43
Tabelle 17 – PPBC.PowerProfileDefinition.....	44
Tabelle 18 – PPBC.PowerSequenceContainer.....	44
Tabelle 19 – PPBC.PowerSequence.....	45
Tabelle 20 – PPBC.PowerSequenceElement.....	45
Tabelle 21 – PPBC.PowerProfileStatus.....	45
Tabelle 22 – PPBC.PowerSequenceContainerStatus.....	45
Tabelle 23 – PPBC.PowerSequenceStatus.....	46
Tabelle 24 – PPBC.ScheduleInstruction.....	46
Tabelle 25 – PPBC.StartInterruptionInstruction.....	47
Tabelle 26 – PPBC.EndInterruptionInstruction.....	47
Tabelle 27 – OMBC.SystemDescription.....	47
Tabelle 28 – OMBC.Status.....	48
Tabelle 29 – OMBC.DiscreteOperationMode.....	48
Tabelle 30 – OMBC.ContinuousOperationMode.....	49
Tabelle 31 – OMBC.ContinuousOperationModePowerValue.....	49
Tabelle 32 – OMBC.TransitionInstruction.....	49
Tabelle 33 – FRBC.SystemDescription.....	50
Tabelle 34 – FRBC.ActuatorAggregated.....	50
Tabelle 35 – FRBC.ActuatorInfo.....	51
Tabelle 36 – FRBC.ActuatorStatus.....	51
Tabelle 37 – FRBC.DiscreteOperationMode.....	51
Tabelle 38 – FRBC.DiscreteOperationModeElement.....	52
Tabelle 39 – FRBC.ContinuousOperationMode.....	52
Tabelle 40 – FRBC.ContinuousOperationModeElement.....	52
Tabelle 41 – FRBC.OperationModeData.....	53
Tabelle 42 – FRBC.StorageInfo.....	53
Tabelle 43 – FRBC.StorageAggregated.....	53

Tabelle 44 – FRBC.StorageStatus.....	54
Tabelle 45 – FRBC.LeakageBehaviour.....	54
Tabelle 46 – FRBC.LeakageBehaviourElement.....	54
Tabelle 47 – FRBC.TransitionInstruction.....	54
Tabelle 48 – FRBC.UsageProfile.....	55
Tabelle 49 – FRBC.UsageProbabilityProfile.....	55
Tabelle 50 – FRBC.UsageProfileElement.....	55
Tabelle 51 – FRBC.UsageProbabilityProfileElement.....	55
Tabelle 52 – FRBC.FillLevelTargetProfile.....	56
Tabelle 53 – FRBC.FillLevelTargetProfileElement.....	56
Tabelle 54 – DDBC.SystemDescription.....	56
Tabelle 55 – DDBC.ActuatorAggregated.....	57
Tabelle 56 – DDBC.ActuatorDetails.....	57
Tabelle 57 – DDBC.ActuatorStatus.....	57
Tabelle 58 – DDBC.OperationModeData.....	58
Tabelle 59 – DDBC.DiscreteOperationMode.....	58
Tabelle 60 – DDBC.ContinuousOperationMode.....	58
Tabelle 61 – DDBC.TransitionInstruction.....	59
Tabelle 62 – DDBC.CurrentDemandRate.....	59
Tabelle 63 – DDBC.AverageDemandRateProfile.....	59
Tabelle 64 – DDBC.AverageDemandRateProfileElement.....	60
Tabelle 65 – DDBC.AverageDemandRateProbabilityProfile.....	60
Tabelle 66 – DDBC.AverageDemandRateProbabilityProfileElement.....	60
Tabelle 67 – Aufzählung von Rollenarten.....	61
Tabelle 68 – Aufzählung von Erzeugnisarten.....	61
Tabelle 69 – Aufzählung von Erzeugnismengen.....	61
Tabelle 70 – Währungsdefinition.....	62
Tabelle 71 – InstructionStatus.....	62
Tabelle 72 – ControlType.....	63
Tabelle 73 – Aufzählung von PowerEnvelopeLimitType.....	64
Tabelle 74 – Aufzählung von PowerEnvelopeConsequenceType.....	64
Tabelle 75 – ReceptionStatusValues.....	64
Tabelle A.1 – Anwendungsfälle beschreiben vorrangig das Energiemanagement.....	83
Tabelle A.2 – Übersicht über die Anwendungsfälle.....	83

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN50491-12-2:2020) wurde vom CLC/TC TC 205, „Elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude (ESHG)“ erarbeitet.

Dieses Dokument wird derzeit zur Umfrage vorgelegt.

Nachstehende Daten wurden vorgeschlagen:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene angekündigt werden muss: (doa) + 6 Monate
- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop) dor + 12 Monate
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow) dor + 36 Monate (bei der Abstimmung zu bestätigen oder zu ändern)

Dieses Dokument ist Teil der Reihe EN 50491 der Europäischen Normen – Allgemeine Anforderungen an die Elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude (ESHG) und an Systeme der Gebäudeautomation (GA) – welche die folgenden Teile umfassen wird:

- Teil 1: Allgemeine Anforderungen;
- **Teil 2:** Umgebungsbedingungen;
- Teil 3: Anforderungen an die elektrische Sicherheit;
- Teil 4-1: Anforderungen an die funktionale Sicherheit für Produkte, die für den Einbau in ESHG/GA vorgesehen sind;
- Teil 5-1: EMV-Anforderungen, Bedingungen und Prüfungen;
- Teil 5-2: EMV-Anforderungen an ESHG/GA für den Gebrauch in Wohnbereichen, Geschäfts- und Gewerbebereichen sowie in Kleinbetrieben;
- Teil 5-3: EMV-Anforderungen an ESHG/GA für den Gebrauch im Industriebereich
- Teil 6-1: ESHG-Installationen – Installation und Planung;
- Teil 6-3: ESHG-Installationen – Bewertung und Festlegung der Stufen;
- **Teil 11:** Smart Metering – Applikationsbeschreibung – Einfache externe Verbrauchsanzeige;
- Teil 12: Smart grid – Anwendungsspezifikation – Struktur der Schnittstelle für Anwender;
- Teil 12-1: Schnittstelle zwischen CEM und Heim-/Gebäude-Ressourcenmanager – Allgemeine Anforderungen und Architektur;
- Teil 12-2: Schnittstelle zwischen CEM und dem Heim-/Gebäude-Ressourcenmanager – Datenmodell und Benachrichtigung;
- Zukünftiger Teil 12-3: Home/Building Customer Energy Manager (CEM);
- Zukünftiger Teil 12-4: Ressourcenmanager.

Einleitung

In den letzten Jahrzehnten haben sich die Energieerzeugung und die Energieverbrauchsmuster drastisch verändert. Wenngleich die zentrale Produktion von Energie nach wie vor vorherrscht, so ist angesichts des steigenden Anteils erneuerbarer Energien doch ein deutlicher Trend hin zur verteilten Erzeugung erkennbar. Das Produktionspotenzial alternativer Energiequellen unterliegt erheblichen Schwankungen, was es Netzbetreibern schwer machen kann, eine ausgewogene Balance zwischen Energieerzeugung und -verbrauch zu wahren. Die Aufgabe, jederzeit für ein stabiles Netz zu sorgen, gewinnt zusätzlich dadurch an Komplexität, dass sich auch der Verbrauch und die Erzeugung elektrischer Energie durch die Kunden selbst verändert haben, beispielsweise durch die vermehrte Nutzung von Elektrofahrzeugen und privaten Energieerzeugungsanlagen.

Ein sog. „Smart Grid“ ermöglicht es den Netzbetreibern, flexibel auf die jeweilige Nachfrage zu reagieren. Um diese Reaktionsfähigkeit sicherzustellen, bedarf es eines Informationsaustauschs zwischen energieverbrauchenden und energieerzeugenden Einheiten, von Einfamilienhäusern bis hin zu großen Fabriken.

Die Reihe EN 50491-12 beschreibt Aspekte des Smart Grid, die sich speziell auf die Seite der baulichen Anlagen (Heim/Gebäude) des Smart Grid beziehen, sowie die gemeinsame Schnittstelle zwischen den Betriebsmitteln in den baulichen Anlagen und dem Smart Grid. Dieser **Teil 2** der Reihe definiert die grundlegenden Aspekte der semantischen Interoperabilität für die S2-Schnittstelle und den damit verbundenen Datenaustausch zwischen einem CEM und den Ressourcenmanagern innerhalb der baulichen Anlagen.

In **Anhang A** werden verschiedene Anwendungsfälle erläutert, die zu einem besseren Verständnis des zugrunde liegenden Ansatzes von prEN 50491-12-2 beitragen sollten.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die grundlegenden Aspekte der semantischen Interoperabilität für die S2-Schnittstelle und den damit verbundenen Datenaustausch zwischen einem CEM und den Ressourcenmanagern innerhalb der baulichen Anlagen fest. Es stellt einen technologieunabhängigen Satz von Datenmodellen und Interaktionsmustern zur Verfügung, um Anwendungen für das Energiemanagement innerhalb der baulichen Anlagen zu ermöglichen. Folgendes ist in diesem Dokument nicht enthalten:

- Mappings auf konkrete Datendarstellungen (XML, JSON und ähnliche);
- Mappings auf Anwendungsprotokolle für die Nachrichtenübermittlung;
- sicherheitsbezogene Aspekte.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 15118-20, *Road vehicles — Vehicle to grid communication interface*

ISO 4217, *Codes for the representation of currencies*

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1.1

Steuerung auf Grundlage der Leistungshüllkurve

Koordination durch den CEM auf Grundlage von für das Gerät geltenden Begrenzungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Der CEM kann Mindest- und Höchstwerte für die Leistung einstellen, die von dem Gerät nicht unter- bzw. überschritten werden dürfen.

3.1.2

Steuerung auf Grundlage des Leistungsprofils

Steuerungsart, bei der die Koordination durch den CEM auf Grundlage einer Änderung des Profils erfolgt, unter Berücksichtigung der Konzepte des Sequenzwechsels und der Sequenzauswahl

3.1.3

Steuerung auf Grundlage des Betriebsmodus

Steuerungsart, bei der der Ressourcenmanager dem CEM mehrere Betriebsmodi anbietet, aus denen der CEM auswählen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Verhalten des Geräts ändert sich durch die Auswahl der Betriebsmodi.

3.1.4

Steuerung auf Grundlage der Füllrate

Steuerungsart, die auf Messungen beruht, die den Füllstand und die Füllrate angeben

3.1.5

Ressourcenmanager

logische Komponente (typischerweise in Software implementiert), die ausschließlich eine Gerätegruppe oder ein einzelnes intelligentes Gerät repräsentiert und dafür verantwortlich ist, eindeutige Anweisungen an eine Gerätegruppe oder an ein einzelnes Gerät zu senden, wobei typischerweise ein gerätespezifisches Protokoll verwendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: In diesem Dokument verwaltet der Ressourcenmanager die Energieanpassungsfähigkeit einer Gerätegruppe oder eines einzelnen intelligenten Geräts.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Ressourcenmanager darf in einem speziellen Gerät, im intelligenten Gerät selbst oder außerhalb des Geräts installiert sein.

3.1.6

Rolle

Kategorisierung des Verhaltens eines Teilnehmers anhand seiner Fähigkeiten in Bezug auf das Energiemanagement, wobei jeder Teilnehmer mindestens eine Rolle unterstützt

3.1.7

S1-Kommunikation

Schnittstelle zwischen CEM und Energie-Management-Gateway

3.1.8

S2-Kommunikation

Schnittstelle zwischen CEM und Ressourcenmanager

3.1.9

Smart Grid

Elektrizitätsversorgungsnetz, das unterschiedliche betriebs- und energiebezogene Maßnahmen sowie die Steuerung der Erzeugung und Verteilung von elektrischer Energie umfasst

3.1.10

Smart-Grid-Betreiber

Instanz, die Energieprofile beim CEM anfordert, um das Netz stabil und zuverlässig zu halten

3.1.11

tarifbasiertes Energiemanagement

Optimierungsstrategie für das Energiemanagement auf Grundlage variabler Tarife entsprechend den Anforderungen des Anwenders

3.1.12

Zeitfenster

feste Zeitspanne einer bestimmten Dauer

3.1.13

Anwendungsfall

Beschreibung von Interaktionen zwischen einem Akteur und einem anderen Akteur oder einem System, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen, das sehr abstrakt oder sehr konkret sein kann, wobei auch eine Verschachtelung möglich ist

3.1.14

Anwender

Person (z. B. Installateur oder Anwohner) oder Ersatzdienst

3.1.15

Prosumer

Haushalt oder Gerät, das Energie der gleichen Art von Erzeugnis erzeugt und verbraucht

3.1.16

Single Application Smart System

Gruppe von Geräten mit einer Kommunikationsschnittstelle für eine einzelne Anwendung, z. B. Heizung oder Beleuchtung, die Energie verbrauchen, erzeugen oder speichern (oder eine Kombination dieser Funktionen aufweisen) und zu Zwecken des Energiemanagements durch einen Ressourcenmanager gesteuert werden können

3.1.17

elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude

System der Gebäudeautomation

logische Gruppe von Geräten, die ein Kommunikationssystem mit mehreren Anwendungen nutzt, in dem die Funktionen verteilt und durch einen gemeinsamen Kommunikationsvorgang miteinander verbunden sind

Anmerkung 1 zum Begriff: ESHG/GA wird in Heim und Gebäude sowie in deren Umgebung eingesetzt. Funktionen eines solchen Systems sind z. B.: Schalten, Steuern, Regeln, Kontrollieren und Überwachen.

Anmerkung 2 zum Begriff: In der Literatur werden für ESHG/GA mitunter auch die Bezeichnungen „Heimsteuerungssystem/-netzwerk“, „elektrische Heimsystemtechnik“, „Gebäudeautomationssystem“ usw. verwendet.

Anmerkung 3 zum Begriff: Beispiele für ESHG/GA-Anwendungen sind die Verwaltung von Beleuchtung, Heizung, Energie, Wasser, Feuersalarm, Jalousien, verschiedenen Arten von Sicherheit usw. Siehe Einleitung von [EN 50491-4-1](#).

3.1.18

anormale Bedingung

Situation, in der ein Ressourcenmanager auf Anforderung des CEM den Anwenderkomfort opfern muss

3.2 Abkürzungen

Abkürzung	Beschreibung
API	Anwendungsprogrammiersstelle (en: Application Programming Interface)
GA	Systeme der Gebäudeautomation
CEM	Kundenenergiemanager (en: Customer Energy Manager)
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
DDBC	nachfragebasierte Steuerung (en: Demand Driven Based Control)
EM	Energiemanagement
EMG	Energie-Management-Gateway
EV	Elektrofahrzeug (en: Electrical Vehicle)
FRBC	Steuerung auf Grundlage der Füllrate (en: Fill Rate Based Control)
ESHG	elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude
I/F	Schnittstelle (en: Interface)
V/O	verbindlich (v) / optional (o)
V	verbindlich
O	optional
OMBC	Steuerung auf Grundlage des Betriebsmodus (en: Operation Mode Based Control)
PEBC	Steuerung auf Grundlage der Leistungshüllkurve (en: Power Envelope Based Control)

Abkürzung	Beschreibung
PPBC	Steuerung auf Grundlage des Leistungsprofils (en: Power Profile Based Control)
PV	Photovoltaik
RM	Ressourcenmanager
RTP	dynamische Tarife (en: Real-Time Pricing)
SASS	Single Application Smart System
SG	Smart Grid
TBEM	tarifbasiertes Energiemanagement (en: Tariff Based Energy Management)
TOU	zeitvariable Tarife (en: Time of Use)
95PPR	95-Prozent-Wahrscheinlichkeitsbereich (en: 95 Percent Probability Range)
68PPR	68-Prozent-Wahrscheinlichkeitsbereich (en: 68 Percent Probability Range)

4 Energiemanagement

4.1 Überblick über die Architektur

In EN 50491-12-1 wird die Systemarchitektur der Seite der baulichen Anlagen des Smart Grid beschrieben. Diese umfasst die gemeinsame Schnittstelle zwischen den Betriebsmitteln in dem Heim/Gebäude, die als Kundenenergiemanager (CEM) bezeichnet wird, und dem Smart Grid (SG), das als Energie-Management-Gateway (EMG) bezeichnet wird. Die Kommunikation zwischen dem EMG und dem CEM wird als S1-Kommunikation bezeichnet, wohingegen die Kommunikation zwischen dem CEM und dem Ressourcenmanager auf Seite der baulichen Anlagen als S2-Kommunikation bezeichnet wird.

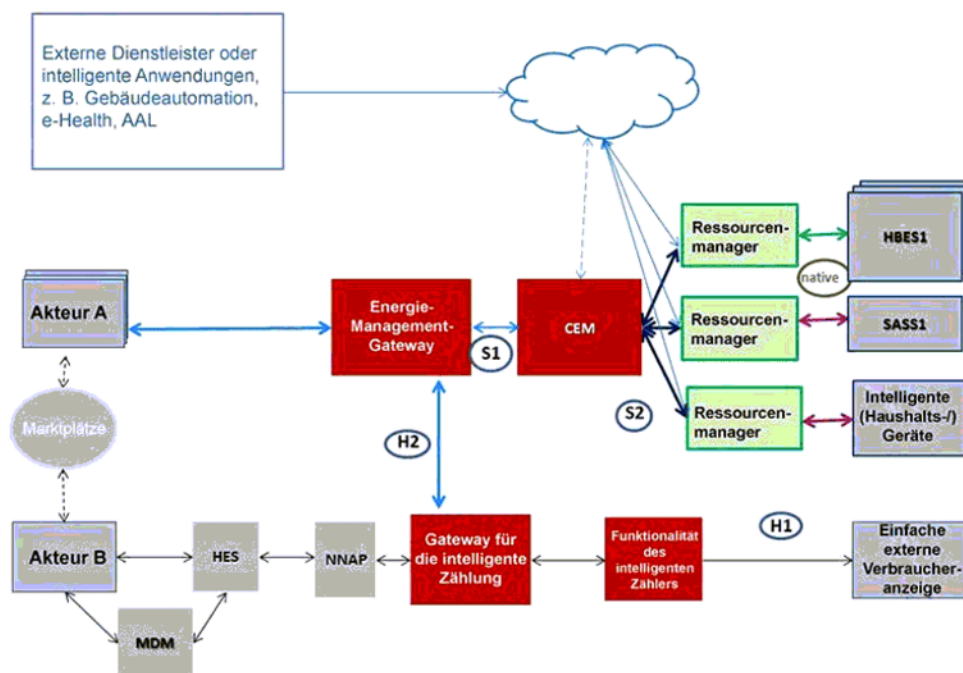


Bild 1 – Überblick über die Architektur der baulichen Anlagen eines Smart-Grid-Systems

Wenngleich sich die in diesem Dokument festgelegte Lösung vorrangig auf S2-Kommunikation bezieht, müssen auch die Daten berücksichtigt werden, die mittels S1-Kommunikation übertragen werden. Die S1-Kommunikation wird in diesem Dokument jedoch nicht festgelegt.

4.2 Definition

Grund für den Erwerb von ESHG/GA/SASS oder (intelligenten) Geräten ist üblicherweise ein bestimmtes Ziel, das der Endanwender mit dem/den Gerät(en) erreichen möchte. So hat der Endanwender eines Elektroboilers beispielsweise das Ziel, über warmes Leitungswasser zu verfügen, während sich der Endanwender einer Wärmepumpe eine angenehme Raumtemperatur wünscht. Das Erreichen dieser Ziele wird unter dem Stichwort „Anwenderkomfort“ zusammengefasst.

Diese Ziele haben zwar einen großen Einfluss auf das Verhalten eines intelligenten Geräts, entscheiden jedoch nicht allein darüber. Das Ziel eines Endanwenders lässt sich unter Umständen auf viele verschiedene Arten erreichen. Wenn sich in dem Elektroboiler beispielsweise noch genug warmes Wasser befindet, kann noch etwas abgewartet werden, bis wieder Wasser erwärmt wird. Mit anderen Worten: Es gibt einen gewissen Spielraum bei der Art und Weise, wie die Ziele der Endanwender umgesetzt werden. Dies wird in [Bild 2](#) veranschaulicht.

Eine Batterie oder auch ein Elektrofahrzeug hat zu einem bestimmten Zeitpunkt einen bestimmten Soll-Ladezustand. Dieser lässt sich auf verschiedene Arten erreichen, wobei jedes Vorgehen mit einem eigenen Leistungsprofil verbunden ist. Jedes dieser Leistungsprofile führt zum Sollzustand, auf das Stromnetz können sich die Leistungsprofile jedoch sehr unterschiedlich auswirken. Das Einflussnehmen auf die Art und Weise, auf die ein Gerät seine Ziele erreicht, wird als Energiemanagement bezeichnet. Allerdings gibt es nicht für alle ESHG/GA/SASS und (intelligenten) Geräte ein ausdrückliches Ziel. So könnte eine stationäre Batterie beispielsweise rein dem Energiemanagement dienen, ohne dass es ein darüber hinausgehendes Ziel des Endanwenders gibt.

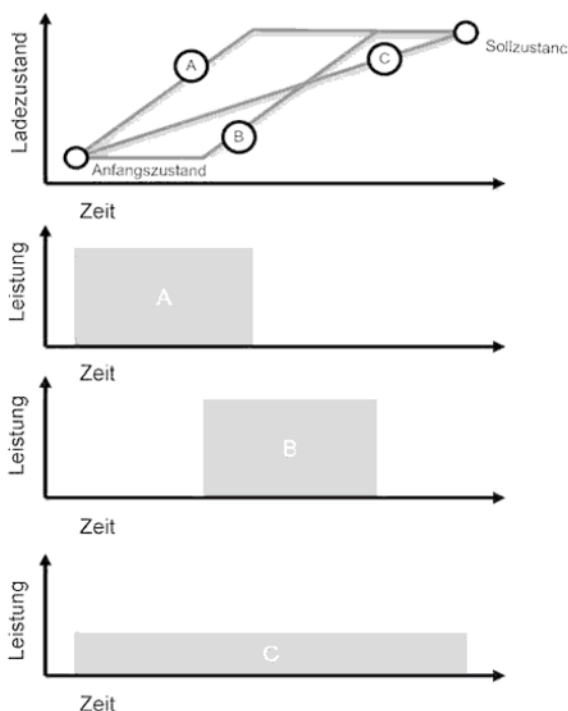


Bild 2 – Beispiel für das Erreichen eines gegebenen Sollzustands mithilfe verschiedener Leistungsprofile

Beim Energiemanagement geht es stets um eine oder mehrere Arten von Energie, die über ein Netz ausgetauscht werden, z. B. elektrische Energie (Austausch über ein Stromnetz), Erdgas (Austausch über ein Gasnetz) oder Wärme (Austausch über ein Wärmenetz). Diese Arten von Energie können durch das Verhalten des Geräts miteinander verknüpft werden.

So wird eine (Mikro-)KWK-Anlage üblicherweise mit Erdgas betrieben, produziert aber zugleich elektrische Energie. Für die Zwecke des Energiemanagements muss das Verhalten der ESHG/GA/SASS bzw. des (intelligenten) Geräts im Hinblick auf die beteiligten Arten von Energie bekannt sein. Die unterschiedlichen Arten von Energie, die über ein Netz ausgetauscht werden, werden als (Energie-)Erzeugnisse bezeichnet.

4.3 Rollen im Energiemanagement

4.3.1 Allgemeines

In dem S2-Ökosystem gibt es mehrere Einheiten, die bestimmte Rollen übernehmen. Dieser Unterabschnitt enthält einen Überblick über diese Rollen sowie konkrete Beispiele. Jede Rolle übernimmt eine bestimmte Funktion und ein bestimmtes Verhalten für ein bestimmtes Erzeugnis und wird der Einheit durch die Einheit selbst zugewiesen. Einheiten, auf die sich mittels Rollen bezogen wird, werden als EM(Energiemanagement)-Teilnehmer bezeichnet. EM-Teilnehmer können eine oder mehrere dieser Rollen erfüllen:

- Energiemanagement;
- Energieerzeuger;
- Energieverbraucher;
- Energiespeicher.

In den folgenden Unterabschnitten wird das Konzept der EM-Teilnehmer erläutert, wobei die in [Bild 3](#) dargestellten Teilnehmer als Beispiele für die Herleitung von Rollen dienen.



Bild 3 – Beispiele für EM-Teilnehmer

4.3.2 Rolle des Energieerzeugers

4.3.2.1 Beschreibung

Ein Energieerzeuger ist ein EM-Teilnehmer, der Energie erzeugt. Sein Betrieb kann bestimmten Fähigkeiten und Beschränkungen unterliegen, z. B. zusätzlichen Kosten oder einer maximalen Energiemenge. Da diese Fähigkeiten und Beschränkungen anderen EM-Teilnehmern, insbesondere dem CEM, bekannt sein müssen, muss jeder Energieerzeuger eine Steuerungsart bereitstellen, die diese Fähigkeiten und Beschränkungen enthält.

Im Allgemeinen werden alle Energieerzeuger anhand ihrer Anpassungsfähigkeit bei der Energieerzeugung einer Kategorie zugeordnet. Gesteuerte Erzeuger können ihre Produktion anpassen, was ungesteuerten Erzeugern nicht möglich ist.

4.3.2.2 Gesteuerte Erzeuger



Bild 4 – Gesteuerte Erzeuger

Gesteuerte Erzeuger können die von ihnen erzeugte Energiemenge entsprechend ihren Fähigkeiten und Beschränkungen (z. B. max. Leistung) anpassen. Sie müssen die Anpassungsfähigkeit ihres Energieerzeugungsverhaltens an den CEM übermitteln, der wiederum Anweisungen sendet, um Änderungen zu veranlassen.

4.3.2.3 Ungesteuerte Erzeuger



Bild 5 – Ungesteuerte Erzeuger

Ungesteuerte Erzeuger sind energieerzeugende EM-Teilnehmer, die keinerlei Einfluss auf ihren Betriebsmodus haben und dementsprechend dem CEM keinerlei Anpassungsfähigkeit bei der Leistung „anbieten“ können.

Darüber hinaus können ungesteuerte Erzeuger wie Solarmodule bis zu einem gewissen Grad als weniger zuverlässig als gesteuerte Erzeuger angesehen werden. Einmal abgesehen von dem Risiko einer Fehlfunktion haben sie deutlich weniger Einfluss darauf, wann sie innerhalb des Bereichs ihrer Betriebsparameter arbeiten können. Es ist wichtig für den CEM, dass ungesteuerte Erzeuger ein Energieprofil mit genäherten Werten und deren Schwankungen bereitstellen können.

4.3.3 Rolle des Energieverbrauchers

4.3.3.1 Beschreibung

Alle EM-Teilnehmer, die Energie aufnehmen und die bereitgestellte Energie für die Verrichtung irgendeiner Art von Arbeit nutzen, werden als Energieverbraucher bezeichnet. Die eingespeiste Energie wird also in Arbeit, Wärme usw. umgewandelt und kann im Allgemeinen von dem EM-Teilnehmer nicht rückgewonnen werden. Diese Rolle umfasst standardmäßige Heim-EM-Teilnehmer, die aktiv am EM-Netzwerk teilnehmen. Beispiele hierfür sind Wassererwärmer, Klimaanlage und Elektrofahrzeuge.

Jeder Energieverbraucher kann den CEM unterstützen, indem er Messungen, Prognosen und/oder Steueroptionen bereitstellt.

4.3.3.2 Wassererwärmer



Bild 6 – Wassererwärmer

Wassererwärmer sind EM-Teilnehmer, die mithilfe von Energie Wasser erwärmen. Durchflusserwärmer erwärmen Wasser, während dieses fließt, und müssen demnach nach Nachfrage arbeiten, weswegen sie außerhalb des Anwendungsbereichs dieses Dokuments liegen. Einen aus Sicht des Managements der Nachfrageseite geeigneten Anwendungsfall bilden Wassererwärmer mit Speicherkapazität, da diese innerhalb flexibler Grenzen arbeiten können, um das Wasser auf einem bestimmten Pegel und einer bestimmten Temperatur zu halten.

Wassererwärmer werden üblicherweise anhand ihres maximalen Fassungsraums in Litern sowie der Energie, die sie zum Erwärmen des Wassers und zum Aufrechterhalten einer bestimmten Temperatur benötigen,

kategorisiert. Während des Betriebs wird der Betriebsmodus des Wassererwärmers durch den Wasser-Fassungsraum und die für das gespeicherte Wasser erforderliche Mindesttemperatur bestimmt.

Je nach der Verwendung des Wassererwärmers, der zum Erwärmen des Wassers erforderlichen Energie und der Möglichkeit, warmes Wasser zu speichern, sind Wassererwärmer gut geeignet für die Unterstützung eines effizienten Energiemanagements.

4.3.3.3 Klimaanlage



Bild 7 – Klimaanlage

Klimaanlagen sind EM-Teilnehmer, die mithilfe von Energie die Luft in einem Gebäude kühlen. Anders als Wassererwärmer verfügen sie üblicherweise nicht über eigene Speicherkapazitäten, allerdings darf der Raum als Puffer verwendet werden, wenn eine gewisse Bandbreite bei der Temperatur zulässig ist.

Auf diese Weise kann auch die Klimaanlage ihren Leistungsbedarf rechtzeitig verschieben, um Anforderungen des Energiemanagements zu erfüllen.

4.3.4 Rolle des Energiespeichers

4.3.4.1 Beschreibung

Darüber hinaus spielen auch EM-Teilnehmer, die Energie speichern können, beim Management von Energieumgebungen eine wichtige Rolle, da sie Energie aufnehmen können, wenn diese in großer Menge vorhanden (oder günstig) ist, und sie wieder freisetzen können, wenn sie knapp (oder teuer) ist. Diese Fähigkeit hat allerdings bestimmte Konsequenzen, z. B. erfordert das Speichern von Energie mehr Energie, als später wieder freigesetzt werden kann. Alle Energiespeicher müssen in der Lage sein, ihre Speicherkapazität einschließlich jeglicher Konsequenzen anzugeben.

4.3.4.2 Stationäre Batterie



Bild 8 – Stationäre Batterie

Batterien sind die EM-Teilnehmer schlechthin, wenn es um das Speichern elektrischer Energie geht. Sie sind mit verschiedenen Kapazitäten erhältlich und können einen wichtigen Beitrag zum Lastausgleich in baulichen Anlagen, im Netz oder in anderen Umgebungen leisten.

Zwar wird eine Batterie in erster Linie durch ihre Kapazität definiert, doch auch ihre Ladedauer, der erforderliche Strom und der Wirkungsgrad (Verhältnis der aufgenommenen Energie zur freigesetzten Energie) spielen eine wichtige Rolle, wenn es darum geht, diesen EM-Teilnehmer optimal zu nutzen.

4.3.4.3 Elektrofahrzeug

Neben stationären Batterien, die ortsfest an ihrem Aufstellungsort installiert werden, müssen auch mobile Batterien (die üblicherweise in Elektrofahrzeugen verbaut sind) in Betracht gezogen werden.



Bild 9 – Elektrofahrzeug

Mobile Batterien verfügen über alle Eigenschaften und Betriebsparameter stationärer Batterien, zeichnen sich überdies jedoch durch Mobilität aus, was bedeutet, dass eine mobile Batterie jederzeit in einem System auftauchen oder aus diesem verschwinden kann. Dadurch sind sie weniger zuverlässig als stationäre Batterien.

Um mobile Batterien für die Optimierung der Energienutzung in einem System zu verwenden, müssen zudem die Mobilitätsanforderungen berücksichtigt werden. So muss ein Elektrofahrzeug zu einem bestimmten (geplanten) Zeitpunkt geladen werden und sollte unter Umständen nicht bis unter einen bestimmten Stand entladen werden, da das Fahrzeug dann nicht mehr bewegt werden könnte.

5 Ressourcenmanager

Der Ressourcenmanager übernimmt die Funktion eines Gateways mit eingebetteter Intelligenz. Es handelt sich um eine logische Komponente, die eine konkrete Energieanpassungsfähigkeit repräsentiert. Durch diese Spezifikation wird nicht definiert, wo der Ressourcenmanager physisch betrieben wird. Dies könnte beispielsweise auf dem intelligenten Gerät selbst, auf einem separaten Gerät oder in der Umgebung des Herstellers sein (z. B. Cloud-Dienste).

Der Ressourcenmanager verbindet sich auf der einen Seite mittels S2 mit dem CEM und auf der anderen Seite mit ESHG/GA/SASS oder einem (intelligenten) Gerät. Wie der Ressourcenmanager mit ESHG/GA/SASS bzw. dem (intelligenten) Gerät kommuniziert, fällt nicht in den Anwendungsbereich dieses Dokuments.

Wenn der Ressourcenmanager auf dem intelligenten Gerät selbst implementiert wird, kann z. B. eine lokale API verwendet werden. Er könnte auch über ein anderes Gerät oder ein domänenspezifisches Protokoll kommunizieren.

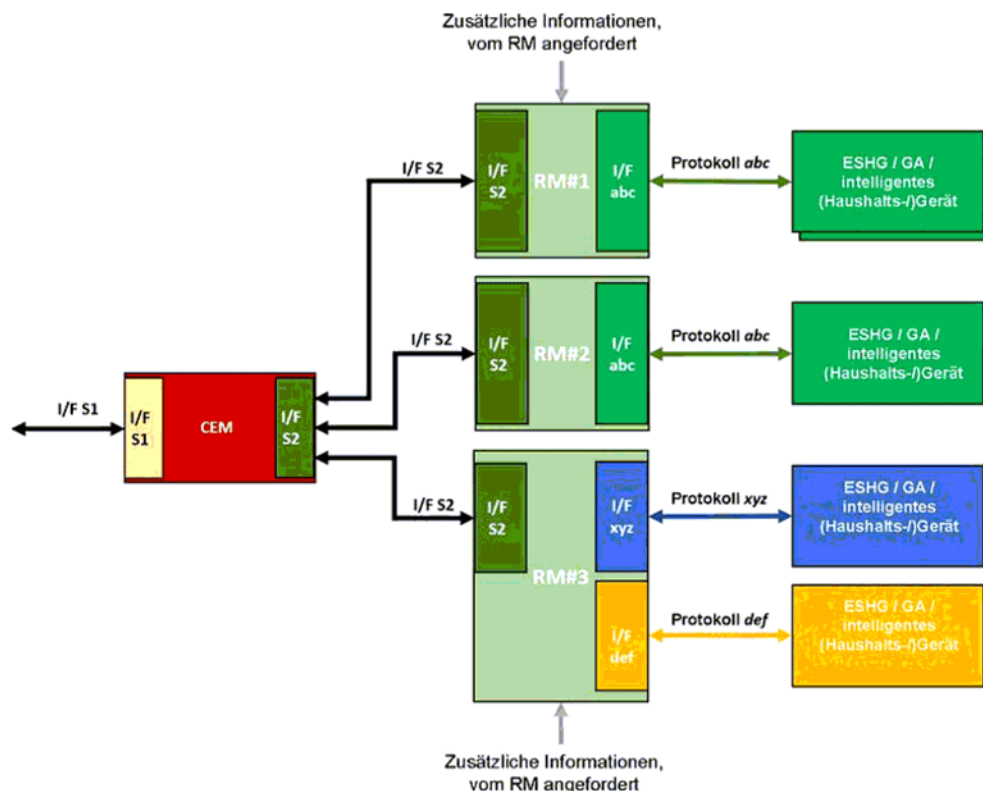


Bild 10 – Beispiel für Kombinationen aus Ressourcenmanager und ESHG / GA / intelligentem (Haushalts-)Gerät

In [Bild 10](#) sind eine Reihe möglicher Kombinationen dargestellt, die typisch für eine reale Anlage sind. Ausführliche Beispiele, die zu einem besseren Verständnis dieser konzeptuellen Architektur beitragen, sind in [Anhang A](#) zu finden.

Im Wesentlichen tauscht der RM Informationen mit dem CEM aus, um die Bedürfnisse des Energiemanagements zu erfüllen. In die andere Richtung tauscht der RM Informationen mit dem/den Gerät(en) aus, um die Bedürfnisse des Anwenders und des Geräts/Dienstes zu erfüllen. Um die richtigen Entscheidungen zu treffen, benötigt er ggf. weitere Informationen, die er über S2 oder seine native(n) Schnittstelle(n) nicht erhält. Dies könnten Informationen über die Wettervorhersage sein, anhand derer die Erzeugungsprognose eines Solarmoduls präzisiert werden kann, Kommunikation mit externen Diensten, anhand derer das Anwenderverhalten vorhergesagt werden kann, usw. Aus Sicht des CEM ist die Kombination aus Ressourcenmanager und Gerät(en) für die Wahrung des Anwenderkomforts und der Geräteunversehrtheit verantwortlich. Das bedeutet, dass der Ressourcenmanager, wenn er Anweisungen von einem CEM erhält, die mit den Komfortanforderungen des Anwenders oder dem sicheren Betrieb des Geräts konfliktieren, im Rahmen seiner Möglichkeiten bestmöglich mit diesen Anweisungen verfahren und sie ggf. zurückweisen muss.

Der Ressourcenmanager fungiert als Barriere zwischen der gerätespezifischen Seite und der domänenspezifischen Seite. Auf der gerätespezifischen Seite kommuniziert er über eine spezielle API oder ein spezielles Protokoll, die/das üblicherweise auf das jeweilige Gerät bzw. die jeweilige Kategorie zugeschnitten ist, mit ESHG/GA/SASS oder dem (intelligenten) Gerät. Auf der domänenspezifischen Seite kommuniziert der Ressourcenmanager über S2 mit dem CEM. Er könnte jedoch auch mit Softwarekomponenten für andere Domänen als das Energiemanagement kommunizieren, z. B. solchen für die Gebäudeautomation, technikunterstütztes Leben (AAL) oder die ferngesteuerte Instandhaltung. Die Funktionen für diese anderen Domänen fallen nicht in den Anwendungsbereich dieser Spezifikation.

Es ist Aufgabe des Ressourcenmanagers, den CEM über die Fähigkeiten und Beschränkungen der ESHG/GA/SASS bzw. des (intelligenten) Geräts im Zusammenhang mit dem Energiemanagement zu informieren. Dazu muss ein Ressourcenmanager die Informationen, die er von ESHG/GA/SASS bzw. dem (intelligenten) Gerät erhält, üblicherweise um weitere Informationen ergänzen. Beispielsweise könnte ein Elektroboiler den Ressourcenmanager über ein gerätespezifisches Protokoll darüber informieren, ob er sich ein- oder ausschalten kann. Für den CEM reicht das bloße Konzept von *Ein* oder *Aus* nicht aus. Er muss wissen, wie sich das Gerät in diesem *eingeschalteten* oder *ausgeschalteten* Zustand im Hinblick auf Energieaufnahme und -erzeugung verhält. In diesem Beispiel muss der Ressourcenmanager dem CEM mitteilen, dass das Gerät im *eingeschalteten* Zustand 2 000 W aufnimmt, während es im *ausgeschalteten* Zustand lediglich 10 W aufnimmt. Der Ressourcenmanager muss also die Informationen, die er von dem intelligenten Gerät erhält, um weitere Informationen ergänzen. Dazu könnte der Ressourcenmanager beispielsweise eine Umwandlungstabelle heranziehen, indem er das Verhalten des beobachteten Geräts „erlernt“, oder auch eine externe Informationsquelle, die in [Bild 4](#) als „Zusätzliche Informationen“ wiedergegeben ist.

6 Kundenenergiemanager (CEM)

6.1 Allgemeines

Der CEM ist eine Softwarekomponente, die für das Energiemanagement innerhalb der baulichen Anlagen verantwortlich ist. Durch diese Spezifikation wird nicht definiert, wo der CEM physisch betrieben wird. Dies könnte beispielsweise auf einem Gateway-Gerät innerhalb der baulichen Anlagen, auf einem intelligenten Gerät oder in einer herstellerspezifischen Umgebung sein.

Der CEM kommuniziert über S2 mit dem Ressourcenmanager, um Informationen über die Fähigkeiten und Beschränkungen der Geräte zu erhalten und die optimalen Zuteilungen für diese Geräte zu ermitteln. Was optimal ist, hängt in starkem Maße davon ab, wie das Energiesystem eines Landes oder einer Region organisiert ist und welche (finanziellen oder sonstigen) Anreize für Energieverbraucher oder -erzeuger gesetzt wurden, um deren Energieverhalten zu beeinflussen. Da es sehr wahrscheinlich ist, dass verschiedene Optimierungsziele gleichzeitig bestehen, gibt es wahrscheinlich viele CEM-Implementierungen, die jeweils eine eigene Optimierungsstrategie implementieren.

Es können drei Kategorien von Optimierungszielen für CEMs unterschieden werden:

- lokale Optimierung (6.2);
- implizite Steuerung (6.3);
- explizite Steuerung (6.4).

Bei der lokalen Optimierung kann beispielsweise S1 entsprechend der Definition in Bild 1 eingesetzt werden, um intelligente Zählerdaten an den CEM zu übermitteln, nicht aber um ihm Steuersignale zu senden. Bei der impliziten oder expliziten Steuerung wird S1 auch zur Übermittlung von Steuersignalen an den CEM verwendet.

In den folgenden Unterabschnitten werden Beispiele für Optimierungsstrategien erörtert.

6.2 Lokale Optimierung

Bei lokalen Optimierungszielen werden für die Optimierung des Energieverhaltens gar keine oder nur wenige Informationen von außerhalb der baulichen Anlagen benötigt.

Ein Beispiel hierfür ist die Optimierung des Energieverbrauchs- und -erzeugungsverhaltens im Hinblick auf die Beschränkungen eines Netzanschlusses. Üblicherweise sind die Kosten eines Netzanschlusses mit einer geringeren maximalen Leistungskapazität deutlich geringer als die für eine größere Kapazität. Manche Standorte (z. B. Bürogebäude) benötigen beispielsweise mehrere Ladestationen für Elektrofahrzeuge. Die kombinierte Ladeleistung aller Ladestationen würde einen sehr teuren Netzanschluss erfordern. Ein CEM könnte die Ladeleistung dynamisch reduzieren und im Hinblick auf einen Netzanschluss geringerer Kapazität optimieren, um die Kosten eines Netzanschlusses mit einer größeren Kapazität zu vermeiden. Ein technisch hoch entwickelter CEM könnte sogar Fahrzeuge priorisieren, die bald benötigt werden, oder eine stationäre Batterie miteinbeziehen, die geladen wird, während gerade keine Fahrzeuge laden, so dass diese zu anderen Zeitpunkten schneller laden können.

Ein weiteres Beispiel ist die Optimierung im Hinblick auf das Verschieben von Energietarifen für Erzeugung und Verbrauch. In manchen Ländern erhalten Prosumer einen geringeren Preis je kWh, wenn sie Energie in das Stromnetz einspeisen, als wenn sie Energie aus dem Netz aufnehmen. Dies schafft Anreize für Prosumer mit lokaler Produktion (z. B. Solarmodule), Energie dann zu verbrauchen, wenn sie verfügbar ist, oder sie lokal zu speichern, anstatt sie zu einem Zeitpunkt in das Netz einzuspeisen und zu einem anderen Zeitpunkt wieder von dem Netz zurückzukaufen. Auf Grundlage der verschiedenen Tarife könnte der CEM die energieerzeugenden und -verbrauchenden Geräte innerhalb der baulichen Anlage dahingehend optimieren, dass möglichst wenig Energie exportiert wird. Dazu muss er keine externen Signale empfangen, sondern lediglich über die lokale Energieerzeugung und den lokalen Energieverbrauch informiert werden, um die optimale Zuteilung ermitteln zu können.

6.3 Implizite Steuerung

Bei Modellen der impliziten Steuerung erhält der CEM über S1 ein Anreizsignal von einem Smart-Grid-Betreiber. Es obliegt dem CEM, zu entscheiden, wie er auf dieses Signal antwortet. Der CEM muss den Smart-Grid-Betreiber nicht darüber informieren, über welche Fähigkeiten er verfügt oder welche Maßnahmen er ergreifen wird.

Das tarifbasierte Energiemanagement (TBEM) ist ein Beispiel für eine Optimierungsstrategie auf Grundlage vordefinierter Tarife, bei der der Verbraucher seinen Energieverbrauch so anpasst, dass möglichst geringe Energiekosten anfallen. TBEM kann definiert werden als die Veränderungen im elektrischen Verbrauch durch Prosumer gegenüber ihren normalen Verbrauchsmustern als Reaktion auf Veränderungen des Strompreises im Verlauf der Zeit.

TBEM kann außerdem definiert werden als die Anreizzahlungen zur Herbeiführung eines geringeren Energieverbrauchs zu Zeiten hoher Großhandelsmarktpreise oder gefährdeter Systemzuverlässigkeit. TBEM umfasst alle beabsichtigten Änderungen an Elektrizitätsverbrauchsmustern von Endkunden, die „dazu dienen, das Timing, das Niveau der augenblicklichen Nachfrage oder die Gesamtnachfrage zu ändern“. Für nähere Informationen siehe auch CEN CENELEC ETSI, Smart Grid Coordination Group – Sustainable Processes, 2012.

Dazu übermittelt ein Smart-Grid-Betreiber dem Kunden innerhalb der baulichen Anlagen einen Tarif. Der Kunde passt seinen Energieverbrauch oder seine Energieerzeugung an den Tarif an. Dabei gilt Folgendes:

- **Zeitvariable Tarife (ToU, Time of Use)** sind üblicherweise statische Tarife, die verschiedene Preisniveaus für verschiedene Zeitfenster vorsehen. Die Kunden wissen genau über die Tarife, ihre Zeitfenster und den zugehörigen Preis Bescheid.
- **Dynamische Tarife (RTP, Real-Time Pricing)** sehen unterschiedliche Preisniveaus vor, die sich in Abhängigkeit von Ereignissen im Smart Grid in Echtzeit ändern können. Dementsprechend können die RTP-Tarife von der Energieerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen in einem Stromnetz abhängen und einen geeigneten Anreiz für Kunden bieten, ihr Energieverhalten indirekt daran anzupassen.

Dadurch führen TBEM-Anwendungsfälle zu einem erhöhten Verbrauch erneuerbarer Energien durch Endkunden und somit durch bauliche Anlagen. Der erhöhte Verbrauch erneuerbarer Energien wiederum trägt dazu bei, die Volatilität erneuerbarer Energien abzufedern und aktuellen Herausforderungen in Stromnetzen zu begegnen.

6.4 Explizite Steuerung

Die explizite Steuerung, die auch als Management der Nachfrageseite bezeichnet wird, beruht auf der S1-Kommunikation und zielt darauf ab, den Energieverbrauch oder die Energieerzeugung direkt anzupassen und die Optimierungsziele zu erreichen. Der CEM informiert den Smart-Grid-Betreiber über seine Fähigkeiten. Davon ausgehend sendet der Smart-Grid-Betreiber Anweisungen an den CEM. Eine Energiemanagementeinheit wie das EMG kommuniziert mit dem CEM, der wiederum über die S2-Kommunikation direkt mit Energieerzeugern, -speichern und -verbrauchern im Gebäude kommuniziert, um das Energieverhalten anzupassen. Bei der expliziten Steuerung weiß der Smart-Grid-Betreiber genau, zu welchem Ergebnis das Senden von Steuersignalen führen wird. Üblicherweise beruht die explizite Steuerung auf bilateralen Verträgen zwischen dem Eigentümer des CEM und einem Smart-Grid-Betreiber.

Einige Ausführungen expliziter Steuerungssignale nehmen erhebliche Eingriffe vor. So können beispielsweise Energieversorger in Deutschland in einigen Fällen die Leistungseinspeisung großer Photovoltaikanlagen und Windkraftanlagen mittels Rundsteuertechnik senken. Es sollte allerdings beachtet werden, dass die explizite Steuerung nicht im Widerspruch zur Prosumer-Autonomie oder auch nur zur Geräteautonomie steht. Der CEM sollte nur Fähigkeiten anbieten, die der Prosumer auch anbieten möchte. Beispielsweise könnte ein Prosumer damit einverstanden sein, dass der CEM Einfluss auf die Temperatur eines Wärmepuffers nimmt, aber nur, wenn das Gebäude dem Sollwert des Prosumers zufolge ausreichend beheizt ist. Außerdem sollte der CEM nur Fähigkeiten anbieten, die den Betrieb der Geräte nicht beeinträchtigen. Wenn ein Gerät abgeschaltet werden muss, weil es beispielsweise eine kritische Temperatur erreicht hat, sollte der CEM keine andere Option als das Abschalten des Geräts anbieten. CEMs können auch so programmiert werden, dass sie nur Anweisungen akzeptieren, die den Komfort und die Sicherheit des Prosumers nicht beeinträchtigen.

Ein typisches Beispiel für die explizite Steuerung ist ein Szenario, in dem ein Aggregator Einfluss auf das Energieverhalten eines Haushalts nimmt und der Haushalt eine finanzielle Entschädigung dafür erhält, dass er dem Aggregator diese Fähigkeiten anbietet. Der Aggregator wiederum kann Geld damit verdienen, dass er den Bezug von Energie auf den Großhandelsmärkten optimiert. Auch könnte er Geld damit verdienen, dass er Systembetreibern Hilfsdienste anbietet oder Verteilnetzbetreibern Dienste für das Engpassmanagement anbietet, für die sich implizite Steuerungssysteme typischerweise nicht eignen.

6.5 Zusammenfassung

Es gibt viele mögliche Optimierungsziele, die CEMs implementieren können. Welches Optimierungsziel für den Eigentümer des CEM relevant ist, hängt von den lokalen Regeln und Vorschriften, von der Organisation des Energiesystems, den Marktbedingungen, technologischen Fortschritten und der Art der verwalteten Geräte ab. Es ist auch zulässig, unterschiedliche Optimierungsziele in einem CEM zu kombinieren (z. B. ToU-Tarife und explizite Abregelung für Solarmodule oder Windkraftanlagen). Wann immer sich das Optimierungsziel des Prosumers ändert, kann die CEM-Implementierung (aus technischer Sicht) einfach durch eine andere Implementierung ersetzt werden, ohne dass Geräte oder die auf diesen Geräten laufende Firmware ausgetauscht werden müssen.

Allerdings bedarf es eines Ansatzes, der es dem EMG ermöglicht, Einfluss auf das Energieverhalten der baulichen Anlagen zu nehmen, ohne jedes Element der gesamten Infrastruktur zu kennen. Die Entscheidung darüber, wie die Anpassungsfähigkeit der Energieverbrauchs- und -erzeugungseinheiten erreicht werden soll, sollte entweder von dem CEM oder den Geräten selbst getroffen werden.

7 Konzepte des Energiemanagements

7.1 Allgemeines

In diesem Abschnitt werden die Energiemanagementkonzepte erläutert, die von der S2-Schnittstelle verwendet werden, wobei auch die erforderlichen Hintergrundinformationen bereitgestellt werden, um die eigentliche Spezifikation besser verstehen zu können.

7.2 Ansatz für die Auslegung

Der bei der Auslegung der S2-Schnittstelle verfolgte Ansatz besteht im Wesentlichen darin, die Verantwortlichkeiten für das Energiemanagement auf den CEM und den Ressourcenmanager aufzuteilen. Wie in [Abschnitt 5](#) und [Abschnitt 6](#) erläutert, beschreibt der Ressourcenmanager die „technischen“ Möglichkeiten und Beschränkungen der Anpassungsfähigkeit, während sich der CEM auf die Frage konzentriert, wie mit dieser Anpassungsfähigkeit, beispielsweise unter Berücksichtigung von Anreizmodellen, finanzielle Gewinne erzielt werden können.

Es ist nicht möglich, eine erschöpfende Aufstellung aller möglichen intelligenten Geräte und CEM-Strategien für die erwartete Lebensdauer der S2-Spezifikation zu erstellen, geschweige denn eine erschöpfende Aufstellung aller möglichen Kombinationen aus Geräten und CEMs. Deshalb unterstützt die S2-Schnittstelle eine eindeutige Trennung der Themen zwischen Geräten und CEMs, indem sie eine allgemeine Beschreibung von Energieanpassungsfähigkeit vornimmt. Die Anpassungsmöglichkeiten, über die ein intelligentes Gerät verfügt, können auf diese allgemeine Beschreibung von Anpassungsfähigkeit abgebildet werden; zugleich erlegt diese Beschreibung den CEM-Algorithmen keinerlei Beschränkungen hinsichtlich der Verwendung dieser Anpassungsfähigkeit auf eine bestimmte Art und Weise auf.

In den folgenden Absätzen werden die Energiemanagementkonzepte erläutert, die der Ressourcenmanager über S2 an den CEM kommuniziert. Zunächst werden die Messungen und Leistungsprognosen beschrieben. Diese liefern dem CEM nützliche Informationen über das (künftige) Verhalten eines Geräts, geben ihm aber nicht die Möglichkeit, die Energieanpassungsfähigkeit zu steuern. Die Möglichkeit der Steuerung eines Geräts wird unter [7.6](#) ausführlich beschrieben.

7.3 Anormale Bedingung

Wie unter [4.2](#) erläutert, besteht das Ziel des CEM darin, die Anpassungsfähigkeit intelligenter Geräte bzw. von ESHG, GA oder SASS zu nutzen, ohne den Anwenderkomfort zu beeinträchtigen. In bestimmten Extremsituationen kann es jedoch sinnvoll sein, sich den Wünschen des Endanwenders zu widersetzen und den Anwenderkomfort zu opfern, um beispielsweise einen Totalausfall zu verhindern. Das Opfern des Anwenderkomforts kann für den Endanwender beträchtliche Auswirkungen haben – so könnten z. B. zu stark oder zu wenig beheizte Gebäude, kaltes Duschwasser oder unzureichend geladene Elektrofahrzeuge die Folge sein. Eine Situation, in der der Anwenderkomfort geopfert werden darf, wird als *anormale Bedingung* definiert.

Welche Umstände genau als anormale Bedingungen zählen, wird von der CEM-Implementierung sowie ggf. von (lokalen) Gesetzen und Vorschriften bestimmt. Allerdings sollten anormale Bedingungen vermieden und nur dann angewandt werden, wenn andernfalls ein noch größerer Komfortverlust oder Schaden entstehen würde. Beispielsweise könnte ein CEM ein Signal über eine anormale Bedingung direkt vom Verteilnetzbetreiber erhalten und der Verteilnetzbetreiber dieses Signal nur dann senden dürfen, wenn er nachweisen kann, dass er alle anderen ihm zur Verfügung stehenden Mittel zur Verhinderung eines Ausfalls ausgeschöpft hat.

Ressourcenmanager können anzeigen, welches Verhalten unter anormalen Bedingungen zur Verfügung steht. Ein CEM kann dieses Verhalten nur dann in Anspruch nehmen, wenn er mit einer Anweisung anzeigt,

dass eine anormale Bedingung vorliegt. Geräte, die mit anormalen Bedingungen umgehen können, sollten diese Optionen dem CEM gegenüber unbedingt anzeigen. Ressourcenmanager und alle etwaigen zugrunde liegenden Systeme sollten jederzeit einen sicheren Betrieb sicherstellen und einen extremen Verschleiß der Geräte auch unter anormalen Bedingungen vermeiden.

7.4 Leistungsmessungen

Wenn Leistungsmessungen zur Verfügung stehen, werden sie dem CEM vom Ressourcenmanager zur Verfügung gestellt. Es muss betont werden, dass dies nur Leistungsmessungen eines der unterstützten Erzeugnisse betrifft (z. B. Elektrizität, Gas oder Wärme). Messungen anderer Größen (z. B. Effektivwerte einer Waschmaschine) dürfen über die S2-Schnittstelle nicht übertragen werden, da nicht davon ausgegangen werden kann, dass der CEM weiß, wie er solche Messungen zu interpretieren und zu verarbeiten hat.

7.5 Leistungsprognosen

Für einen CEM ist es sehr hilfreich, im Voraus zu wissen, wie die künftige Energieaufnahme eines Geräts aussehen wird, auch wenn das Gerät nicht gesteuert werden kann. Eine solche Prognose kann von einem Energiemanagementalgorithmus dafür verwendet werden, die Grundlast zu ermitteln, mit der er in der Zukunft arbeiten muss. Wenn ein Gerät Prognosen erstellen kann, kann sein Ressourcenmanager die Leistungsprognose an den CEM weitergeben. Ein Beispiel für ein solches Gerät ist ein Solarmodul, das anhand der Wettervorhersage sein Leistungsprofil für die kommenden zwei Stunden vorhersagt.

7.6 Steuerungsarten

7.6.1 Allgemeines

Es gibt fünf Arten der Steuerung, anhand derer der Ressourcenmanager die Energieanpassungsfähigkeit beschreiben kann, die ein Gerät bietet. Diese Steuerungsarten wurden so gewählt, dass sie alle bei intelligenten Geräten vorzufindenden Varianten der Anpassungsfähigkeit abdecken. Ein Ressourcenmanager darf verschiedene Arten der Steuerung unterstützen. Der Ladevorgang eines Elektrofahrzeugs beispielsweise darf auf Grundlage des Leistungsprofils oder auf Grundlage der Füllrate gesteuert werden.

In diesem Fall entscheidet der CEM, welche Art der Steuerung verwendet wird. Verschiedene Steuerungsarten dürfen nacheinander, nicht aber gleichzeitig verwendet werden. Ein Ressourcenmanager wird zu einem gegebenen Zeitpunkt stets nur von einem CEM gesteuert.

Die verschiedenen Arten der Steuerung werden in den folgenden Absätzen ausführlicher erklärt.

7.6.2 Steuerung auf Grundlage der Leistungshüllkurve

Die Steuerung auf Grundlage der Leistungshüllkurve wird für Geräte verwendet, die so beeinflusst werden können, dass sie über eine gewisse Zeit eine Mindest- und/oder Höchstmenge an Energie verwenden. Der CEM kann die Menge der von dem Gerät erzeugten oder verbrauchten Leistung also nicht direkt steuern, aber er kann Grenzwerte für die Leistung vorgeben, die sich im Verlauf der Zeit ändern können.

Ein typisches Beispiel ist die Abregelung von Solarmodulen. Die Menge der von dem Wechselrichter eines Solarmoduls erzeugten Leistung kann nicht gesteuert werden, sie hängt direkt von der Menge der Sonneneinstrahlung ab. Allerdings kann es in manchen Fällen wünschenswert sein, dass der Wechselrichter weniger Elektrizität erzeugt (z. B. aufgrund eines Überangebots im Stromnetz). In einem solchen Fall kann der CEM eine PowerEnvelope (de: Leistungshüllkurve) bereitstellen, die für unterschiedliche Zeitblöcke eine Mindest- und eine Höchstmenge an Leistung vorgibt, die der Wechselrichter produzieren darf.

Ein weiteres Beispiel ist das Laden eines Elektrofahrzeugs. Zwar ist für das Laden von Elektrofahrzeugen die ControlType (de: Steuerungsart) Steuerung auf Grundlage der Füllrate vorzuziehen (da sie dem CEM mehr Informationen liefert, so dass dieser bessere, für das Stromnetz und den Eigentümer des Elektrofahrzeugs hilfreichere Optimierungen vornehmen kann), doch in manchen Fällen stehen nicht genug Informationen zur Verfügung; in solchen Fällen bietet die Steuerung auf Grundlage der Leistungshüllkurve eine Alternative.

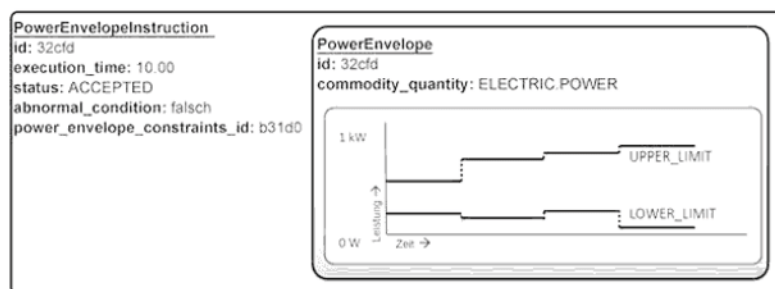


Bild 11 – Beispiel für eine PowerEnvelopeInstruction (de: Leistungshüllkurven-Anweisung) vom CEM, die eine PowerEnvelope enthält

Ein Ressourcenmanager kann den CEM mittels einer PowerForecast (de: Leistungsprognose) über sein geplantes Verhalten (für eine oder mehrere CommodityQuantities (de: Erzeugnismengen)) informieren. Bild 11 enthält ein Beispiel dafür, wie eine PowerEnvelopeInstruction vom CEM, die eine PowerEnvelope enthält, aussehen kann. Eine PowerEnvelope ist ein über der Zeit abgetragenes Profil, das einen unteren und einen oberen Grenzwert für die Leistung beschreibt. Das Profil beginnt bei der in der PowerEnvelopeInstruction angegebenen „execution_time“ (de: Ausführungszeit). Es ist mit einer CommodityQuantity (de: Erzeugnismenge) verknüpft und enthält geordnete Elemente, die alle eine Dauer, einen unteren Grenzwert und einen oberen Grenzwert enthalten. Positive Zahlen beschreiben eine Last und negative Zahlen erzeugte Energie, wobei die Zahl für den unteren Grenzwert stets gleich oder niedriger sein muss als der obere Grenzwert. Das bedeutet beispielsweise, dass bei der Abregelung einer PV-Anlage der untere Grenzwert die Höchstmenge an elektrischer Energie angibt, die von der Anlage erzeugt werden kann. Wenn ein Ressourcenmanager dem CEM eine PowerForecast bereitgestellt und anschließend eine PowerEnvelope verarbeitet hat, muss er dem CEM eine aktualisierte PowerForecast bereitstellen, wenn sich das (künftige) Leistungsverhalten des Geräts durch die PowerEnvelopeInstruction ändert. Bild 12 veranschaulicht, wie eine PowerEnvelope die vom Ressourcenmanager bereitgestellte PowerForecast beeinflussen kann.

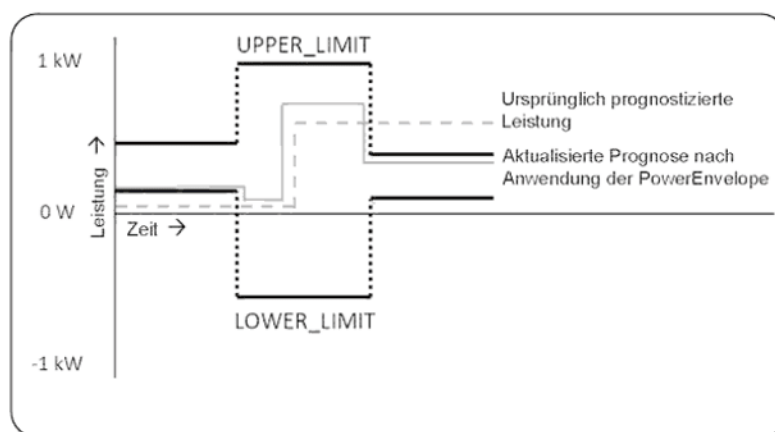


Bild 12 – Beispiel dafür, wie eine PowerEnvelope die PowerForecast beeinflussen kann

Der CEM darf nicht einfach eine beliebige PowerEnvelope wählen; er muss eine PowerEnvelope wählen, die das Gerät auch tatsächlich befolgen kann. Deshalb muss der Ressourcenmanager beschreiben, wie die PowerEnvelope aussehen könnte. Dazu beschreibt er die Leistungsbereiche, in denen entweder der obere oder der untere Grenzwert zulässig ist. Für den Fall, dass ein Gerät nur in diskreten Schritten Anpassungen vornehmen kann, können mehrere mögliche Bereiche für ein und denselben Grenzwert definiert werden; ebenso ist es möglich, anstelle eines Bereichs einen Einzelwert zu definieren.

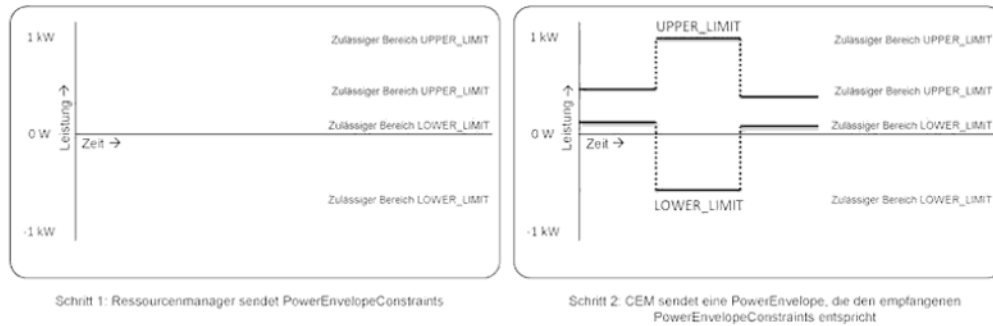


Bild 13 – Theoretisches Beispiel dafür, wie ein Ressourcenmanager den UPPER_LIMIT und den LOWER-LIMIT der PowerEnvelope beschränken kann

Eine solche Beschränkung kann der Ressourcenmanager über PowerEnvelopeConstraints (de: Leistungshüllkurven-Beschränkungen) definieren. Diese Datenstruktur beschreibt, welche Werte als unterer und oberer Grenzwert der PowerEnvelope zulässig sind. Bei Bedarf kann der Ressourcenmanager die PowerEnvelopeConstraints im Laufe der Zeit ändern.

Es kann für den CEM auch wichtig sein, zu verstehen, welche Folgen die Anwendung einer PowerEnvelope hat. Es gibt zwei Möglichkeiten:

- **VANISH:** Die Last oder erzeugte Energie, die begrenzt wird, wird verloren gehen. Dies trifft z. B. auf die Abregelung der Energieerzeugung durch Solarmodule zu; die potenziell erzeugte Energie geht endgültig verloren.
- **DEFER:** Die Last oder erzeugte Energie, die begrenzt wird, wird auf einen späteren Zeitpunkt verschoben. Dies kann z. B. beim Laden von Elektrofahrzeugen der Fall sein: Wenn eine PowerEnvelope angewandt wird, lädt das Fahrzeug langsamer und es dauert länger, bis es vollständig geladen ist. Die Last wird lediglich zeitlich verschoben.

PowerEnvelopeConstraints			
id: b31d0			
valid_from: 10.00			
valid_until: 18.00			
consequence_type: DEFER			
AllowedLimitRange commodity_quantity: ELECTRIC.POWER.L1 limit_type: UPPER_LIMIT range_upper_bound: 550 range_lower_bound: 400 abnormal_condition_only: falsch		AllowedLimitRange commodity_quantity: ELECTRIC.POWER.L1 limit_type: UPPER_LIMIT range_upper_bound: 1100 range_lower_bound: 800 abnormal_condition_only: falsch	
AllowedLimitRange commodity_quantity: ELECTRIC.POWER.L1 limit_type: LOWER_LIMIT range_upper_bound: 150 range_lower_bound: 0 abnormal_condition_only: falsch		AllowedLimitRange commodity_quantity: ELECTRIC.POWER.L1 limit_type: LOWER_LIMIT range_upper_bound: -500 range_lower_bound: -500 abnormal_condition_only: falsch	

Bild 14 – Beispiel für PowerEnvelopeConstraints

In dem Beispiel in Bild 14 muss der CEM eine PowerEnvelope mit Elementen mit einem LOWER_LIMIT (de: unterer Grenzwert) mit dem Wert 0 und einem UPPER_LIMIT (de: oberer Grenzwert) mit Werten zwischen 500 und 1 000 bereitstellen.

7.6.3 Steuerung auf Grundlage des Leistungsprofils

Die Steuerungsart Steuerung auf Grundlage des Leistungsprofils ist typisch für Geräte, die eine Funktion erfüllen, deren Leistungsprofil bekannt ist oder prognostiziert werden kann. Deren Anpassungsfähigkeit geht in erster Linie auf ihre Fähigkeit zurück, die Startzeit dieses Leistungsprofils zu ändern.

Haushaltsgeräte wie Waschmaschinen mit der Möglichkeit einer verzögerten Startzeit sind gute Beispiele für diese Kategorie. Ein Verbraucher befüllt die Waschmaschine mit schmutziger Wäsche, wählt ein Programm

aus und gibt die Zeit an, bis zu der das Programm spätestens durchgelaufen sein sollte. Der CEM kann dann unter Berücksichtigung seiner Optimierungsziele die ideale Startzeit festlegen.

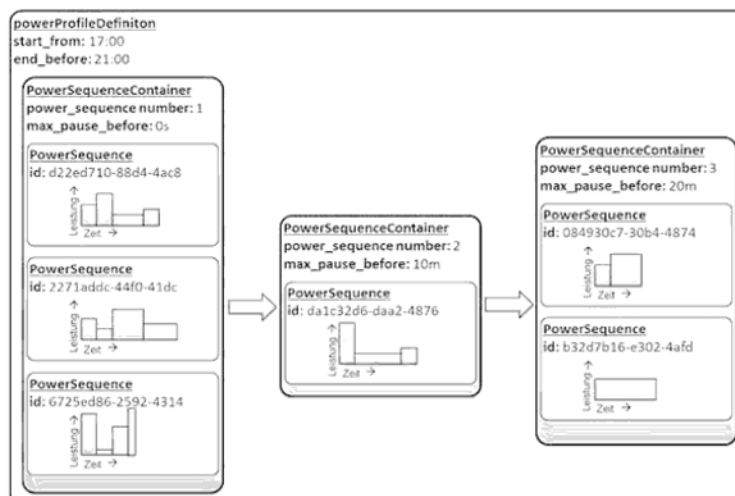


Bild 15 – Beispiel für die Definition eines Leistungsprofils

Neben dem Verschieben der Startzeit eines Leistungsprofils gibt es noch weitere Anpassungsmöglichkeiten (siehe Bild 12), die diese Steuerungsart unterstützt. 8.4.2.1 enthält ein Beispiel für die Definition eines Leistungsprofils. „start_from“ (de: starten ab) und „end_before“ (de: enden bis) geben den Bereich für die Verschiebung vor, wie auf dem Bild jedoch ersichtlich ist, wurde das Profil in drei einzelne Teile unterteilt, die Leistungssequenzcontainer. Zwischen diesen Containern darf das Leistungsprofil pausiert werden, was durch das Attribut „max_pause_before“ (de: max. Pause vor) angezeigt wird.

Die Leistungssequenzcontainer selbst dürfen verschiedene alternative Leistungssequenzen bereitstellen. Sie dürfen beispielsweise Alternativen für die Durchführung eines Heizzyklus bereitstellen. Wenn sie dies tun, kann der CEM die Leistungssequenz auswählen, die am besten zu seinen Bedürfnissen passt.

Eine letzte Anpassungsoption, die in 8.4.2.1 nicht explizit genannt wird, ist die Fähigkeit, eine Leistungssequenz an einem beliebigen Punkt zu unterbrechen. Jede Leistungssequenz zeigt an, ob die Unterbrechungsoption zur Verfügung steht oder nicht.

7.6.4 Steuerung auf Grundlage des Betriebsmodus

Geräte, die dieser Steuerungsart angehören, können die Menge der von ihnen erzeugten oder verbrauchten Leistung steuern, ohne dass dies wesentliche Auswirkungen auf ihre künftigen Anpassungsoptionen hat.

Typische Beispiele für diese Art der Steuerung sind Diesel-Generatoren und variable elektrische Widerstände. Solche Geräte sind häufig hilfreich beim Lastausgleich in Microgrids.

Geräte mit Steuerung auf Grundlage des Betriebsmodus sind sehr anpassungsfähig; sie können zu beinahe jeder beliebigen Zeit unterschiedliche Leistungsniveaus annehmen. Würde diese Art der Anpassungsfähigkeit mithilfe von Leistungsprofilen modelliert, wie dies bei der Steuerung auf Grundlage des Leistungsprofils getan wird, dann würde die Anzahl der möglichen Permutationen schnell die Grenzen des praktisch Umsetzbaren sprengen.

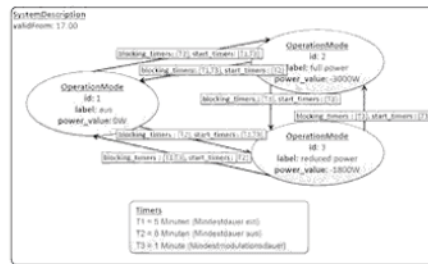


Bild 16 – Beispiel für eine Systembeschreibung der Steuerung auf Grundlage des Betriebsmodus

Um derartige Probleme zu vermeiden, wird die Steuerung auf Grundlage des Betriebsmodus als Zustandsmaschine modelliert. Ein Beispiel ist in [Bild 16](#) dargestellt. Ein Ressourcenmanager kann mehrere Betriebsmodi für ein Gerät angeben. Ein Betriebsmodus ist ein Modus/Zustand, in dem sich ein Gerät befinden kann und der mit einem spezifischen Leistungswert verknüpft ist. Beispielsweise kann ein Diesel-Generator über drei Betriebsmodi verfügen: einen für den ausgeschalteten Zustand, einen für den Betrieb bei verminderter Leistung und einen für den Betrieb bei voller Leistung. Mit dem Betriebsmodus „aus“ ist der Leistungswert 0 W verknüpft, mit dem Betriebsmodus „verminderte Leistung“ ist der Leistungswert –1 800 W verknüpft (ein negativer Wert bezeichnet erzeugte Energie) und mit dem Betriebsmodus „volle Leistung“ ist der Leistungswert –3 000 W verknüpft.

Die Übergänge zwischen den Betriebsmodi müssen explizit definiert werden. Auf diese Weise können mögliche Übergänge von einem Betriebsmodus in einen anderen eingeschränkt werden. Die Übergänge können auch mit Zeitbeschränkungen versehen werden: Ein Gerät kann beispielsweise angeben, dass es eine Minute mit „verminderter Leistung“ laufen muss, bevor es in den Betrieb bei „voller Leistung“ übergehen kann. Dazu kann ein „Mindestdauer ein“-Timer definiert werden, der den Übergang so lange blockiert, wie sein Wert nicht 0 ist.

Zudem können Betriebsmodi mit Leistungsbereichen anstelle eines Einzelwerts definiert werden. Dadurch lässt sich die Anzahl der Zustände verringern, die für Geräte benötigt werden, bei denen eine stufenlose Steuerung möglich ist. Solche Betriebsmodi werden als kontinuierliche Betriebsmodi bezeichnet, im Gegensatz zu der Variante mit einem einzelnen Leistungswert, die als diskreter Betriebsmodus bezeichnet wird.

Ein kontinuierlicher Betriebsmodus verfügt über eine untere und eine obere Grenze, die gemeinsam den Bereich definieren, in dem sich der Leistungswert befinden kann. Wenn ein CEM einen kontinuierlichen Betriebsmodus auswählt, muss er außerdem einen Faktor angeben, damit der Ressourcenmanager genau weiß, welchen Leistungswert aus dem gegebenen Bereich er verwenden muss. Die Gleichung für die Berechnung des Leistungswerts lautet wie folgt:

$$\text{Leistungswert} = (\text{obere Grenze} - \text{untere Grenze}) \times \text{Faktor} + \text{untere Grenze}$$

Anhand der Informationen, die ein CEM durch die Steuerung auf Grundlage des Betriebsmodus erhält, kann er zweifelsfrei ermitteln, welches Geräteverhalten er erwarten kann. So weiß der CEM, welche Optionen ihm in der jeweils aktuellen Situation zur Verfügung stehen, und kann zudem einen realistischen Plan für die Zukunft erstellen. Wenn die Zustandsmaschine und alle zugehörigen Beschränkungen herangezogen werden, sind alle Möglichkeiten des Geräts im Vorhinein bekannt. Ein CEM kann einem Gerät mit Steuerung auf Grundlage des Betriebsmodus Anweisungen erteilen, indem es ihm den gewünschten Ziel-Betriebsmodus und den Zeitpunkt, zu dem der Übergang stattfinden sollte, sendet.

7.6.5 Steuerung auf Grundlage der Füllrate

Die Steuerungsart Steuerung auf Grundlage der Füllrate kann für Geräte verwendet werden, die Energie speichern oder zwischenspeichern („puffern“) können. Wie die Energie gespeichert oder zwischengespeichert wird, ist nicht von Belang, solange gemessen werden kann, wie voll der Speicher bzw. der Puffer ist.

Es gibt viele Beispiele für Geräte, die Energie speichern oder puffern können. Stationäre Batterien und Elektrofahrzeuge sind Beispiele für Geräte, die Energie in Batterien speichern. Heizgeräte wie KWK-Anlagen, (Hybrid-)Wärmepumpen oder Boiler können Energie in einem dafür vorgesehenen Wärmepuffer

zwischenspeichern (typischerweise ein wärmegeprägter Wassertank), doch auch ein Raum, in dem eine gewisse Bandbreite bei der Temperatur zulässig ist, kann als Puffer genutzt werden.

Schließlich gibt es Geräte, die Kälte erzeugen, wie Klimaanlage, Kühlschränke und Gefriergeräte. Ebenso wie Wärme kann auch Kälte zwischengespeichert werden. Darüber hinaus sind sogar noch viele weitere Arten der (Zwischen-)Speicherung von Energie denkbar, z. B. in Form von Wasserstoff, Luftdruck, Wasserdampf oder Drehimpuls.

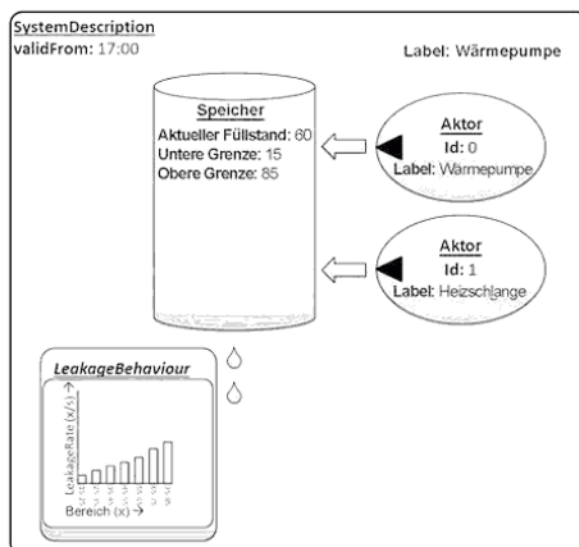


Bild 17 – Beispiel für die Steuerung auf Grundlage der Füllrate

Hauptbestandteil dieser Steuerungsart ist der Speicher selbst (siehe Bild 17). Ein Gerät muss in der Lage sein, den CEM über seinen Füllstand (ein Maß dafür, wie voll der Speicher ist) sowie über die untere und obere Grenze, innerhalb derer sich der Füllstand bewegen sollte, zu informieren. Wenngleich mit dem Füllstand üblicherweise eine physikalische Einheit verknüpft ist, ist es für die Energiemanagementalgorithmen nicht von Belang, welche Einheit verwendet wird. Bei einem Wärmespeicher, der warmes Leitungswasser speichert, könnte der Füllstand beispielsweise die Temperatur des Wassers in Grad Celsius sein. Die zulässigen Grenzen wären in diesem Fall ein Mindestwert von 15 °C und ein Höchstwert von 85 °C.

Der Füllstand kann durch verschiedene Prozesse beeinflusst werden; diese Prozesse können in dieser Steuerungsart modelliert werden. Zunächst einmal kann ein Speicher lecken, d. h. Verluste verzeichnen; dies ist ein Prozess, der den Füllstand üblicherweise reduziert. Bei einem Wärmespeicher sinkt durch die Abgabe von Wärme nach und nach die Temperatur. Da die Geschwindigkeit des Verlusts üblicherweise vom Füllstand abhängt (ein Wärmespeicher verliert ggf. schneller an Energie, wenn das Wasser eine Temperatur von 75 °C aufweist, als wenn es nur eine Temperatur von 45 °C aufweist), kann die Verlustgeschwindigkeit als Funktion des Füllstands ausgedrückt werden. Außerdem gibt es Prozesse, bei denen Energie aus dem Speicher verbraucht wird. Wenn beispielsweise warmes Leitungswasser verbraucht wird, sinkt der Füllstand im Speicher. Wenn ein Ressourcenmanager dies vorhersagen kann, kann er dem CEM eine Prognose über die Nutzung des Speichers liefern. Für einige Speichergeräte schließlich gilt möglicherweise für einen bestimmten Zeitpunkt ein Sollfüllstand. Dies könnte beispielsweise die Zimmertemperatur am Morgen oder ein Soll-Ladezustand eines Elektrofahrzeugs sein, der erreicht sein sollte, wenn die tägliche Fahrt zur Arbeit ansteht. Wenn dieser Sollwert dem CEM zur Verfügung gestellt wird, kann dieser den optimalen Pfad zur Erreichung des Sollwerts ermitteln.

Neben dem Speicher selbst gibt es auch Aktoren, die den Füllstand des Speichers beeinflussen. So ist ein Elektroboiler beispielsweise mit einem Aktor ausgestattet, der elektrische Energie verbraucht und den Füllstand des Speichers erhöht. Speichergeräte können auch mit mehreren Aktoren verbunden sein. Eine Hybridwärmepumpe beispielsweise verfügt zur Erhöhung des Füllstands typischerweise sowohl über einen Aktor, der elektrische Energie aufnimmt, als auch über einen Aktor, der Erdgas aufnimmt.

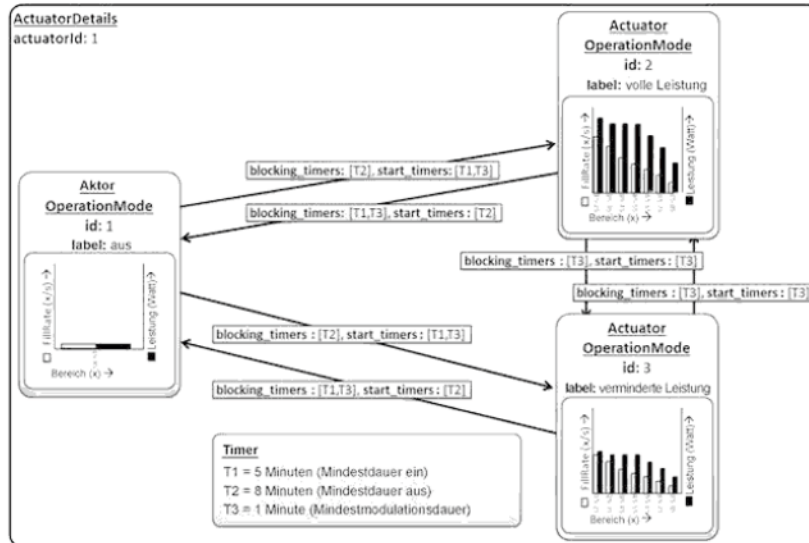


Bild 18 – Beispiel für die Aktordaten bei der Steuerung auf Grundlage der Füllrate

Die Aktoren werden mithilfe des gleichen Zustandsmaschinenkonzepts modelliert wie die Steuerung auf Grundlage des Betriebsmodus: Ein Aktor kann Betriebsmodi, Übergänge und Beschränkungen definieren (siehe Bild 18). Im Gegensatz zum OperationMode (de: Betriebsmodus; aus der Steuerung auf Grundlage des Betriebsmodus) beschreibt der ActuatorOperationMode (de: Aktorbetriebsmodus) auch die Wirkung des Aktors auf den Füllstand des Speichers. Die Änderung des Füllstands wird als Füllrate bezeichnet. Da die Füllrate und die erzeugte oder verbrauchte Energie bei den meisten Geräten von dem Füllstand des Speichers abhängt, können diese Werte als Funktion des Füllstands des Speichers definiert werden.

Bereich FillLevel	FillRate (x/s)	Leistung (Watt)	Beispiel
15 - 35	0,55	2500	Bereich FillLevel 40
35 - 65	0,50	2250	FillRate = 0,50 x/s
65 - 85	0,35	1750	Leistung (Watt) = 2250 Watt

Bild 19 – Beispiel für eine Füllstandsfunktion

In Bild 19 ist dargestellt, wie eine Füllstandsfunktion eines Aktors beschrieben werden kann. In diesem Beispiel weist der Füllstand eine untere Grenze von 15 und eine obere Grenze von 85 auf und wurde in drei sogenannte Füllstandsbereiche unterteilt. Für jeden Bereich können die Füllrate (die Menge, um die sich der Füllstand im Laufe der Zeit verändert) und die mit diesem Bereich verknüpften Leistungswerte definiert werden. Auf diese Weise können alle Arten von (nichtlinearen) Füllstandsfunktionen erfasst werden. Dieses Verfahren wird als stückweise lineare Approximation bezeichnet. Dieses Beispiel zeigt eine Füllstandsfunktion eines diskreten Betriebsmodus für einen bestimmten Aktor.

Bereich FillLevel	Untere Grenze (Faktor = 0)		Obere Grenze (Faktor = 1)	
	FillRate (x/s)	Leistung (Watt)	FillRate (x/s)	Leistung (Watt)
15 - 35	0,01	40	0,55	2500
35 - 65	0,01	40	0,50	2250
65 - 85	0,01	40	0,35	1750

Beispiel

Mit FillLevel 40 und Faktor

FillRate = $(0,50 - 0,01) \cdot 0,25 + 0,01 = 0,1325 \text{ x/s}$

PowerValue = $(2250 - 40) \cdot 0,25 + 40 = 592,5 \text{ Watt}$

Bild 20 – Beispiel für einen kontinuierlichen Betriebsmodus

Wie bei der Steuerung auf Grundlage des Betriebsmodus gibt es auch bei der Steuerung auf Grundlage der Füllrate das Konzept eines kontinuierlichen Betriebsmodus. Dieses ist sehr hilfreich, um z. B. den Ladevorgang einer Batterie zu beschreiben. Angenommen, die Batterie kann mit einem Wert zwischen 40 W und 2 500 W geladen werden. Um dieses Ladeverhalten zu beschreiben, wären viele, durch sehr kleine Schritte getrennte diskrete Betriebsmodi erforderlich. Eine effizientere Lösung ist ein einzelner kontinuierlicher Betriebsmodus mit einer unteren und einer oberen Grenze für den Leistungswert und die Füllrate. In Bild 20 wird beschrieben, wie sich dies modellieren lässt und wie der CEM einen Faktor verwenden kann, um die korrekten Werte für die Füllrate und die Leistung aus dem Bereich der möglichen Werte auszuwählen.

Neben dem Verlust und den Aktoren gibt es noch einen weiteren Faktor, der den Füllstand beeinflussen kann, und zwar die Nutzung des Speichers bzw. Puffers. Als Beispiel mag ein Puffer für warmes Leitungswasser dienen: Dieser verfügt über eine Verlustfunktion und wird von einem Akteur wie einem Gasboiler befüllt, hinzu kommt jedoch der Endanwender, der das warme Wasser direkt nutzt, z. B. zum Duschen, und dadurch den Füllstand senkt. Auch diese Information muss der CEM berücksichtigen, um die direkte Nutzung eines Puffers bzw. Speichers vorhersagen zu können. Die Information kann dem CEM in Form einer Nutzungsprognose übermittelt werden (siehe Bild 21).

Der Ressourcenmanager hat zudem die Möglichkeit, einen gewünschten künftigen Füllstand anzugeben. Ein gutes Beispiel hierfür ist das Laden eines Elektrofahrzeugs. Mithilfe eines Füllstands-Sollprofils kann angegeben werden, dass das Fahrzeug um 7 Uhr zu mindestens 80 % geladen sein muss, damit die tägliche Fahrt zur Arbeit angetreten werden kann. Das Füllstands-Sollprofil wird auch in Bild 21 beschrieben.

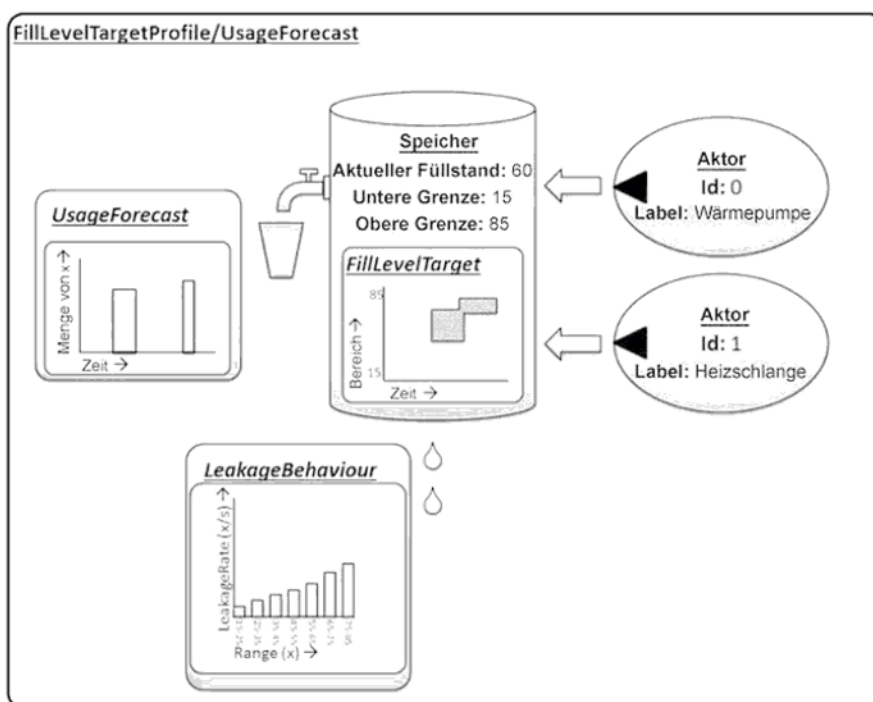


Bild 21 – Nutzungsprognose und Füllstands-Sollprofil

Wie aus der oben stehenden Beschreibung ersichtlich wird, können Geräte, die der Steuerungsart Steuerung auf Grundlage der Füllrate angehören, sehr vielseitig sein. Sie ermöglichen üblicherweise eine fein abgestufte Steuerung, was im Hinblick auf das Optimierungsziel des CEM u. U. einen echten Mehrwert bietet. Hinzu kommt, dass einige der Geräte, die typischerweise auf Grundlage der Füllrate gesteuert werden (z. B. der Ladevorgang von Elektrofahrzeugen oder das Beheizen von Gebäuden mit Wärmepumpen), große Mengen an Energie benötigen, was ihre Anpassungsfähigkeit noch wertvoller macht. Anhand der Informationen, die der CEM über das Gerät erhält, kann er die aktuellen und künftigen Möglichkeiten ermitteln. Der CEM kann dem Gerät Anweisungen senden, indem er den gewünschten Betriebsmodus für einen bestimmten Akteur und den gewünschten Übergangszeitpunkt sendet.

7.6.6 Nachfragebasierte Steuerung

Die nachfragebasierte Steuerung kann für Systeme verwendet werden, die anpassungsfähig im Hinblick auf den von ihnen verwendeten Energieträger sind, die jedoch nicht in der Lage sind, Energie zu speichern oder zwischenspeichern (in diesem Fall sollte die Steuerung auf Grundlage der Füllrate verwendet werden). Ein typisches Beispiel ist eine Hybridwärmepumpe, die entweder aus elektrischer Energie (mithilfe einer Wärmepumpe) oder aus Erdgas (mithilfe eines Gasboilers) Wärme erzeugt, aber nicht über einen Wärmespeicher verfügt. Die Hybridwärmepumpe muss eine bestimmte Menge an Wärme liefern, kann aber entscheiden, ob sie diese Wärme aus elektrischer Energie oder aus Erdgas erzeugt. Derartige Systeme nutzen üblicherweise bevorzugt die Wärmepumpe und weichen auf den Gasboiler aus, wenn sie die Wärmenachfrage allein mit der Wärmepumpe nicht decken können oder wenn die Kapazität im Elektrizitätsversorgungsnetz nicht ausreicht.

Ähnlich wie bei der Steuerung auf Grundlage der Füllrate gibt es auch bei der nachfragebasierten Steuerung das Konzept mehrerer Akteure, die Betriebsmodi, Übergänge und Timer umfassen. Zusätzlich dazu informiert der Ressourcenmanager den CEM über die aktuelle *DemandRate* (de: Nachfragerate). Die *DemandRate* ist eine Zahl, die angibt, welche Energiemenge erzeugt werden muss (im letzten Beispiel war dies Wärme), welche Energieform dazu genutzt werden muss, wird dem CEM jedoch nicht explizit mitgeteilt. Die *DemandRate* kann als Bereich ausgedrückt werden (z. B. kann angegeben werden, dass eine Wärmeerzeugung zwischen 5 kW und 20 kW benötigt wird) oder als Einzelwert (in diesem Fall sind *lower_bound* und *upper_bound* gleich). Die *DemandRate* kann vom Ressourcenmanager regelmäßig aktualisiert werden. Außerdem kann der Ressourcenmanager, sofern er dazu in der Lage ist, eine Prognose über die durchschnittliche *DemandRate* in der nahen Zukunft bereitstellen; diese wird als Einzelwert und nicht als Bereich ausgedrückt.

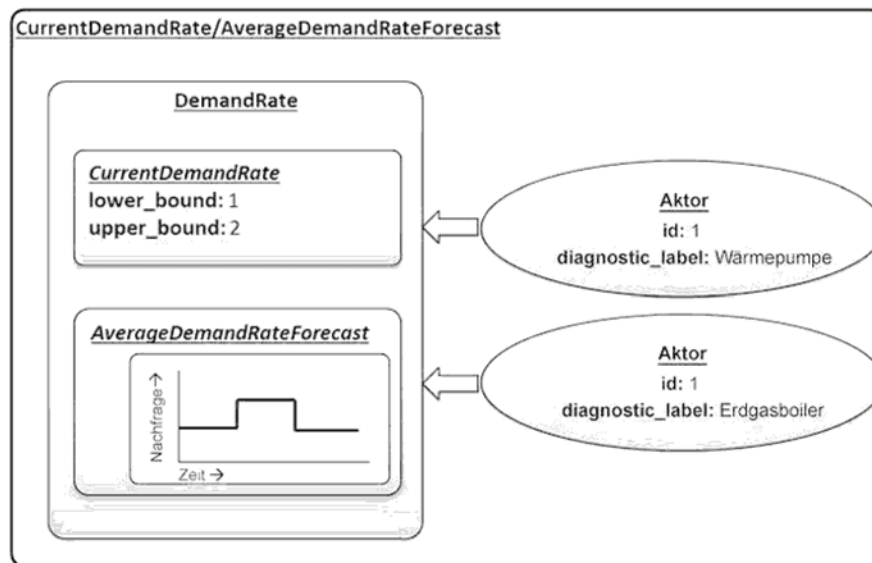


Bild 22 – Schematischer Überblick über die Daten, die der Ressourcenmanager an den CEM sendet

Die OperationModes der Akteure beinhalten eine *SupplyRate* (de: Lieferrate). Dieser Wert gibt an, wie viel ein bestimmter Betriebsmodus erzeugt. Es ist Aufgabe des CEM, eine Kombination aus OperationModes der Akteure zu ermitteln, die gemeinsam eine Lieferrate ergeben, die innerhalb der Grenzen der *DemandRate* liegt. Wenn sich die *DemandRate* ändert und der CEM darauf nicht reagiert, indem er Anweisungen zum Ändern der OperationModes bereitstellt, so kann der Ressourcenmanager (oder diesem zugrunde liegende Systeme) die OperationModes der Akteure selbst ändern. Wenn es Abhängigkeiten zwischen den OperationModes verschiedener Akteure gibt (z. B. wenn die Wärmepumpe und der Gasboiler nicht gleichzeitig eingeschaltet sein können), so müssen die Akteure als ein einzelner Akteur modelliert werden, dessen OperationModes die zulässigen Kombinationen der beiden Akteure sind.

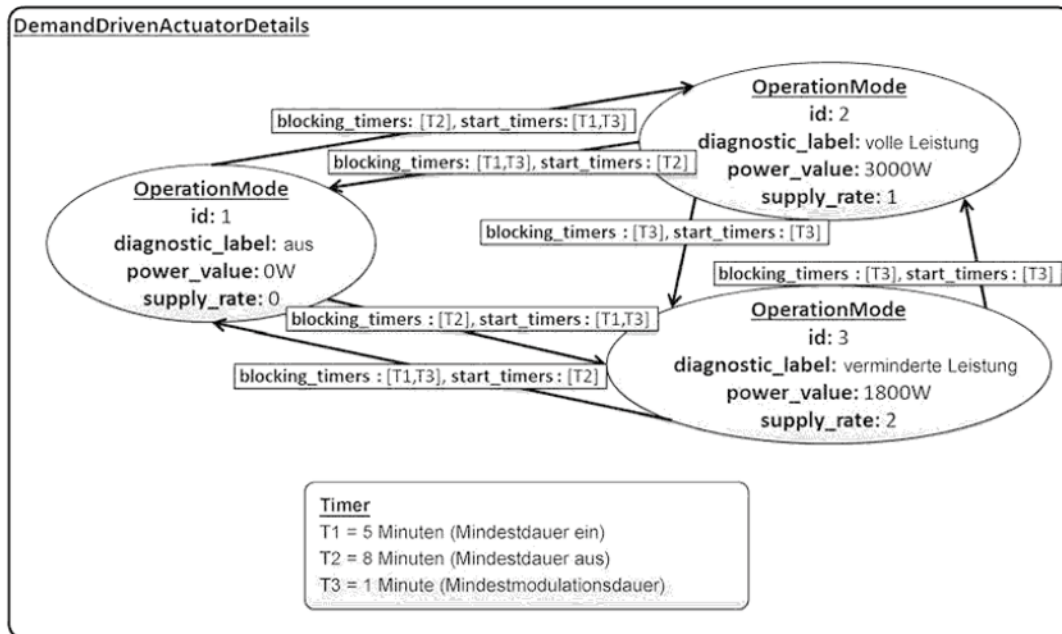


Bild 23 – Beispiel für die OperationModes bei der nachfragebasierten Steuerung

8 Energiemanagement-Datenmodelle

8.1 Grundlegende Datentypen

8.1.1 Allgemeines

Das komplette Datenmodell beruht auf den grundlegenden Datentypen aus [Tabelle 1](#).

Tabelle 1 – Datentypen

Datentyp	Beschreibung
Array	Datenstruktur, die null oder mehr Elemente des gleichen Datentyps enthält. Die Reihenfolge der Elemente in einem Array wird beibehalten.
Gemischtes Array	Array, das null oder mehr Elemente mehrerer verschiedener, aber festgelegter Datentypen enthält
Date-TimeStamp (de: Datenzeitstempel)	Datenstruktur, die einen Zeitpunkt mit einer Präzision von mindestens einer Sekunde definieren kann
Dauer	Eine Dauer in Sekunden, ausgedrückt als Zahl
ID	Bezeichner (en: Identifier) einer Entität, der innerhalb eines bestimmten Kontexts eindeutig ist
Zahl	Zahl: reelle Zahl oder Gleitkommazahl
Zeichenkette	Abfolge von Zeichen, mit der ein Unicode-Zeichensatz ausgedrückt werden kann
UUID	Universeller eindeutiger Bezeichner (en: Universal Unique Identifier), muss global eindeutig sein

8.1.2 Allgemeine Konzepte im Zusammenhang mit der Zeit

Die Auflösung aller zeitbezogenen BasicDataTypes (de: grundlegende Datentypen) ist auf Sekunden begrenzt, da in [EN 50491-12-1](#) festgelegt wird, dass Ereignisse, die eine präzisierte zeitliche Angabe (d. h. Sekundenbruchteile) erfordern, außerhalb des Anwendungsbereichs liegen. Darüber hinaus gelten die folgenden Regeln.

Ein DateTimeStamp muss als lineare Zeit ohne Schaltsekunden definiert werden. Der verwendete Bezugszeitpunkt muss einen eindeutig definierten Offset zum Beginn der UTC-Epoche (Donnerstag, 1. Januar 1970) haben.

Ein DateTimeStamp muss immer als in der UTC-Zeitzone liegend interpretiert werden.

ANMERKUNG Die oben genannten Anforderungen richten das Zeitkonzept des CEM für S2 an der sog. UNIX-Zeit aus, bei der jeder Tag ebenfalls exakt 86 400 s hat. Eine lineare Zeitdefinition reduziert mögliche Fehler im Zusammenhang mit Zeitberechnungen oder -vergleichen. Sie macht auf die Zukunft bezogene Berechnungen vorhersagbar, hat jedoch zur Folge, dass es sich weder um ein echt lineares Maß der Zeit noch um eine echte Darstellung der UTC handelt.

Es wird empfohlen, den Beginn der UTC-Epoche (Donnerstag, 1. Januar 1970) als Bezugsepoche für den DateTimeStamp zu verwenden, dies fällt jedoch in den Anwendungsbereich der implementierungsspezifischen Teile der Reihe EN 50491.

Für Umwandlungen in für Menschen lesbare Darstellungen in anderen Zeitzonen oder Kalendersystemen ist die Mensch-Maschine-Schnittstelle zuständig.

8.1.3 Allgemeine Konzepte im Zusammenhang mit Zeichenketten

Dieses Dokument muss textliche Datenelemente unterstützen, die Mensch-Maschine-Schnittstellen (HMI) einer internationalen Anwenderschaft anzeigen. Selbstverständlich müssen alle Sprachen unterstützt werden, weswegen die Unterstützung von Unicode-Zeichen unverzichtbar ist.

Allerdings gibt es verschiedene Möglichkeiten der Kodierung von Unicode-Zeichenketten (UTF-8, UTF-16 oder UTF-32), die alle ihre Vor- und Nachteile haben. Welche Art der Kodierung zu verwenden ist, wird in den implementierungsspezifischen Teilen der Reihe EN 50491 behandelt.

8.1.4 Bedeutung von Optionalität

In den Tabellen in [Abschnitt 8](#) werden Datenobjekte mit Datenelementen beschrieben, die verbindlich (V) oder optional (O) sein können. Dieses Dokument beschreibt Energiemanagementkonzepte und deren Semantiken ebenso wie Interaktionen. Dieses Dokument legt jedoch nicht fest, wie die Daten kodiert oder übertragen werden. Wenn Datenelemente in diesem Abschnitt als optional oder verbindlich definiert werden, bedeutet dies, dass sie aus konzeptueller Sicht optional bzw. verbindlich sind. Wenn ein Datenelement in diesem Dokument als verbindlich definiert wird, bedeutet dies, dass der Absender der Daten dafür verantwortlich ist, den korrekten Wert zu ermitteln und bereitzustellen. Wenn ein Datenelement als optional definiert ist, kann der Absender der Daten entscheiden, ob er einen Wert bereitstellt oder nicht, und der Empfänger muss verstehen, ob der Absender die Absicht hatte, einen Wert bereitzustellen, oder nicht.

Wie Optionalität kodiert wird, wird in der implementierenden Spezifikation entschieden. Wenn ein Datenelement beispielsweise in dieser Spezifikation verbindlich ist, könnte eine implementierende Spezifikation dem Datenelement einen Standardwert zuweisen und den Wert als optionalen Bestandteil seiner Nachrichten definieren. Wenn dann kein Wert übermittelt wird, weiß der Empfänger des Datenelements sicher, dass er den Standardwert verwenden muss. Diese Strategie könnte für die Datenkomprimierung eingesetzt werden.

Datenelementen, die in diesem Dokument als optional gekennzeichnet sind, darf kein Standardwert zugewiesen werden, da der Empfänger dann nicht weiß, ob der Absender die Absicht hatte, einen Wert zu übermitteln. Ein implementierendes Protokoll kann verschiedene Methoden anwenden, um anzuzeigen, dass ein optionales Element keinen Wert hat (z. B. NULL oder eine magische Zahl wie -1).

Alle Datenelemente in diesem Dokument, sowohl die optionalen wie auch die verbindlichen, müssen in eine implementierende Spezifikation aufgenommen werden.

8.2 Ressourcenmanager

8.2.1 ResourceManagerDetails (de: Ressourcenmanagerangaben)

Tabelle 2 – ResourceManagerDetails

Inhalt	Datentyp	V/O	Beschreibung
resource_id (de: Ressourcen-ID)	UUID	V	Eindeutiger Bezeichner des Ressourcenmanagers
name	Zeichenkette	O	Vom Anwender vergebener für Menschen lesbarer Name
roles (de: Rollen)	Array von Rolle	V	Jeder Ressourcenmanager stellt eine oder mehrere Energierollen bereit
manufacturer (de: Hersteller)	Zeichenkette	O	Herstellernamen
protocol_version (de: Protokollversion)	Zeichenkette	V	Version des verwendeten S2-Protokolls
model (de: Modell)	Zeichenkette	O	(Vom Hersteller vergebener) Name des Gerätemodells
serial_number (de: Seriennummer)	Zeichenkette	O	(Vom Hersteller vergebene) Seriennummer des Geräts
instruction_processing_delay (de: Anweisungsverzögerung)	Dauer	V	Durchschnittliche Zeit, die der Ressourcenmanager und die ESHG/GA/SASS oder das (intelligente) Gerät gemeinsam benötigen, um eine Anweisung zu verarbeiten und auszuführen
available_control_types (de: verfügbare Steuerungsarten)	Array von ControlType	V	Dieses Feld legt alle von diesem Ressourcenmanager unterstützten Steuerungsarten fest
currency (de: Währung)	Zeichenkette	O	Für alle Informationen über Kosten zu verwendende Währung. Verbindlich, wenn Kosteninformationen veröffentlicht werden.
provides_forecast (de: stellt Prognose bereit)	Boole'scher Wert	V	Gibt an, ob der Ressourcenmanager in der Lage ist, PowerForecasts bereitzustellen
provides_power_measurement (de: stellt Leistungsmessung bereit)	Boole'scher Wert	V	Gibt an, ob der Ressourcenmanager in der Lage ist, PowerMeasurements bereitzustellen

8.2.2 PowerValue (de: Leistungswert)

Tabelle 3 – PowerValue

Inhalt	Datentyp	V/O	Beschreibung
commodity_quantity (de: Erzeugnismenge)	CommodityQuantity	V	Erzeugnismenge, auf die sich der Wert bezieht
value (de: Wert)	Zahl	V	Aktueller Leistungswert

Inhalt	Datentyp	V/O	Beschreibung
upper_value (de: oberer Wert)	Zahl	O	Maximaler Leistungswert
lower_value (de: unterer Wert)	Zahl	O	Minimaler Leistungswert

8.2.3 ProbabilityPowerValue (de: Wahrscheinlichkeitsleistungswert)

Tabelle 4 – ProbabilityPowerValue

Inhalt	Datentyp	V/O	Beschreibung
68_PPR_lower (de: 68PPR unten)	Zahl	V	Untere Grenze des Bereichs, in dem der Leistungswert mit einer Sicherheit von 68 % liegt
95_PPR_lower (de: 95PPR unten)	Zahl	V	Untere Grenze des Bereichs, in dem der Leistungswert mit einer Sicherheit von 95 % liegt
expected (de: erwartet)	Zahl	V	Erwarteter Leistungswert
95_PPR_upper (de: 95PPR oben)	Zahl	V	Obere Grenze des Bereichs, in dem der Leistungswert mit einer Sicherheit von 95 % liegt
68_PPR_upper (de: 68PPR oben)	Zahl	V	Obere Grenze des Bereichs, in dem der Leistungswert mit einer Sicherheit von 68 % liegt
commodity_quantity (de: Erzeugnismenge)	commodityQuantity	V	Erzeugnismenge, auf die sich der Wert bezieht

8.2.4 PowerMeasurement (de: Leistungsmessung)

Tabelle 5 – PowerMeasurement

Inhalt	Datentyp	V/O	Beschreibung
measurement_timestamp (de: Messungszeitstempel)	DateTime	V	Zeitstempel des Zeitpunkts, zu dem die PowerValues gemessen wurden
Values (de: Werte)	Array von PowerValue	V	Array der gemessenen PowerValues

8.2.5 Role (de: Rolle)

Tabelle 6 – Role

Inhalt	Datentyp	V/O	Beschreibung
role_type (de: Rollenart)	RoleType	V	Rolle des Ressourcenmanagers für das jeweilige Erzeugnis
commodity (de: Erzeugnis)	CommodityType	V	Erzeugnis, auf das sich die Rolle bezieht

8.2.6 ReceptionStatus (de: Empfangsstatus)

Tabelle 7 – ReceptionStatus

Inhalt	Datentyp	V/O	Beschreibung
status	ReceptionStatusValues	V	Aufzählung von Statuswerten
diagnostic_label (de: Diagnoselabel)	Zeichenkette	O	Diagnoselabel, über das zusätzliche Informationen bereitgestellt werden können

8.2.7 Transition (de: Übergang)

Tabelle 8 – Transition

Inhalt	Datentyp	V/O	Beschreibung
id	ID	V	Bezeichner des Übergangs
from (de: von)	ID	V	Bezeichner des OperationMode (genaue Art unterscheidet sich je nach ControlType), aus dem herausgewechselt werden sollte
to (de: zu)	ID	V	Bezeichner des OperationMode (genaue Art unterscheidet sich je nach ControlType), in den gewechselt wird
start_timers (de: Starttimer)	Array von ID	V	Liste der Timerbezeichner, die für diesen Übergang geeignet sind
blocking_timers (de: Blockiertimer)	Array von ID	V	Liste der Timerbezeichner, die anzeigen, dass dieser Übergang nicht angemessen ist
transition_costs (de: Übergangskosten)	Zahl	O	Absolute Kosten in der in den ResourceManager-Details angegebenen Währung
transition_duration (de: Übergangsdauer)	Dauer	O	Gibt die Zeit an, die der Wechsel von einem Betriebsmodus in einen neuen in Anspruch nimmt
abnormal_condition_only (de: nur anormale Bedingung)	Boole'scher Wert	V	Gibt an, ob dieser Übergang nur während einer anormalen Bedingung verwendet werden darf

8.2.8 Timer

Tabelle 9 – Timer

Inhalt	Datentyp	V/O	Beschreibung
id	ID	V	Bezeichner des Timers
diagnostic_label (de: Diagnoselabel)	Zeichenkette	O	Für Menschen lesbare(r) Name/Beschreibung des Timers. Dieses Element ist nur für Diagnosezwecke und nicht für HMI-Anwendungen vorgesehen.
finished_at (de: endet um)	DateTimeStamp	V	Gibt an, wann der Timer enden wird

8.3 Leistungsprognose

8.3.1 Beschreibung

Eine Leistungsprognose eines Ressourcenmanagers definiert für ein bestimmtes Erzeugnis und eine bestimmte Zeitspanne, auf welche Weise Energie verbraucht oder erzeugt wird. Mit anderen Worten: Sie beschreibt mithilfe von `PowerForecastElements` das Verbrauchs- oder Erzeugungsverhalten des Teilnehmers. Die Leistungsprognose gibt an, was das Gerät aktuell plant; dies kann von dem CEM mittels einer der `ControlTypes` geändert werden. `PowerForecast` geht jedoch stets von der Annahme aus, dass keine Abregelung erfolgt.

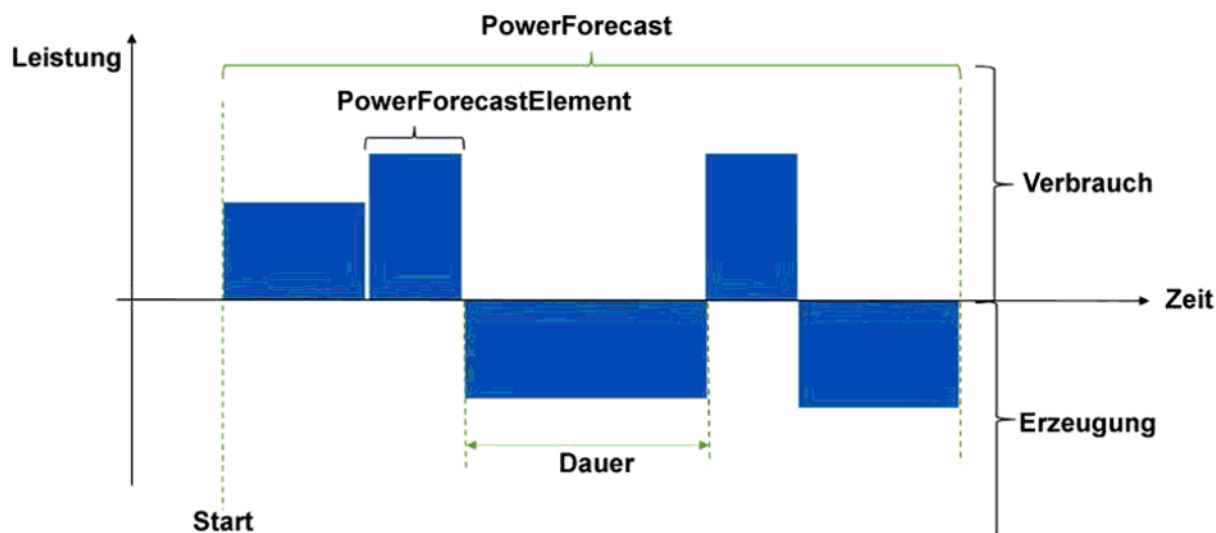


Bild 24 – PowerForecast

8.3.2 PowerForecast (de: Leistungsprognose)

Tabelle 10 – PowerForecast

Inhalt	Datentyp	V/O	Beschreibung
start	DateTimeStamp	V	Startzeit der Zeitspanne, die das Profil abdeckt. Kann sich von der Startzeit der ersten Sequenz unterscheiden.
elements (de: Elemente)	Array von PowerForecastElement	V	Enthält mindestens ein Element

8.3.3 PowerForecastElement (de: Leistungsprognoseelement)

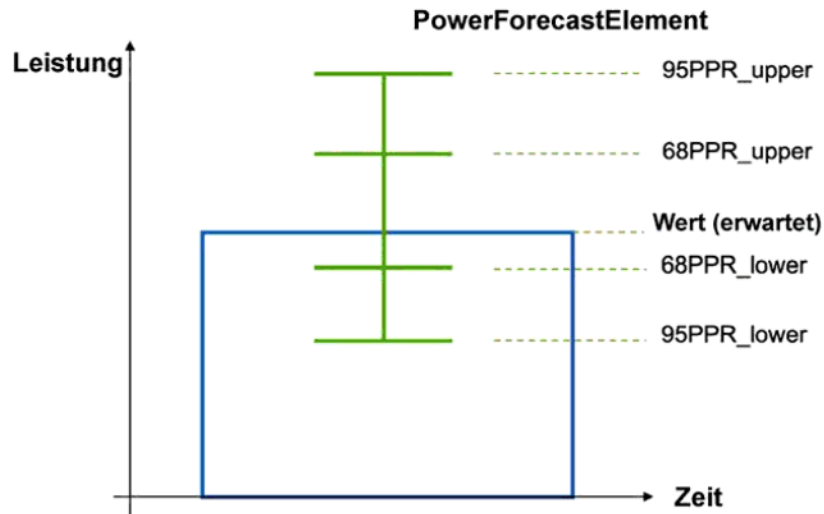


Bild 25 – PowerForecastElement

Tabelle 11 – PowerForecastElement

Inhalt	Datentyp	V/O	Beschreibung
Duration (de: Dauer)	Dauer	V	Dauer des PowerForecastElement
power_value (de: Leistungswert)	Array von ProbabilityPowerValue oder PowerValue	V	Leistungswerte, die für die gegebene Zeitspanne erwartet werden, mindestens einer je Commodity-Quantity

8.4 Steuerungsarten

8.4.1 Steuerung auf Grundlage der Leistungshüllkurve (PEBC)

8.4.1.1 PEBC.PowerEnvelopeConstraints (de: PEBC-Leistungshüllkurven-Beschränkungen)

Tabelle 12 – PEBC.PowerEnvelopeConstraints

Inhalt	Datentyp	V/O	Beschreibung
id	UUID	V	Bezeichner dieser PEBC.PowerEnvelopeConstraints
valid_from (de: gültig ab)	DateTimeStamp	V	Zeitpunkt, ab dem diese PEBC.PowerEnvelopeConstraints gelten
valid_until (de: gültig bis)	DateTimeStamp	O	Zeitpunkt, bis zu dem diese PEBC.PowerEnvelopeConstraints gelten. Wenn valid_until nicht vorhanden ist, gibt es keinen definierten Endzeitpunkt dieser PEBC.PowerEnvelopeConstraints.

Inhalt	Datentyp	V/O	Beschreibung
consequence_type (de: Art der Konsequenz)	PowerEnvelopeConsequenceType	V	Art der Konsequenz der Leistungsbegrenzung
allowed_limit_ranges (de: zulässige Grenzbereiche)	Array von PEBC.AllowedLimitRange	V	Die eigentlichen Beschränkungen. Es muss mindestens einen PEBC.AllowedLimitRange für den UPPER_LIMIT und mindestens einen AllowedLimitRange für den LOWER_LIMIT geben. Es ist zulässig, mehrere PEBC.AllowedLimitRange-Objekte mit identischen CommodityQuantities und LimitTypes zu verwenden.

8.4.1.2 PEBC.AllowedLimitRange (de: zulässiger PEBC-Grenzbereich)

Tabelle 13 – PEBC.AllowedLimitRange

Inhalt	Datentyp		Beschreibung
commodity_quantity (de: Erzeugnismenge)	CommodityQuantity	V	Art der CommodityQuantity, auf die sich dieser PEBC.AllowedLimitRange bezieht
limit_type (de: Begrenzungsart)	PowerEnvelopeLimitType	V	Gibt an, ob sich dieser Bereich auf den oberen oder den unteren Grenzwert bezieht
range_upper_bound (de: obere Bereichsgrenze)	Zahl	V	Obere Grenze des Bereichs, der die zulässigen Werte für die Begrenzung entsprechend der Beschreibung in limit_type beschreibt. Muss größer als oder gleich range_lower_bound sein.
range_lower_bound (de: untere Bereichsgrenze)	Zahl	V	Untere Grenze des Bereichs, der die zulässigen Werte für die Begrenzung entsprechend der Beschreibung in limit_type beschreibt. Muss kleiner als oder gleich range_upper_bound sein.
abnormal_condition_only (de: nur anormale Bedingung)	Boole'scher Wert	V	Gibt an, ob dieser PEBC.AllowedLimitRange nur während einer anormalen Bedingung verwendet werden darf

8.4.1.3 PEBC.PowerEnvelope (de: PEBC-Leistungshüllkurve)

Tabelle 14 – PEBC.PowerEnvelope

Inhalt	Datentyp		Beschreibung
id	UUID	V	Bezeichner dieser PEB-C.PowerEnvelope
commodity_quantity (de: Erzeugnismenge)	CommodityQuantity	V	Art der CommodityQuantity, auf die sich diese PEB-C.PowerEnvelope bezieht
power_envelope_elements (de: Leistungshüllkurven-Elemente)	Array von PEBC.PowerEnvelopeElement	V	Die Elemente dieser PEB-C.PowerEnvelope. Muss mindestens ein Element enthalten.

8.4.1.4 PEBC.PowerEnvelopeElement (de: PEBC-Leistungshüllkurven-Elemente)

Tabelle 15 – PEBC.PowerEnvelopeElement

Inhalt	Datentyp		Beschreibung
duration (de: Dauer)	Dauer	V	Dauer des Elements
upper_limit (de: oberer Grenzwert)	Zahl	V	Mindestmenge an Leistung entsprechend der Commodity-Quantity der sie umfassenden PEBC.PowerEnvelope. Muss größer als oder gleich lower_limit sein.
lower_limit (de: unterer Grenzwert)	Zahl	V	Höchstmenge an Leistung entsprechend der Commodity-Quantity der sie umfassenden PEBC.PowerEnvelope. Muss kleiner als oder gleich upper_limit sein.

8.4.1.5 PEBC.PowerEnvelopeInstruction (de: PEBC-Leistungshüllkurven-Anweisung)

Tabelle 16 – PowerEnvelopeInstruction

Inhalt	Datentyp		Beschreibung
instruction_type (de: Anweisungsart)	Zeichenkette	V	Literalwert „PEBC.PowerEnvelopeInstruction“
id	UUID	V	Bezeichner dieser PEBC.PowerEnvelopeInstruction
execution_time (de: Ausführungszeit)	DateTimeStamp	V	Gibt den Zeitpunkt an, zu dem die Ausführung dieser Anweisung beginnen muss
abnormal_condition (de: anormale Bedingung)	Boole'scher Wert	V	Gibt an, ob dies eine Anweisung während einer anormalen Bedingung ist
status	InstructionStatus	V	Status der Anweisung

Inhalt	Datentyp		Beschreibung
power_envelope_constraints_id (de: Bezeichner der Leistungshüllkurven-Beschränkungen)	UUID	V	Bezeichner der PowerEnvelopeConstraints, auf denen diese PowerEnvelopeInstruction beruht
power_envelope (de: Leistungshüllkurve)	Array von PEBC.PowerEnvelope	V	Die PEBC.PowerEnvelope(s), die von dem Ressourcenmanager befolgt werden sollte(n). Es muss mindestens eine PEBC.PowerEnvelope, höchstens aber eine PEBC.PowerEnvelope je CommodityQuantity geben.

8.4.2 Steuerung auf Grundlage des Leistungsprofils (PPBC)

8.4.2.1 PPBC.PowerProfileDefinition (de: PPBC-Leistungsprofildefinition)

Tabelle 17 – PPBC.PowerProfileDefinition

Inhalt	Datentyp	V/ O	Beschreibung
start	DateTime	V	Gibt den frühesten Zeitpunkt an, zu dem die erste PPBC.PowerSequence starten könnte
end (de: Ende)	DateTime	V	Gibt an, wann die letzte PPBC.C.PowerSequence spätestens beendet sein muss
power_sequences_containers (de: Leistungssequenzcontainer)	Array von PPBC.PowerSequenceContainer	V	Mindestens ein PPBC.PowerSequenceContainer, der mindestens eine PPBC.PowerSequence beinhaltet

8.4.2.2 PPBC.PowerSequenceContainer (de: PPBC-Leistungssequenzcontainer)

Tabelle 18 – PPBC.PowerSequenceContainer

Inhalt	Datentyp	V/ O	Beschreibung
id	UUID	V	Bezeichner des PPBC.PowerSequenceContainer
profile_id (de: Profilbezeichner)	UUID	V	Bezeichner der zugehörigen PPBC.PowerProfileDefinition
power_sequences (de: Leistungssequenzen)	Array von PowerSequence	V	Liste der alternativen Sequenzen, sofern eine Auswahl möglich ist
order_number (de: Anzahl)	Zahl	V	Gibt die Anzahl der Sequenzen an

8.4.2.3 PPBC.PowerSequence (de: PPBC-Leistungssequenz)

Tabelle 19 – PPBC.PowerSequence

Inhalt	Datentyp	V/ O	Beschreibung
id	UUID	V	Bezeichner der PPBC.PowerSequence
elements (de: Elemente)	Array von PowerSequenceElements	V	Liste der PowerSequenceElements, mindestens eins
is_interruptible (de: Unterbrechung möglich)	Boole'scher Wert	V	Gibt an, ob die Option des Pausierens einer Sequenz zur Verfügung steht
max_pause_before (de: max. Pause vor)	Dauer	O	Gibt den Höchstwert der Pause zwischen der vorherigen und der aktuellen Sequenz an
alternative_costs (de: alternative Kosten)	Zahl	O	Absolute Kosten in der für diese Sequenz angegebenen Währung
abnormal_condition_only (de: nur anormale Bedingung)	Boole'scher Wert	V	Gibt an, ob diese PPBC.PowerSequence nur während einer anormalen Bedingung verwendet werden darf

8.4.2.4 PPBC.PowerSequenceElement (de: PPBC-Leistungssequenzelement)

Tabelle 20 – PPBC.PowerSequenceElement

Inhalt	Datentyp	V/ O	Beschreibung
duration (de: Dauer)	Dauer	V	Dauer des PPBC.PowerSequenceElement
power_value (de: Leistungswert)	PowerValue	V	Wert der Leistung für die gegebene Dauer

8.4.2.5 PPBC.PowerProfileStatus (de: PPBC-Leistungsprofilstatus)

Tabelle 21 – PPBC.PowerProfileStatus

Inhalt	Datentyp	V/ O	Beschreibung
sequence_container_states (de: Sequenzcontainerzustände)	Array von PPBC.PowerSequenceContainerStatus	V	Bezeichner des Sequenzcontainers, der aktuell ausgewählt ist

8.4.2.6 PPBC.PowerSequenceContainerStatus (de: Status der PPBC-Leistungssequenzcontainer)

Tabelle 22 – PPBC.PowerSequenceContainerStatus

Inhalt	Datentyp	V/O	Beschreibung
sequence_container_id (de: Sequenzcontainerbezeichner)	UUID	V	Bezeichner des SequenceContainer, zu dem dieser Status gehört
selected_sequence_id (de: Bezeichner der ausgewählten Sequenz)	UUID	O	Bezeichner der ausgewählten Sequenz. Wenn kein Bezeichner angegeben wird, wurde noch keine Sequenz ausgewählt.

Inhalt	Datentyp	V/O	Beschreibung
progress (de: Fortschritt)	Dauer	O	Zeit, die seit dem Start der Sequenz vergangen ist
status	PPBC.PowerSequenceStatus	V	Status der ausgewählten PPBC.PowerSequence

8.4.2.7 PPBC.PowerSequenceStatus (de: PPBC-Leistungssequenzstatus)

Tabelle 23 – PPBC.PowerSequenceStatus

ID	Beschreibung
NOT_SCHEDULED (de: nicht geplant)	In dem PPBC.PowerSequenceContainer ist keine PPBC.PowerSequence geplant.
SCHEDULED (de: geplant)	Die Ausführung der ausgewählten PPBC.PowerSequence ist für einen Zeitpunkt in der Zukunft geplant.
EXECUTING (de: wird ausgeführt)	Die ausgewählte PPBC.PowerSequence wird gerade ausgeführt.
INTERRUPTED (de: unterbrochen)	Die ausgewählte PPBC.PowerSequence wird ausgeführt, wurde jedoch unterbrochen und wird anschließend fortgesetzt.
FINISHED (de: beendet)	Die ausgewählte PPBC.PowerSequence wurde erfolgreich ausgeführt und beendet.
ABORTED (de: abgebrochen)	Die ausgewählte PPBC.PowerSequence wurde von dem Gerät abgebrochen und wird nicht fortgesetzt.

8.4.2.8 PPBC.ScheduleInstruction (de: PPBC-Planungsanweisung)

Tabelle 24 – PPBC.ScheduleInstruction

Inhalt	Datentyp	V/O	Beschreibung
power_sequence_id (de: Leistungssequenzbezeichner)	UUID	V	Auswahl der PPBC.PowerSequence
id	UUID	V	Bezeichner der Anweisung
status	InstructionStatus	V	Status dieser Anweisung
excecution_time (de: Ausführungszeit)	DateTimeStamp	V	Startzeit der PPBC.PowerSequence
abnormal_condition (de: anormale Bedingung)	Boole'scher Wert	V	Gibt an, ob dies eine Anweisung während einer anormalen Bedingung ist

8.4.2.9 PPBC.StartInterruptionInstruction (de: PPBC-Unterbrechungsstartanweisung)

Tabelle 25 – PPBC.StartInterruptionInstruction

Inhalt	Datentyp	V/O	Beschreibung
power_sequence_id (de: Leistungssequenzbezeichner)	UUID	V	Auswahl der PPBC.PowerSequence
id	UUID	V	Bezeichner der Anweisung
status	InstructionStatus	V	Status dieser Anweisung
excecution_time (de: Ausführungszeit)	DateTimeStamp	V	Startzeit der PPBC.PowerSequence
duration (de: Dauer)	Dauer	O	Dauer der Unterbrechung. Wenn keine Dauer angegeben wird, wird die Sequenz unterbrochen, bis PPBC.EndInterruptionInstruction gesendet wird.
abnormal_condition (de: anormale Bedingung)	Boole'scher Wert	V	Gibt an, ob dies eine Anweisung während einer anormalen Bedingung ist

8.4.2.10 PPBC.EndInterruptionInstruction (de: PPBC-Unterbrechungsbeendigungsanweisung)

Tabelle 26 – PPBC.EndInterruptionInstruction

Inhalt	Datentyp	V/O	Beschreibung
power_sequence_id (de: Leistungssequenzbezeichner)	UUID	V	Auswahl der PPBC.PowerSequence
id	UUID	V	Bezeichner der Anweisung
status	InstructionStatus	V	Status dieser Anweisung
excecution_time (de: Ausführungszeit)	DateTimeStamp	V	Endzeitpunkt der Unterbrechung
abnormal_condition (de: anormale Bedingung)	Boole'scher Wert	V	Gibt an, ob dies eine Anweisung während einer anormalen Bedingung ist

8.4.3 Steuerung auf Grundlage des Betriebsmodus (OMBC)

8.4.3.1 OMBC.SystemDescription (de: OMBC-Systembeschreibung)

Tabelle 27 – OMBC.SystemDescription

Inhalt	Datentyp	V/O	Beschreibung
operation_modes (de: Betriebsmodi)	Gemischtes Array aus OMBC.DiscreteOperationMode oder OMBC.ContinuousOperationMode	V	Dem CEM für die Koordination des Geräteverhaltens zur Verfügung stehende Betriebsmodi
transitions (de: Übergänge)	Array von Transition	V	Mögliche Übergänge für den Wechsel von einem Betriebsmodus in einen anderen oder für die Einstellung neuer Parameter

Inhalt	Datentyp	V/O	Beschreibung
timers (de: Timer)	Array von Timer	V	Timer, die steuern, wann bestimmte Übergänge erfolgen können
status	Status	V	Beschreibt die aktuelle Situation wie den aktuellen Betriebsmodus, Übergang, Zeitstempel usw.

8.4.3.2 OMBC.Status (de: OMBC-Status)

Tabelle 28 – OMBC.Status

Inhalt	Datentyp	V/O	Beschreibung
current_operation_mode (de: aktueller Betriebsmodus)	ID	V	Bezeichner des aktuellen Betriebsmodus
operation_mode_factor (de: Betriebsmodusfaktor)	Zahl	V	Die Zahl gibt den Faktor an, mit dem der OperationMode aktiviert werden sollte. Der Faktor sollte größer als oder gleich 0 und kleiner als oder gleich 1 sein.
previous_operation_mode (de: vorheriger Betriebsmodus)	ID	O	Bezeichner des Betriebsmodus, der vorher aktiv war
transition_timestamp (de: Übergangszeitstempel)	DateTimeStamp	O	Zeitpunkt, zu dem der Übergang genutzt wird, um in einen Modus zu wechseln oder neue Parameter für den Modus einzustellen

8.4.3.3 OMBC.DiscreteOperationMode (de: diskreter OMBC-Betriebsmodus)

Tabelle 29 – OMBC.DiscreteOperationMode

Inhalt	Datentyp	V/O	Beschreibung
id	ID	V	Bezeichner des Betriebsmodus
diagnostic_label (de: Diagnoselabel)	Zeichenkette	O	Für Menschen lesbare(r) Name/Beschreibung des OperationMode. Dieses Element ist nur für Diagnosezwecke und nicht für HMI-Anwendungen vorgesehen.
power_values (de: Leistungswerte)	Array von PowerValue	V	Array von PowerValue, muss mindestens einen enthalten
abnormal_condition_only (de: nur anormale Bedingung)	Boole'scher Wert	V	Gibt an, ob dieser OMBC.DiscreteOperationMode nur während einer anormalen Bedingung verwendet werden darf

8.4.3.4 OMBC.ContinuousOperationMode (de: kontinuierlicher OMBC-Betriebsmodus)

Tabelle 30 – OMBC.ContinuousOperationMode

Inhalt	Datentyp	V/O	Beschreibung
id	ID	V	Bezeichner des Betriebsmodus
diagnostic_label (de: Diagnoselabel)	Zeichenkette	O	Für Menschen lesbare(r) Name/Beschreibung des Betriebsmodus. Dieses Element ist nur für Diagnosezwecke und nicht für HMI-Anwendungen vorgesehen.
power (de: Leistung)	Array von OMBC.ContinuousOperationModePowerValue	V	Konkrete Leistungswerte, die eingestellt werden könnten
abnormal_condition_only (de: nur anormale Bedingung)	Boole'scher Wert	V	Gibt an, ob dieser OMBC.ContinuousOperationMode nur während einer anormalen Bedingung verwendet werden darf

8.4.3.5 OMBC.ContinuousOperationModePowerValue (de: Leistungswert des kontinuierlichen OMBC-Betriebsmodus)

Tabelle 31 – OMBC.ContinuousOperationModePowerValue

Inhalt	Datentyp	V/O	Beschreibung
id	ID	V	Bezeichner des OMBC.ContinuousOperationModePowerValue
diagnostic_label (de: Diagnoselabel)	Zeichenkette	O	Für Menschen lesbare(r) Name/Beschreibung des OperationModePowerValue. Dieses Element ist nur für Diagnosezwecke und nicht für HMI-Anwendungen vorgesehen.
commodity_quantity (de: Erzeugnismenge)	CommodityQuantity	V	Bezeichner der Erzeugnismenge
lower_bound (de: untere Grenze)	Zahl	V	Das mit einem Faktor 0 verknüpfte energieerzeugende oder -verbrauchende Verhalten
upper_bound (de: obere Grenze)	Zahl	V	Das mit einem Faktor 1 verknüpfte energieerzeugende oder -verbrauchende Verhalten

8.4.3.6 OMBC.TransitionInstruction (de: OMBC-Übergangsanweisung)

Tabelle 32 – OMBC.TransitionInstruction

Inhalt	Datentyp	V/O	Beschreibung
id	UUID	V	Bezeichner der Anweisung
excecution_time (de: Ausführungszeit)	DateTimeStamp	V	Startzeit der Anweisung
status	InstructionStatus	V	Aktueller Status dieser Anweisung
operation_mode_id (de: Betriebsmodusbezeichner)	ID	V	Bezeichner des Betriebsmodus, der ausgewählt werden sollte

Inhalt	Datentyp	V/O	Beschreibung
operation_mode_factor (de: Betriebsmodusfaktor)	Zahl	O	Sollte nur vorhanden sein, wenn sich der operation_mode_id auf einen OMBC.ContinuousOperationMode bezieht. Die Zahl gibt den Faktor an, mit dem der OMBC.ContinuousOperationMode aktiviert werden sollte. Der Faktor sollte größer als oder gleich 0 und kleiner als oder gleich 1 sein.
abnormal_condition (de: anormale Bedingung)	Boole'scher Wert	V	Gibt an, ob dies eine Anweisung während einer anormalen Bedingung ist

8.4.4 Steuerung auf Grundlage der Füllrate (FRBC)

8.4.4.1 FRBC.SystemDescription (de: FRBC-Systembeschreibung)

Tabelle 33 – FRBC.SystemDescription

Inhalt	Datentyp	V/O	Beschreibung
actuators (de: Aktoren)	Array von FRBC.ActuatorAggregated	V	Alle Aktorenanangaben
storage (de: Speicher)	FRBC.StorageAggregated	V	Alle Speicherangaben
leakage_behaviour (de: Verlustverhalten)	FRBC.LeakageBehaviour	O	Verhalten bezüglich des Verlusts
usage_profile (de: Nutzungsprofil)	FRBC.UsageProfile	O	Profil der Nutzung
fill_level_target (de: Sollfüllstand)	FRBC.FillLevelTargetProfile	O	Sollwert des Füllstands

8.4.4.2 FRBC.ActuatorAggregated (de: aggregierter FRBC-Aktor)

Tabelle 34 – FRBC.ActuatorAggregated

Inhalt	Datentyp	V/O	Beschreibung
id	UUID	V	Bezeichner des Aktors
info	FRBC.ActuatorInfo	V	FRBC.ActuatorInfo mit weiteren Angaben
status	FRBC.ActuatorStatus	V	Aktueller Status des Aktors
operation_modes (de: Betriebsmodi)	Gemischtes Array aus FRBC.DiscreteOperationMode und FRBC.ContinuousOperationMode	V	Bereitgestellte Betriebsmodi
transitions (de: Übergänge)	Array von Transition	V	Mögliche Übergänge zwischen OperationModes
timers (de: Timer)	Array von Timer	V	Liste der Timer