



Smart Energy Systeme: Definitionen und Anforderungen für Wärme- pumpen, Warmwasser-Wärmepumpen, Speicher und Photovoltaik



Durchgängiger Datenfluss vom Energieerzeuger bis zum Energieverbraucher beim Endanwender (Wärmepumpe für Heizung, Warmwasser, Lüftung, Kühlung)

Der wirtschaftliche Betrieb von neuen Technologien (Photovoltaik, Wärmepumpe, Akkuspeicher und vielen weiteren) als System stellt neue Anforderungen an Energieerzeuger und die neuen Technologien selbst. Grundlage zur Erfüllung der neuen Anforderungen ist eine kompatible, verständliche und einheitliche Kommunikation zwischen den einzelnen Komponenten im Gesamtsystem. Für den wirtschaftlichen Betrieb der Komponenten und des Gesamtsystems (Bsp. siehe Abbildung 1) bedarf es eines durch das Regulationssystem sichergestellten komplexeren «Managements».

Es werden die drei nachfolgenden Regulationssysteme unterschieden:

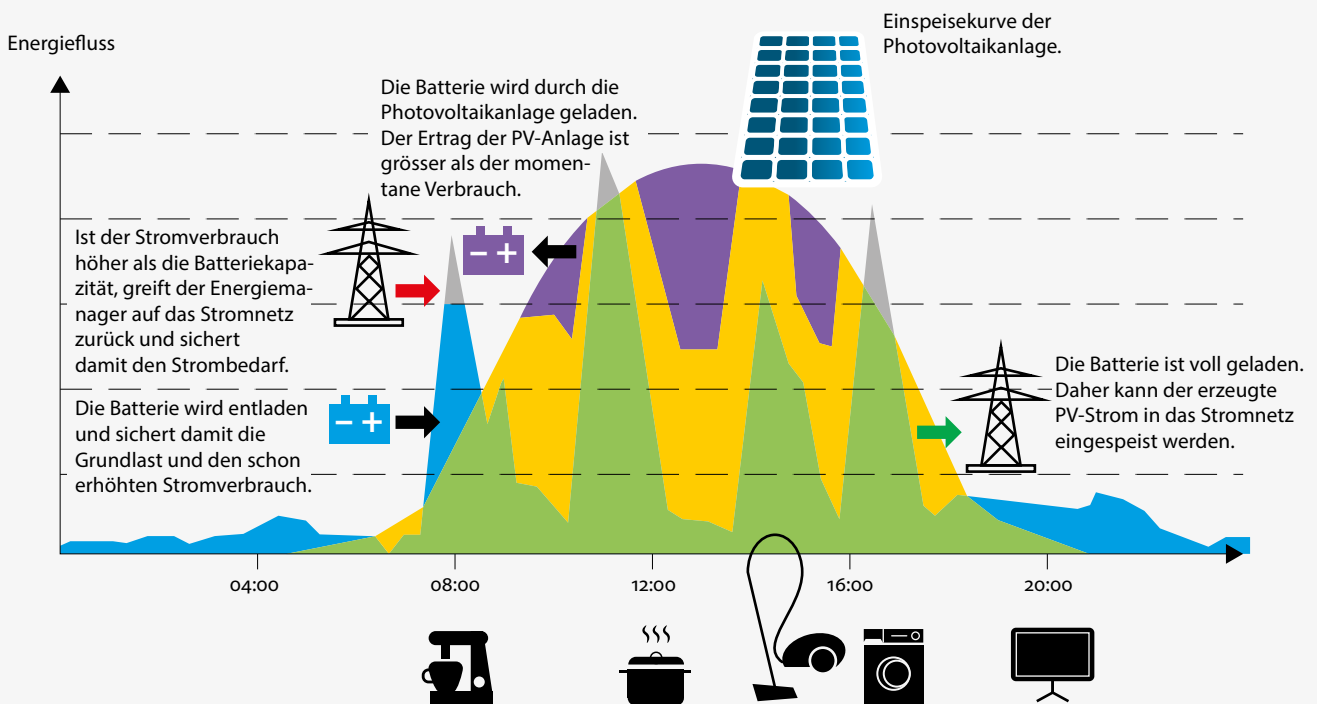
Home-Systeme (auch Gateway-Systeme) mit und ohne Regelernergie

«SG Ready»-System (SG-R) mit Mindestanforderungen für Wärmepumpen

«SmartGridready»-System (SGr) mit den IEC-Kommunikation-Anforderungen

Abbildung 1
Quelle: BDH/Informationsblatt 68

Regulationssystem/Energiemanager – Ein Beispiel eines typischen Tages



- Eigenstromverbrauch aus eigenem Akkuspeicher
- Einspeisung von PV-Stromüberschuss in das örtliche Stromnetz
- Eigenstromverbrauch aus direkt erzeugtem PV-Strom
- Speicherung von PV-Stromüberschuss in eigenen Akkuspeicher
- Externer Strombedarf aus dem örtlichen Stromnetz

Die System-Definitionen der drei Regelungssysteme im Überblick

Seite 4

Home-Systeme (Gateway-Systeme)

Die Wärmepumpen-Industrie kann mit Home-Automations-Einrichtung (CEM: Customer Energy Manager/EMS: Energy Manager Systeme) oder Home-Systemen (Gateway-Systeme) auf Funktionen der Verbraucher (Wärmepumpe usw.) Einfluss nehmen, sowie den Verbrauchszustand oder Wetterprognosen mit einbinden.

Seite 5

Home-Systeme mit Regellenergie (HSR)

Bei geografisch beliebig verteilten Wärmepumpenanlagen kann der Aggregator die Funktion eines virtuellen Kraftwerks anbieten und zum Beispiel die Regelleistung für den Übertragungsnetzbetreiber, den Energiefahrplan für den Energielieferanten oder eine lokale Flexibilität für das Engpassmanagement des Verteilnetzbetreibers sicherstellen. Zusätzlich sind auch Smart-Home-Funktionen für den Endkunden realisierbar, wie etwa die Erhöhung des Photovoltaik-Eigenverbrauchs.

Diverse Anbieter von
Home Systemen



Seite 7

«SG Ready»-System (SG-R)

Wärmepumpen erfüllen die Anforderungen des «SG Ready»-Labels (BWP), wenn sie vier Operating Modes (Betriebszustände) anbieten. Die einzelnen Operating Modes sind in den Anforderungen definiert. Das «SG-Ready»-Label bezieht sich auf die Wärmepumpe (Baureihe) und die zu deren Steuerung eingesetzte Regelungstechnik.

Seite 8

SG-R-System mit CEM/Home-Funktionen

Wärmepumpen mit integrierten CEM-Funktionen können weitere Optimierungen realisieren.

Weitere Informationen



Seite 10

«SmartGridready»-System (SGr)

Wärmepumpen erfüllen die Anforderungen des «SmartGridready»-Labels, wenn sie der generischen Definition entsprechen (unterschiedliche Eigenschaften), über gerätespezifische Schnittstellen und/oder Verbunde zwischen Systemen, Gebäuden, Verteilnetzen und Stromanbietern verfügen und Minimalfunktionalitäten vorgeben. Mit zunehmender Komplexität dieser (Flexibilitäts-) Funktionalitäten werden höhere Stufen des «SmartGridready»-Labels erreicht. Für jede Stufe muss das vordefinierte Set mit Minimalfunktionalitäten implementiert werden.

Seite 12

SGr-System mit CEM/Home-Funktionen

Ein CEM kann im Sinne einer erhöhten Flexibilität sowohl auf einen externen Beeinflusser (z.B. Verteilnetzbetreiber) als auch auf einen internen Akteur (z.B. Photovoltaik-Anlage) Einfluss nehmen. Das bedeutet, dass für ein CEM im Kontext von SmartGridready® zwei Schnittstellen unabhängig voneinander zu betrachten sind.

Weitere Informationen

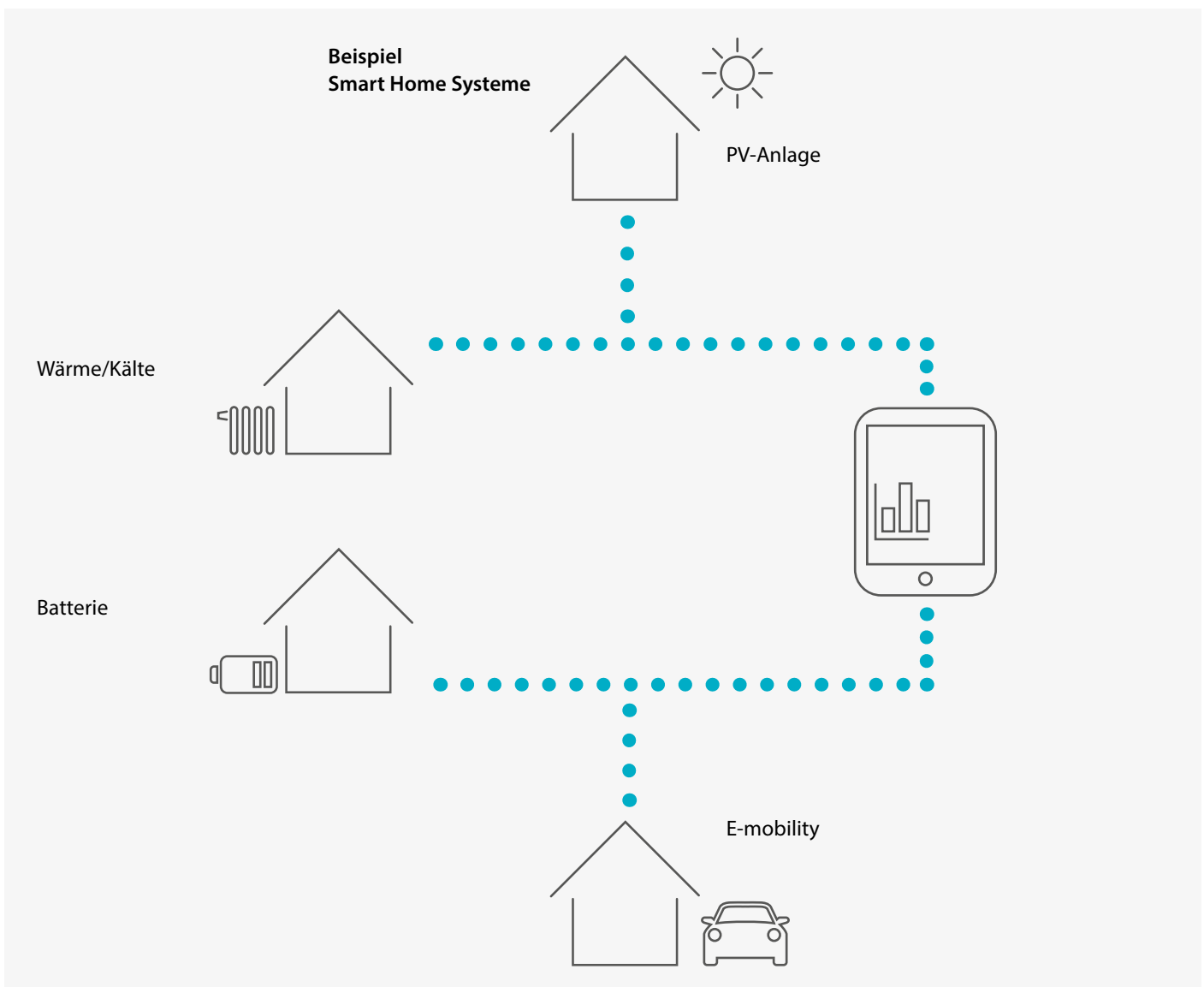


Generelle Beschreibung Home-System (Gateway-System)

Die Wärmepumpen-Industrie kann mit Home-Automations-Einrichtungen (CEM: Customer Energy Manager/EMS: Energy Manager Systeme) oder Home-Systemen (Gateway-Systeme) auf Funktionen der Verbraucher (Wärmepumpe usw.) Einfluss nehmen sowie Verbrauchszustand oder Wetterprognose mit einbinden. Nicht eingebunden werden können Verteilnetzbetreiber (VNB) oder Elektroversorgungsunternehmen (EVU).

Verantwortlich für Funktion und Dienstleistungen ist der Wärmepumpenlieferant oder der Aggregator/Flexibilitäts-Dienstleister (CEM).

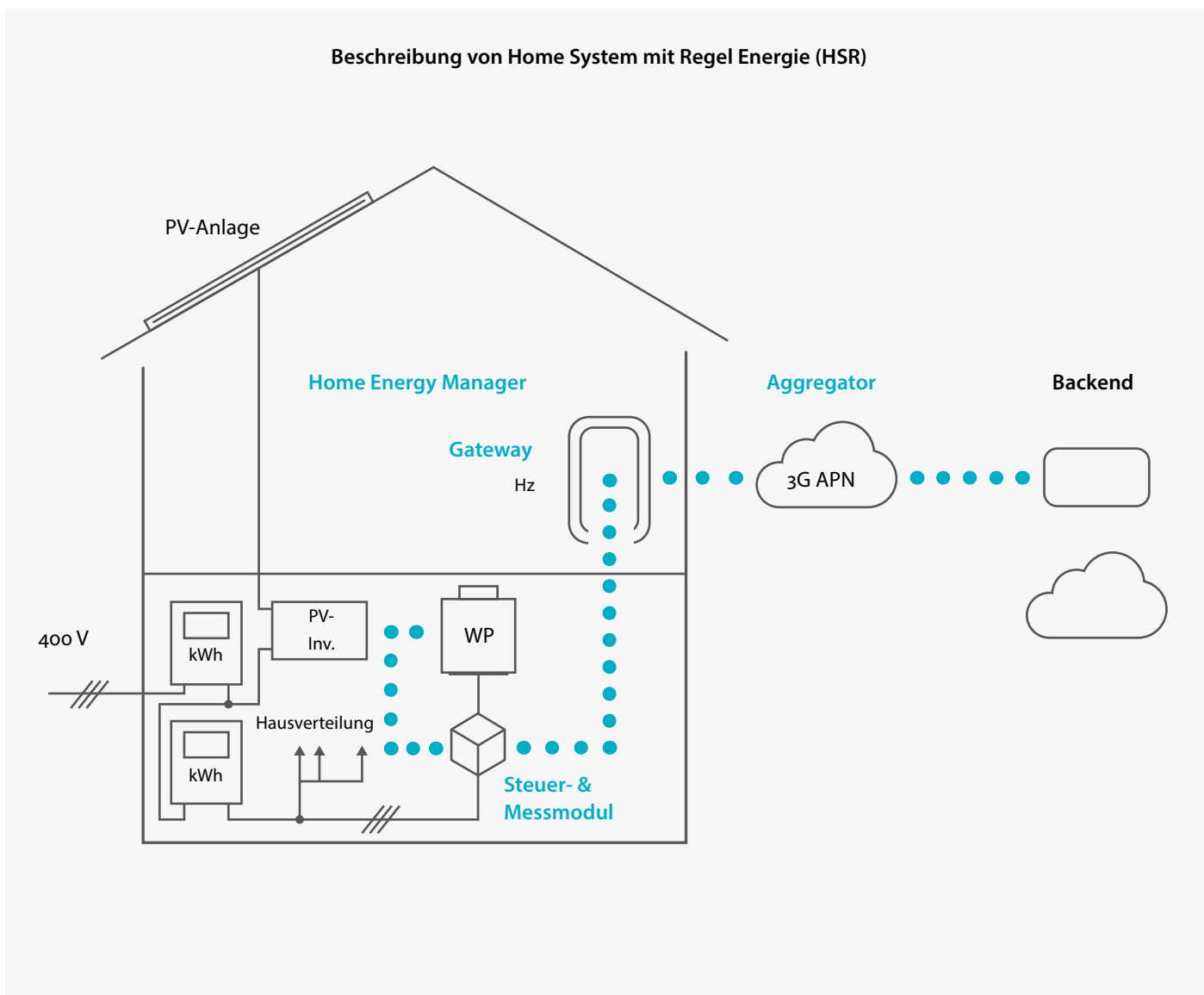
Abbildung 2



Generelle Beschreibung Home-System mit Regel-Energie (HSR)

Bei Haushaltsanlagen kann der Aggregator die Rolle eines virtuellen Kraftwerks anbieten und zum Beispiel die Regelleistung für den Übertragungsnetzbetreiber, den Energiefahrplan für den Energielieferanten oder eine lokale Flexibilität für das Engpassmanagement des Verteilnetzbetreibers sicherstellen.

Abbildung 3
Quelle: BDH/Informationsblatt 68



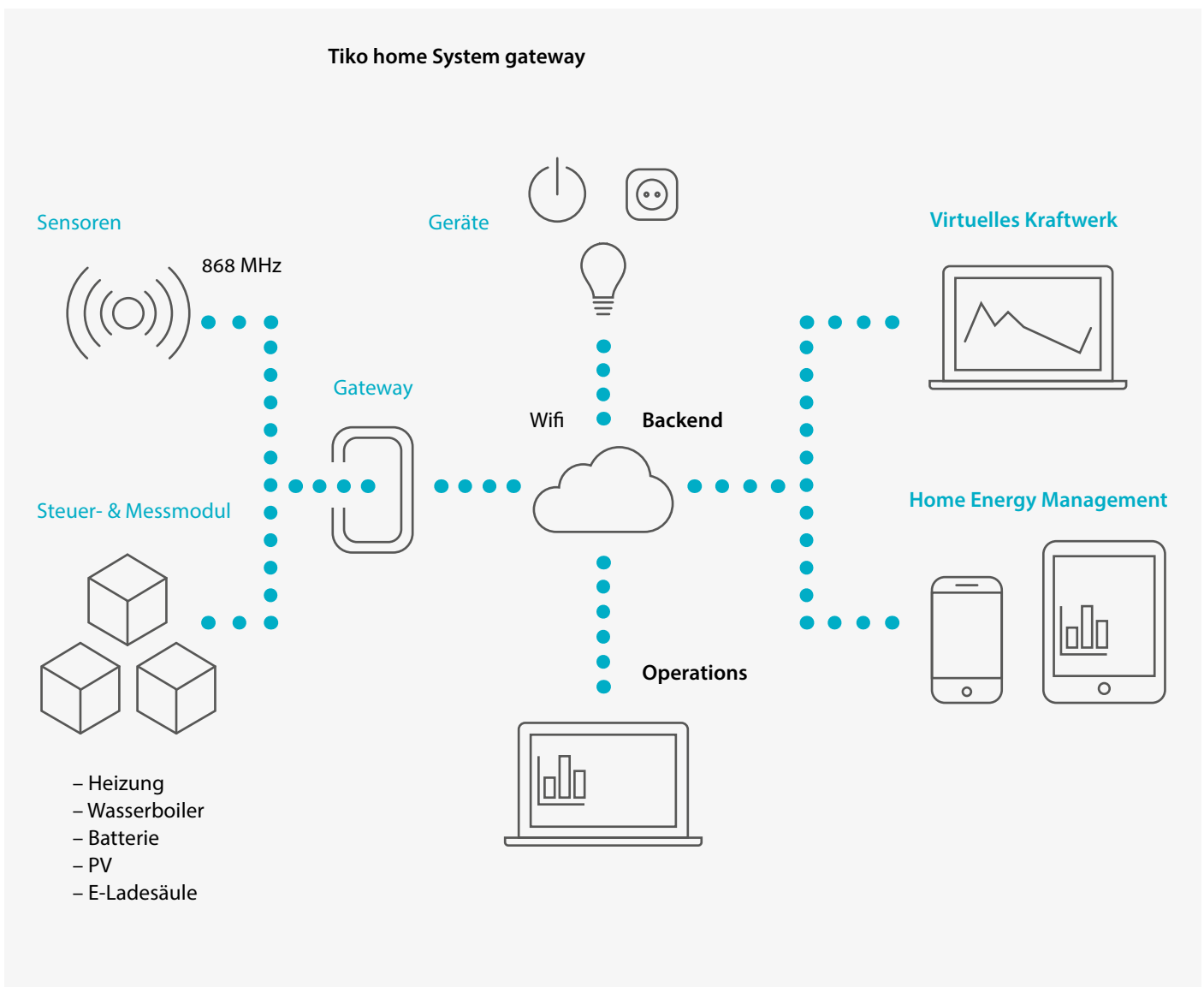
Die Smart-Home-Funktionen für den Endkunden, wie beispielsweise die Erhöhung des PV-Eigenverbrauchs, können lokal umgesetzt werden und benötigen keine zentrale Koordination. Die wichtigsten Bausteine des Systems sind die Geräte-Messeinheiten, die Gerätesteuerungen und das Gateway zur Kommunikation mit dem zentralen Backend des Systems. Ein Beispiel anhand des Tiko-Systems (siehe Abbildung 4).

Die Controlbox misst den Verbrauch bzw. die Erzeugung eines Gerätes und sendet die Messungen über PLC (Power Line Communication) an das Gateway. Das Gateway sendet die Daten an das Backend via Mobile/Ethernet, wo die Daten gespeichert werden. Für die Anzeige des Kunden-Frontends sowie die Implementierung der Befehle für die virtuellen Kraftwerksfunktionen werden die Daten aus dem Backend geholt.

Die Logik für die Schalthandlung kann im Gateway oder im Backend implementiert werden. Die Schaltung des Gerätes erfolgt über die Controlbox. Bei Wärmepumpen sollte eine Pause von 20 Minuten zwischen den einzelnen Schaltvorgängen berücksichtigt werden, es können also maximal drei Schaltvorgänge pro Stunde stattfinden.

Es sollten nur Wärmepumpen zum Schalten in Betracht gezogen werden, die in den letzten vier Stunden selbst einen Ein-Aus-Zyklus abgeschlossen haben.

Abbildung 4



Beschreibung «SG Ready»-System (SG-R)

Wird ein Verbraucher wie etwa ein Warmwasserbereiter (Boiler) ohne die Smart-Grid-Schnittstelle verwendet, entspricht dies gegenüber dem Energieanbieter der Stufe 1 (Diskret on/off) nach SG Ready-Label®.

Wird die «SG-R»-Schnittstelle zum Beispiel bei der Wärmepumpe eingesetzt, entspricht dies der Stufe 2 (Diskret diverse) nach SG Ready-Label® und bietet die Steuerungsfunktionen «Operating 1, 2, 3 und 4» sowie die Nutzung der Demand Site Flexibility von DSM (Demand Site Management) durch Energieversorger oder Dritte.

Definition Stufe 1 und 2 siehe Abbildung 6, gemäss EnV und EnEV.

Variante 1: Wärmepumpe mit Warmwasserbereiter

Variante 2: Wärmepumpe mit Heizungsspeicher und Warmwasserbereiter

Variante 3: Wärmepumpe mit Kaltwasserspeicher (Kombination von Heizungsspeicher und Warmwasserbereiter)

Abbildung 5
Steuerungsfunktionen
Quelle: BWP

	Digital Input 1	Digital Input 2	Sollwerte	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Operating Mode 1 – Sperrbefehl	1	0	-	✓	✓	✓
In diesem Mode wird der Wärmepumpenbetrieb durch den Stromnetzbetreiber (EVU-Sperre) gesperrt und umfasst üblicherweise maximal 2 Stunden «harte» Sperrzeit. Angaben zu den effektiven Sperrzeiten sind beim örtlichen EVU erhältlich.						
Operating Mode 2 – Normalbetrieb	0	0	normal	✓	✓	✓
In diesem Mode wird die Wärmepumpe mit den normalen Sollwerten betrieben. Dabei wird das Heizsystem anteilig gefüllt, um die EVU-Sperre des Stromnetzbetreibers überbrücken zu können. In diesem Mode läuft die Wärmepumpe am effizientesten.						
Operating Mode 3 – Anlaufempfehlung wegen Niedertarif	0	1	angehoben	(✓)	✓	✓
In diesem Mode wird die Wärmepumpe mit den angehobenen Sollwerten betrieben. Bei diesem Mode handelt es sich um eine Einschaltempfehlung an die Wärmepumpe aufgrund des aktuellen Niedertarifs beim Stromnetzbetreiber.						
Operating Mode 4 – Anlaufbefehl Netzbetreiber	1	1	maximal	(✓)	✓	✓
In diesem Mode wird die Wärmepumpe mit den maximalen Sollwerten betrieben. Bei diesem Mode handelt es sich um einen Anlaufbefehl (z.B. durch Stromnetzbetreiber), insofern dieser im Rahmen der Regaleinstellungen möglich ist. Dabei werden auch an die Wärmepumpe angeschlossene Notheizungen aktiviert, sofern für diesen Mode 4 in den Wärmepumpeneinstellungen der Gebrauch einer Notheizung erlaubt wurde.						

✓= Funktioniert wie beschrieben unter Einhaltung des Behaglichkeitsaspekts. Die Sollwerte werden auf die Anlage zugeschnitten vom Heizungsinstallateur vorgegeben.

(✓)= Mit diesem Mode in Kombination mit der Variante kann die Behaglichkeit leiden (in Abhängigkeit der gewählten Sollwerte), sofern die Heizkreise nicht mit Stellköpfen ausgerüstet worden sind. Deswegen werden die Sollwerte auf die Anlage zugeschnitten vom Heizungsinstallateur vorgegeben.

Beschreibung von SG-R-System mit CEM/Home-Funktionen

Datenübergabe/Flexibilitätsanforderungen von Smart Grid User Interface (SGUI)

Stufe 1: Diskret on/off

Die Datenübertragung erfolgt mittels potentialfreien Kontakten ohne Rückmeldung.

Stufe 2: Diskret diverse

Die Datenübergabe erfolgt über potentialfreie Kontakte ohne Rückmeldung. Die Wirkung kann vom Absender nur durch die Reaktion der Last überprüft werden. Die Datenübergabe ist nach einer Signalwertänderung eine gewisse Zeit undefiniert (2-3 Sekunden) ($t_{i\Sigma}$), bis ein Zustand wieder gültig ist. Jede Veränderung der Zustände bewirkt ein Zurücksetzen der laufenden Zeit, bis diese $t_{i\Sigma}$ erreicht und wieder gültig ist. Der Betreiber z.B. einer Rundsteuerung definiert $t_{i\Sigma}$ für sein System, diese ist abhängig von der aktuell verwendeten Konfiguration der Leitstelle.

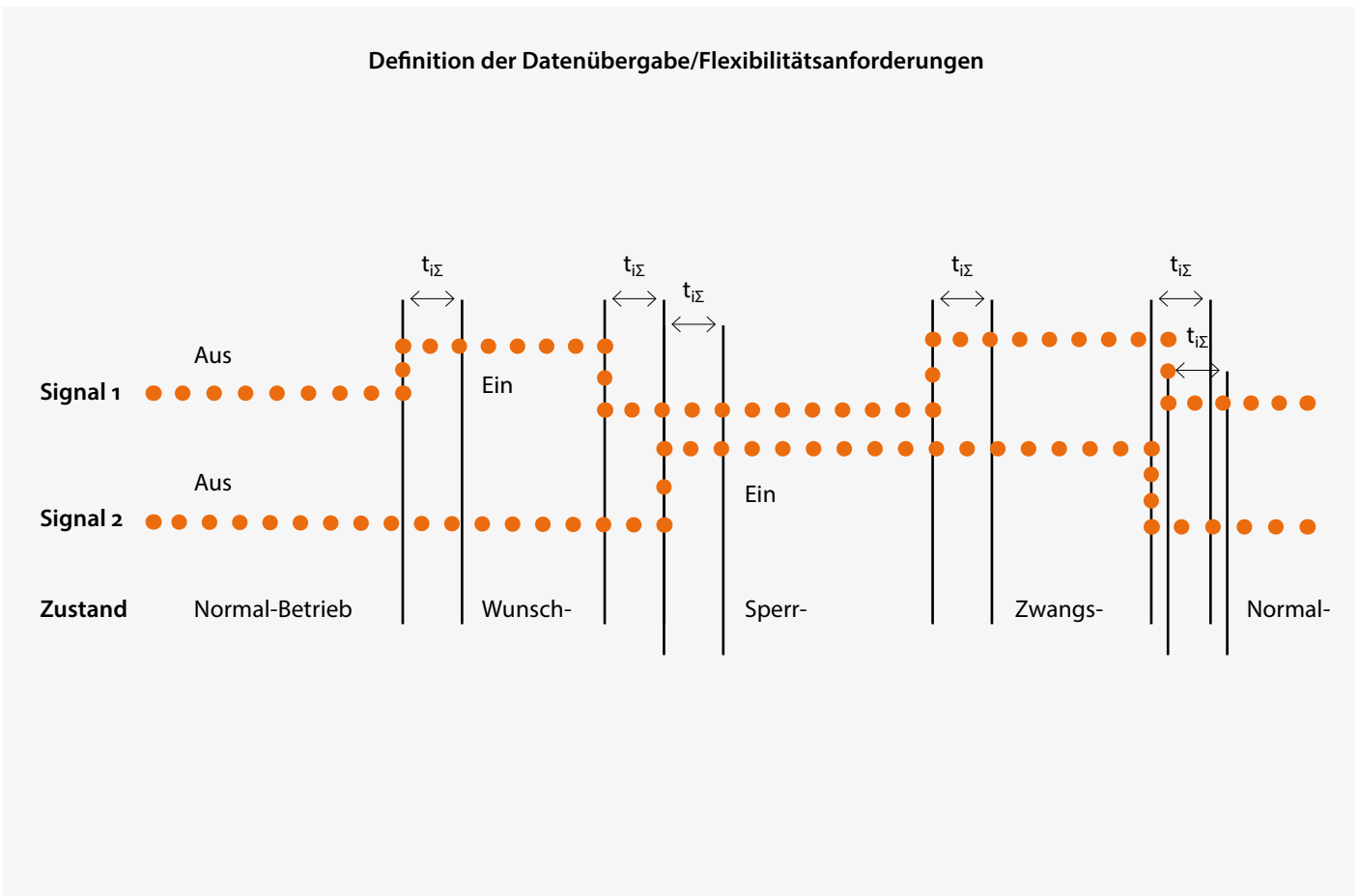
Flexibilitätsindikator

Stufe 1: Diskret on/off

Die Informationsübergabe erfolgt mittels Vertrag.

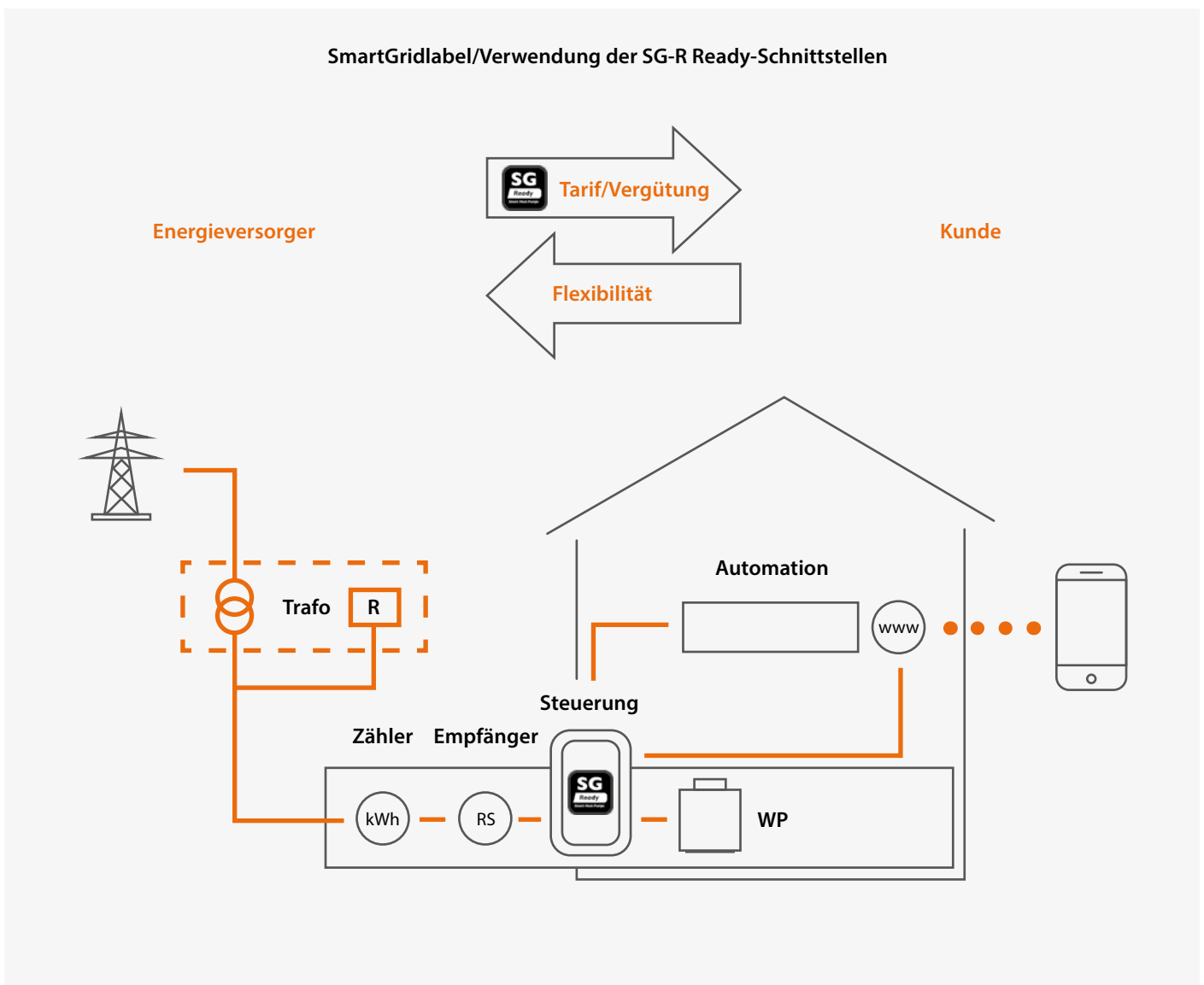
Stufe 2: Diskret diverse

Abbildung 6



Eine bei Endkunden vorhandene Automatisierungseinrichtung (z.B. ein CEM) kann neben den Sicherheitsfunktionen der Steuerung zusätzlich auf den Betriebszustand der Verbraucher (z.B. Wärmepumpe, Batterie, Elektroauto, Waschmaschine) Einfluss nehmen.

Abbildung 7

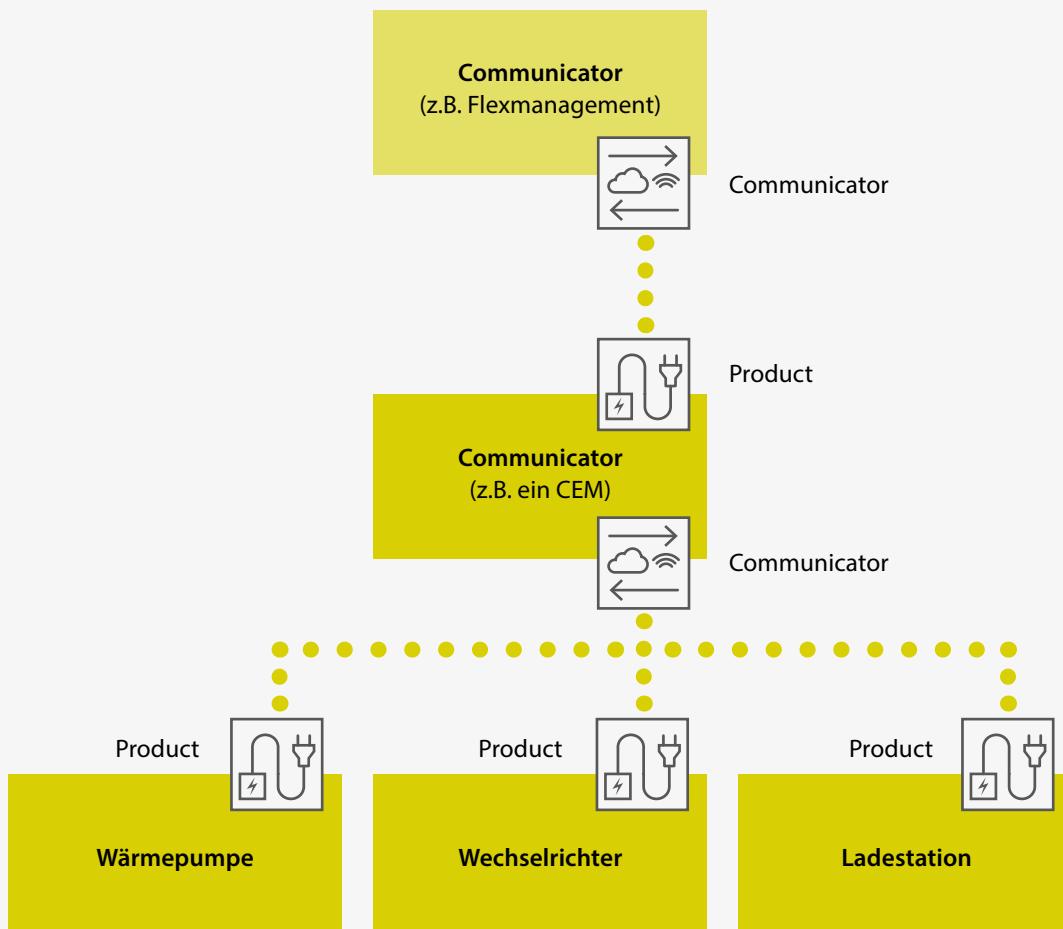


Beschreibung «SmartGridready»-System (SGr) Anwendbarkeit von SmartGridready®

SmartGridready (SGr) dient als Basis für die gerätespezifischen Schnittstellen zwischen Systemen, Gebäuden, Gebäudeverbänden, Verteilnetzen und Stromanbietern. Das Label gibt Minimalfunktionalitäten und Voraussetzungen für eine einheitliche Kommunikation vor.

Abbildung 8

SmartGridlabel/Grafische Darstellung von SGr




Stufen des Labels

Das Label ist definiert in mehrere Stufen. Ein Gerät muss die Funktionalität für Demand Response oder Demand Side Management bereitstellen. Jede Stufe unterstützt ein unterschiedliches Set von Minimalfunktionalitäten. Dabei decken höhere Stufen komplexere Funktionalitäten ab. Die Stufen beschreiben die Funktionalitäten an der Schnittstelle zwischen dem System des netzseitigen Akteurs (u.a. Stromanbieter) und demjenigen des Flexibilitätsbesitzers (u.a. Gebäude).

Die Vertragsbeziehungen zwischen den Akteuren sind nicht Teil des Labels, gleich wie die Protokolle sowie die Geräte für die technische Umsetzung.

Tabelle 1
SmartGridlabel/Die Stufen und
entsprechende Funktionen des
SmartGridready® Labels

Minimalfunktionen pro Stufe:

Stufe von SmartGridready®	Funktionen	Beispiel von Anwendungen (Use Cases)
1: Diskret, On/Off (EVU Sperre)	Aus- und Freischalten der Anlage oder Tarifschaltung	On/Off-Zugriff auf Geräte für Regelenergie, Lastverschiebung, Hoch- und Niedertarif
2: Diskret, diverse 	Diskrete gerätespezifische Zustände/Sollwerte oder Tarifschaltung	Abregelung von Photovoltaikanlagen in mehreren Stufen, SGReady-Wärmepumpen
3: Kontinuierlich, statisch	Fix definierte Kennlinien/Profile oder Tarifvereinbarungen	Q(U) für Photovoltaikanlage
4: Kontinuierlich, dynamisch	Dynamische (Echtzeit-): 1. Tarife oder Sollwerte 2. Dynamisch verändernde Parameter einer Kennlinie	Leistungsbegrenzung am Hausanschluss mittels Beeinflussung der Ladeleistung eines E-Mobils
5: Reserve		
6: Prognose	Verhalten anhand eines Zeitprofils wie zum Beispiel bezüglich Preise/Preisprofil, selbstprognostizierte Werte, CO ₂ - oder Sollwerte	

Beschreibung von SGr-System mit CEM/Home-Funktionen

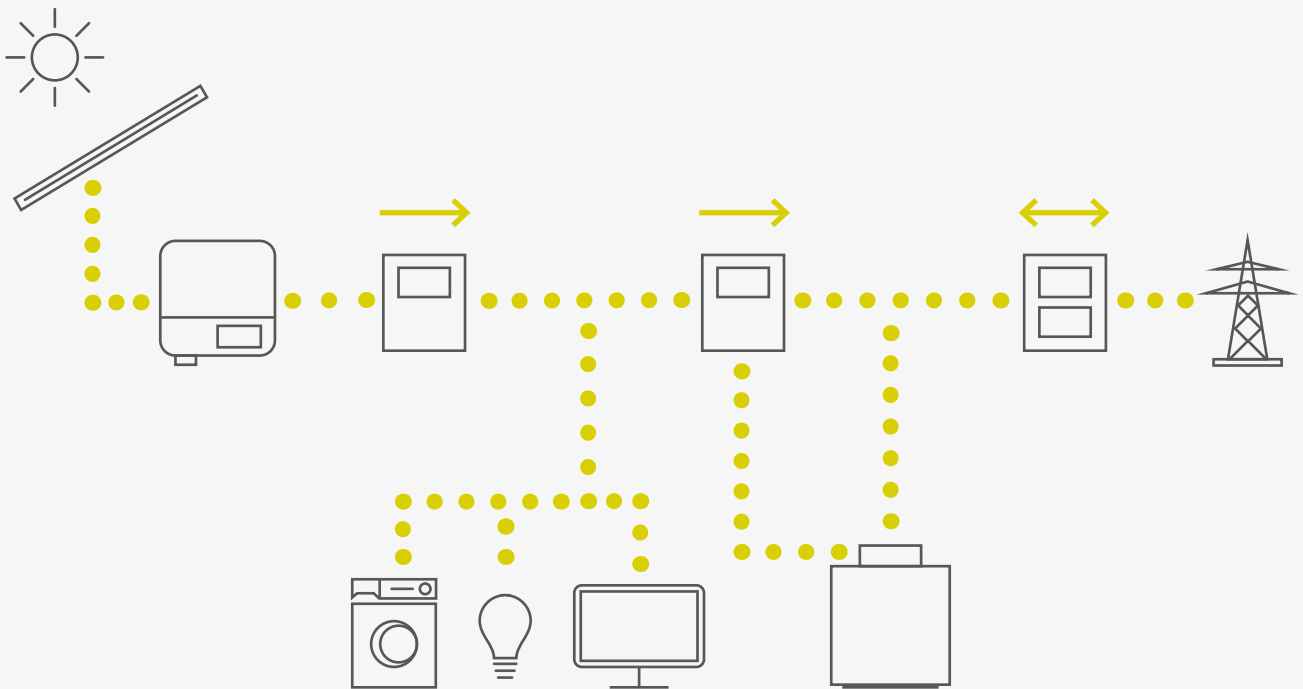
Datenaustausch zwischen CEM und Wärmepumpe

data point 1 or analog (DI 1/DI 2) = operating mode 1 till 4
 data point 2 = energy offering (e.g. local power source)
 data point 3 = energy consumption

Das CEM erhält die Stufenvorgabe von SmartGridready respektive die Angabe der lokal produzierten Strommenge und übergibt diese Information mit dem data point 2 (energy offering) an den Verbraucher (z.B. Wärmepumpe). Die Wärmepumpe versucht, energieneutral aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften auf den eingestellten Sollwert << maximal >> zu gelangen. Durch die Rückmeldung (energy consumption) kann das CEM den lokal erzeugten vorrätigen Strom (z.B. Photovoltaikanlage) bestens zur Netzentlastung und Eigenstromverbrauchssteigerung verteilen. datapoint 2 kann SG-Mode 1-3 überlagern, wenn er genügend gross ist. Dies entscheidet die Wärmepumpe selber, da die Verantwortlichkeit über Funktion und Dienstleistungen bei den Wärmepumpenherstellern liegt.

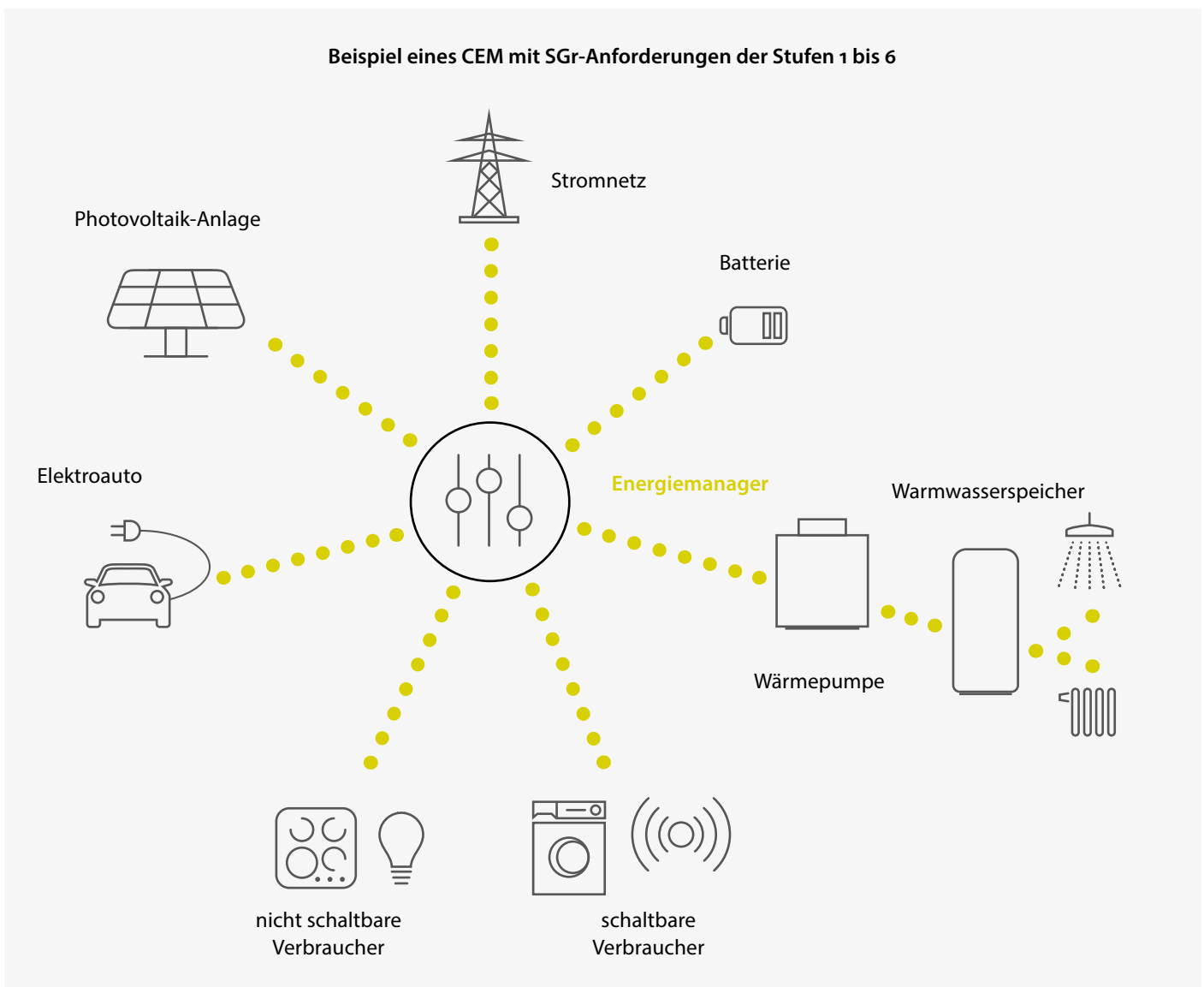
Abbildung 9

Eigenstromnutzung



Verfügt eine Wärmepumpe über einen Energiemanager (CEM/Customer Energie Manager) zur Kommunikation mit dem Verteilnetzbetreiber (VNB) und Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) können alle SGr-Anforderungen erfüllt werden.

Abbildung 10
Quelle: (BDH/Informationsblatt 68)



Garantie nach Lieferung und Leistung vom Kältekreismodul (Wärmepumpe, Lüftungs-Gerät)/Detaillierte SGr-Anforderungen

Primärer Regelbereich

In diesem Bereich regelt die Wärmepumpe selbständig. Externe Grössen (abgesehen von EVU-Sperre) dürfen die Regelung der Wärmepumpe nicht einschränken. Garantie und Leistung (z.B. Kompressor) wird durch Kältekreis-Lieferant sichergestellt.

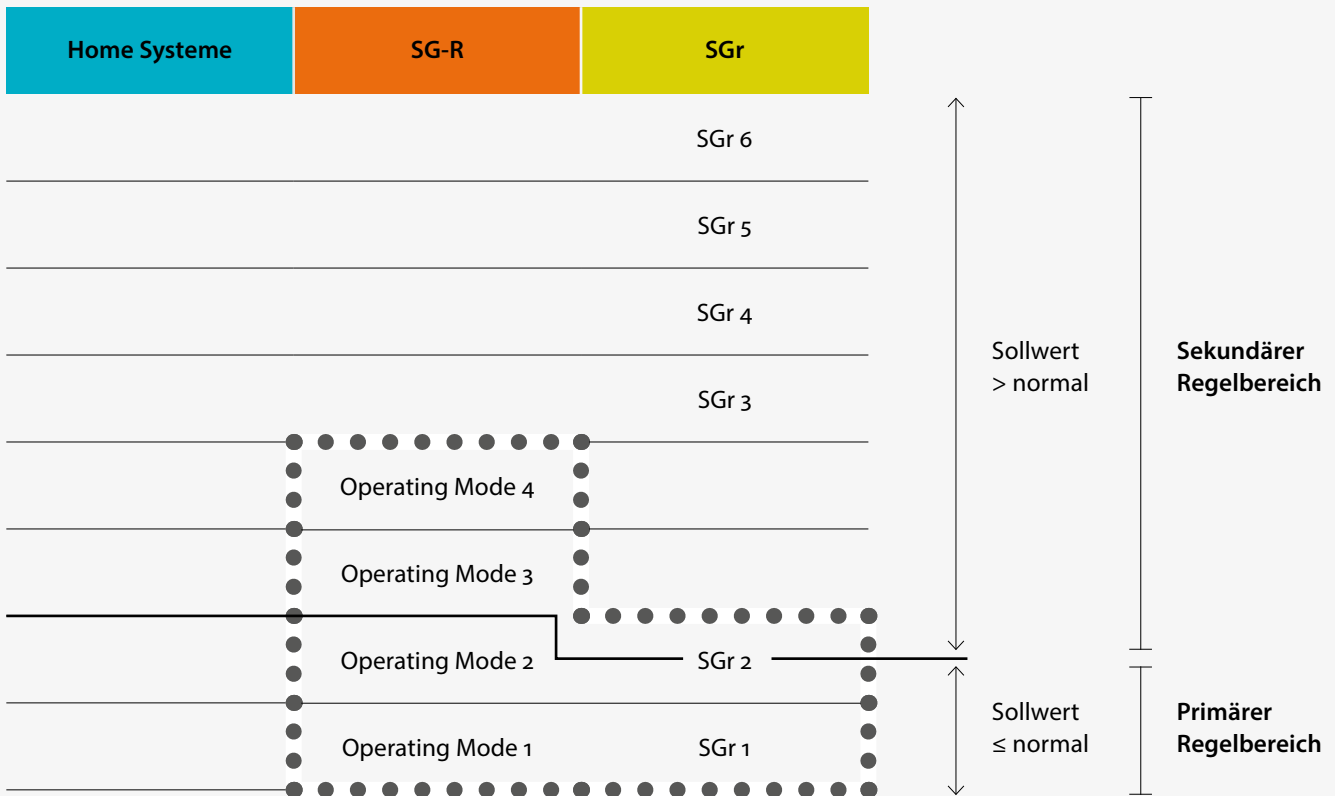
Sekundärer Regelbereich

Regelbereich für SG-R-, SGr- und Home-System. Bei defekten Komponenten der Wärmepumpe innerhalb der Wärmepumpen-Garantie und gleichzeitiger Einbindung von Regelenergie wird die Garantie durch den Regelenergie-Erzeuger sichergestellt (z.B. Aggregator oder Wärmepumpenhersteller).

Für den sekundären Regelbereich müssen die zusätzlichen Betriebsstunden und Schaltzyklen der Wärmepumpe auf der Wärmepumpe erhoben werden (Wärmepumpen-System-Modul).

Abbildung 11

Übersicht der Stufen/Operating Modes der verschiedenen Label



Zusammenfassung

- Home-Systeme sind nur bedingt anwendbar, wenn Wärmepumpen im Sinne von SGr oder SG-R genutzt werden sollen.
- Home-Systeme müssen für die SGr-Nutzung den Standardanforderungen für SGr entsprechen.
- Home-Systeme müssen für die SG-R-Nutzung die Standardanforderungen für SG-R erfüllen.

Wenn die Wärmepumpe eines Endkunden über die 4 Betriebsfunktionen (gemäss SG-R/BWP) verfügt, entspricht dies den SG-R-Anforderungen. Um die Wärmepumpe entsprechend zu betreiben, ist eine zugehörige Vereinbarung mit einem Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) oder Verteilnetzbetreiber (VNB) nötig.

Die Verantwortlichkeit über Funktion und Dienstleistungen ist in der Verantwortung des CEM-Lieferanten.

Bei Wärmepumpen sollte eine Pause von 20 Minuten zwischen den einzelnen Schaltvorgängen berücksichtigt werden, es können also maximal drei Schaltvorgänge pro Stunde stattfinden.

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Beschreibung
APN	Access Point Name
BWP	Bundesverband Wärmepumpe
CEM	Customer Energy Manager (Aggregator/Flexibilitäts-Dienstleister)
DSM	Demand Site Management
EMS	Energy Manager Systeme
EnEV	Energieeffizienzverordnung
EnV	Energieverordnung
EVU	Elektroversorgungsunternehmen
HSR	Home-Systeme mit Regelenergie
kWh	Kilowattstunde
PLC	Power Line Communication
PV	Photovoltaik
SGr	SmartGridready
SG-R	SG Ready
SGUI	Smart Grid User Interface
VNB	Verteilnetzbetreiber
WP	Wärmepumpe

Impressum

Herausgeberin
GebäudeKlima Schweiz
www.gebaeudeklima-schweiz.ch

Merkblatt
Smart Energy Systeme

©GebäudeKlima Schweiz



GebäudeKlima
Schweiz

Schweizerischer Verband für Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik

Rötzmattweg 51 | CH-4600 Olten | Telefon +41 (0)62 205 10 66 | Fax +41 (0)62 205 10 69

E-Mail: info@gebaeudeklima-schweiz.ch | Web: www.gebaeudeklima-schweiz.ch