

Use Cases für eine flexible Energieversorgung von Gebäuden oder Quartieren (Bericht D 1.2)

Autoren:

Dr. Severin Beucker

Simon Hinterholzer

Inhalt

Inhalt.....	2
1 Einleitung	3
2 Fall 2a: Teilflexibilisierte Betriebsführung für eine gebäude- bzw. quartiersbezogene Erzeugungs- und Verbrauchsoptimierung von Wärm und Strom	4
2.1 Beschreibung des Use Cases	4
2.1.1 Name des Use Cases.....	4
2.1.2 Abgrenzung und Ziel des Use Cases	4
2.1.3 Textliche Beschreibung des Use Cases.....	4
2.1.4 Grundsätzliche Anmerkungen	5
2.1.5 Diagramm, bildliche Darstellung des Use Cases	6
2.2 Technische und organisatorische Anforderungen an den Use Case.....	7
2.2.1 Akteure	7
2.2.2 Auslöser, Voraussetzungen, Annahmen	8
2.2.3 Weitere Informationen zur Klassifizierung/ Mapping der Use Cases	8
2.3 Schrittweise Analyse des Use Cases	9
2.3.1 Unterteilung in Szenarien	9
2.3.2 Einzelschritte der Szenarien (mehrere Szenarien pro Use Case möglich).....	9
2.4 Ausgetauschte Information.....	10
2.5 Gemeinsame Begriffe und Definitionen.....	11
3 Fall 2b: Teilflexibilisierte Betriebsführung für Abwägung zwischen gebäudebezogener Erzeugungs- und Verbrauchsoptimierung sowie dem Angebot von Regelleistung	11
3.1 Beschreibung des Use Cases	11
3.1.1 Name des Use Cases.....	11
3.1.2 Abgrenzung und Ziel des Use Cases	11
3.1.3 Textliche Beschreibung des Use Cases.....	11
3.1.4 Grundsätzliche Anmerkungen	12
3.1.5 Diagramm, bildliche Darstellung des Use Cases	13
3.2 Technische und organisatorische Anforderungen an den Use Case.....	14
3.2.1 Akteure	14
3.2.2 Auslöser, Voraussetzungen, Annahmen	15
3.2.3 Weitere Informationen zur Klassifizierung/ Mapping der Use Cases	15
3.3 Schrittweise Analyse des Use Cases	16
3.3.1 Unterteilung in Szenarien	16
3.3.2 Szenarien (mehrere Szenarien pro Use Case möglich).....	17
3.3.3 Ausgetauschte Information.....	20
3.3.4 Gemeinsame Begriffe und Definitionen.....	20

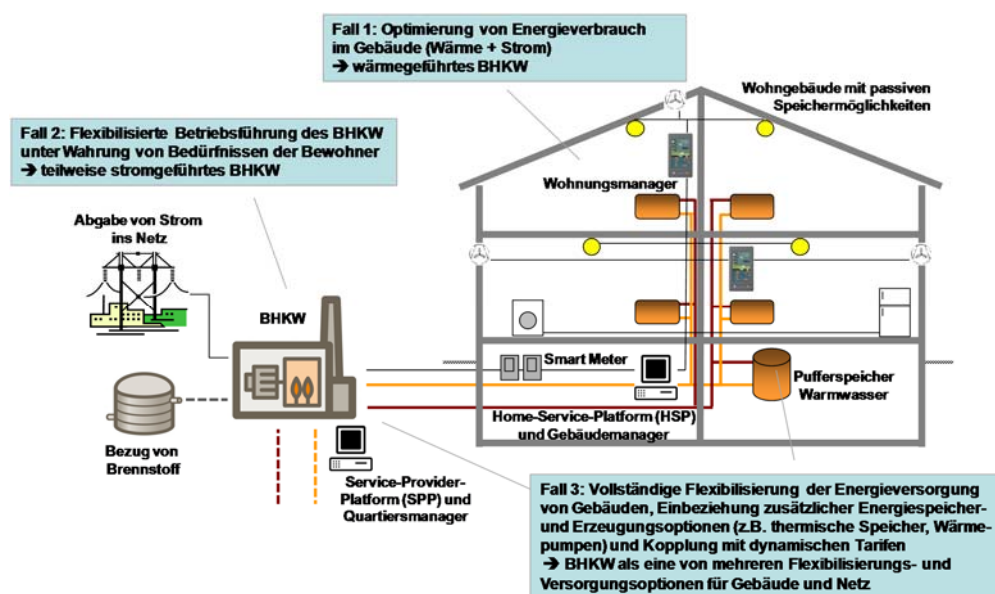
1 Einleitung

Auf dem ProSHAPE- Projekttreffen am 16. Dezember 2014 wurden erste Entwürfe für Use Cases (Anwendungsszenarien) einer flexiblen Energieversorgung von Wohngebäuden und -quartieren vorgestellt. Aus anfänglich drei Modellen (Fall 1: Wärmeorientierte Optimierung von Energieverbrauch im Gebäude (Status Quo), Fall 2: Teilflexibilisierte Betriebsführung von dezentralen Energieerzeugungsanlagen und Fall 3: Vollständige Flexibilisierung der Energieversorgung von Gebäuden (Zukunft)), wurde Fall 2 als der für das Vorhaben ProSHAPE relevanteste ausgewählt. Dieser wurde im Rahmen einer Diskussion zwischen den Projektpartnern in zwei Unterfälle unterteilt, die für die Entwicklung von Geschäftsmodellen weiter ausgearbeitet werden sollen. Die im Projekttreffen identifizierten Unterfälle sind alle Varianten einer teilflexibilisierten Betriebsführung von dezentralen Energieerzeugungsanlagen und werden folgendermaßen definiert:

- Fall 2a: Teilflexibilisierte Betriebsführung von dezentralen Energieerzeugungsanlagen für eine gebäude- oder quartiersbezogene Erzeugungs- und Verbrauchsoptimierung von Wärme und Strom;
- Fall 2b: Teilflexibilisierte Betriebsführung mit dem zusätzlichen Ziel, zwischen einer gebäude- oder quartiersbezogenen Erzeugungs- und Verbrauchsoptimierung sowie der Einspeisung von Regelleistung in das Netz abzuwägen. Impulse hierfür können aus dynamischen Strompreisen resultieren, die auf Lastspitzen oder Spannungsschwankungen, etc. reagieren. Ob eine weitere Unterteilung dieses Falls je nach auslösendem Ereignis sinnvoll ist, soll im Rahmen der Geschäftsmodellentwicklung entschieden werden.

Die Beschreibung der Use Cases in den folgenden Kapiteln erfolgt in Anlehnung an die von der Deutschen Kommission für Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (DKE) entwickelte und für die AUTONOMIK 4.0 Projekte vorgeschlagenen Methoden und Vorlagen zur Erfassung von Use Cases, um eine eventuell später erfolgende Abstimmung mit anderen Fällen im Standardisierungsprozess zu erleichtern. Ziel dieser Dokumentation ist, die Use Cases aus ProSHAPE in den Katalog der DKE (Use Case Repository) zu übernehmen und sie dort neben anderen (z.B. aus den E-Energy-Vorhaben) verfügbar zu machen.

Abbildung 1: Use Cases für eine flexible Energieversorgung von Gebäuden und Quartieren (Quelle: eigene)



2 Fall 2a: Teilflexibilisierte Betriebsführung für eine gebäude- bzw. quartiersbezogene Erzeugungs- und Verbrauchsoptimierung von Wärme und Strom

2.1 Beschreibung des Use Cases

In Anlehnung an den in Kap. 1 beschriebenen Fall 2a „Teilflexibilisierte Betriebsführung von dezentralen Energieerzeugungsanlagen für eine gebäude- oder quartiersbezogene Erzeugungs- und Verbrauchsoptimierung von Wärme und Strom“ wird der Use Case folgendermaßen definiert:

2.1.1 Name des Use Cases

Identifizierung des Use Cases		
ID	Area / Domain(s)/ Zone(s)	Name des Use Cases
2a	Metering; Room; Building	Teilflexibilisierte Betriebsführung von dezentralen Energieerzeugungsanlagen für eine gebäude- bzw. quartiersbezogene Erzeugungs- und Verbrauchsoptimierung von Wärme und Strom

2.1.2 Abgrenzung und Ziel des Use Cases

Abgrenzung und Ziel des Use Cases	
Abgrenzung	Leistungsanpassung des BHKW an den Energiebedarf im Gebäude/ Quartier (Wärme und Strom) im Rahmen vorgegebener Grenzen.
Ziel	Kostenoptimierte Betriebsweise von einem Blockheizkraftwerk mit zeitlich flexibler Stromerzeugung. Bereitstellung von elektrischer Energie für den Eigenstrombedarf im Gebäude/ Quartier sowie von Wärme
Verwandte bzw. ableitbare Geschäftsmodelle	-

2.1.3 Textliche Beschreibung des Use Cases

Textliche Beschreibung des Use Case
Kurzbeschreibung
BHKW in Wohngebäuden bieten je nach Verfügbarkeit bzw. Dimensionierung von Speichern und Spitzenlastkessel Flexibilität in Bezug auf Betriebszeiten und Leistung. Diese Flexibilität kann an die Verbrauchsleistung angepasst werden, um die Eigenstromversorgung zu maximieren (und damit den Fremdbezug zu minimieren), wodurch die Wirtschaftlichkeit der Anlagen erhöht wird.
Vollständige Beschreibung
In Wohngebäuden wird Strom und Wärme mit schwankendem Bedarf benötigt. Der Wärmebedarf hängt vor allem von der Gebäudephysik, Saison (Temperatur) und dem Nutzerverhalten ab, beim Strom spielen die technische Ausstattung sowie Energieeffizienz der Verbraucher/ Geräte in den Haushalten eine große Rolle. Wärme- und Strombedarf korreliert daher nicht unbedingt miteinander. Um mit einem Blockheizkraftwerk eine hohe Abdeckung

beider Energiebedarfe zu erreichen, sind Speicher sowie eine zeitliche Variabilität der Erzeugung notwendig. Existiert eine ausreichende Kapazität an thermischen Speichern, kann z.B. das Erzeugungsprofil eines Blockheizkraftwerks an den Bedarf der elektrischen Last im Gebäude/ Quartier angepasst werden (stromorientierter Betrieb). Ein höherer Eigenverbrauchsanteil von Strom im Gebäude bedeutet für ein Blockheizkraftwerk eine verbesserte Wirtschaftlichkeit, da die Einspeisevergütung (derzeit ca. 10-12 Ct/kWh) deutlich unter den Strombezugskosten für Privathaushalte (derzeit ca. 30 Ct/kWh) liegt.

Wärmespeicher werden in der Praxis vorrangig durch thermisch sensible Wasserbehälter realisiert. Diese arbeiten in einem Temperaturband, das durch den Rücklauf aus dem Heizsystem und den Vorlauf einer Wärmequelle (BHKW) begrenzt wird. Ergänzend dazu sorgt die Masse des beheizten Bauwerks passiv für eine Temperaturstabilisierung. Durch intelligente Regelalgorithmen, welche mit Prognosen, vorgegebenen Sollwerten sowie Erfahrungswerten Lastverläufe vorhersagen, kann die Gebäudemasse als aktiver Wärmespeicher erschlossen werden. Dazu ist erforderlich, dass geringe Abweichungen ($< 1^{\circ}\text{C}$) der Raumtemperatur zugelassen werden, um Wärme je nach Situation in der Gebäudemasse zu speichern bzw. diese zu entladen.

Ein flexibler Betrieb von Blockheizkraftwerken kann je nach Modell durch variable Leistungsanpassung oder durch An-/Ausschalten des Moduls umgesetzt werden. Begrenzt wird die Flexibilität für die Stromerzeugung durch die starke saisonale Schwankung des Wärmebedarfs. Je nach Dimensionierung des Blockheizkraftwerks und der ganzjährigen Grundlast z.B. für Warmwasser sind trotzdem hohe Vollaststunden für das Blockheizkraftwerk realisierbar.

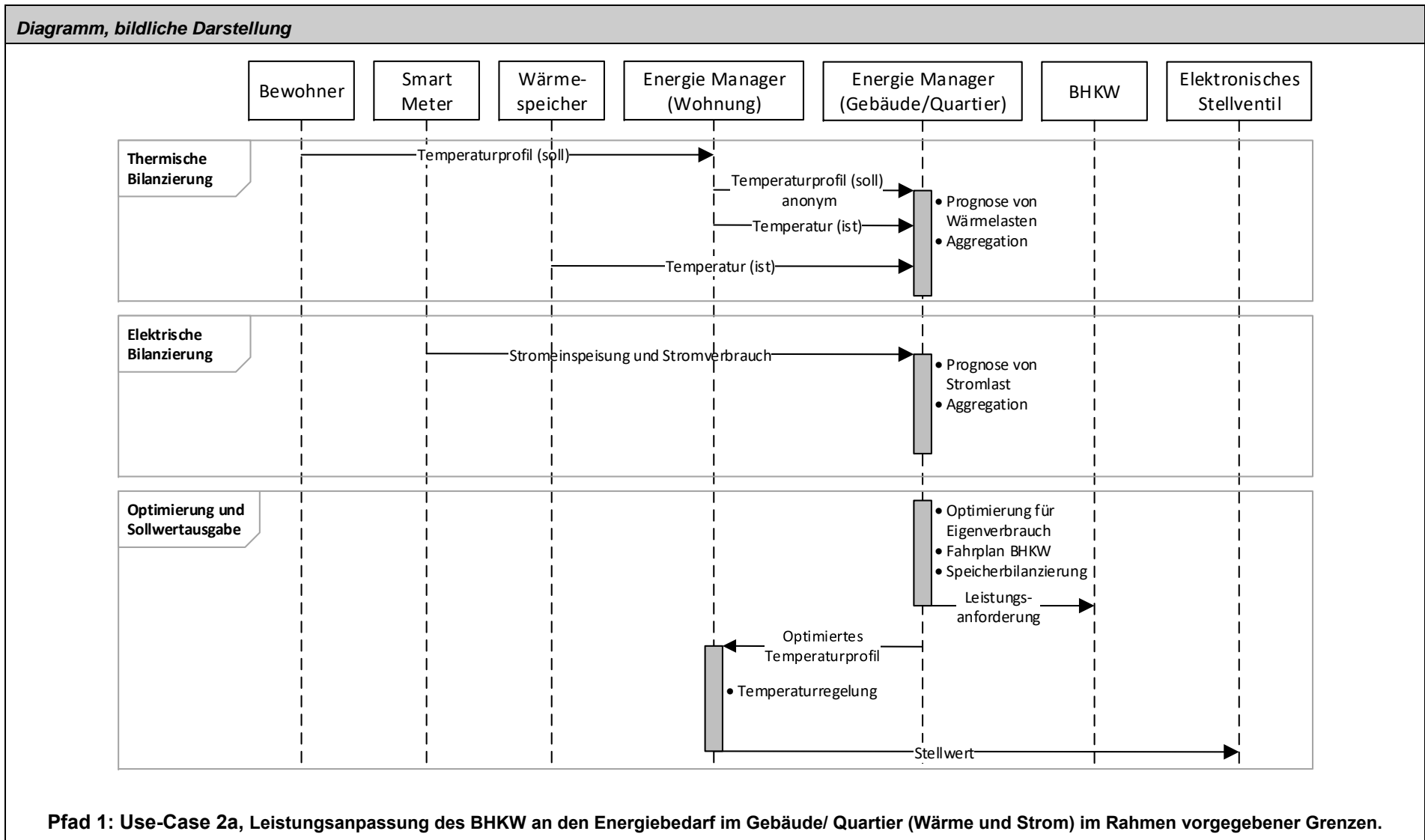
2.1.4 Grundsätzliche Anmerkungen

Grundsätzliche Anmerkungen

Eine grundlegende Regelung der Wärmeversorgung ist vorhanden und handelt übergeordnet. Die flexible Stromanforderung bewegt sich in dem zeitlichen Spielraum, der durch thermische Speicherfähigkeit geschaffen wird.

Schalbare Verbrauchsgeräte sowie weitere Erzeuger (z.B. PV) werden in diesem Use Case vorerst nicht berücksichtigt.

2.1.5 Diagramm, bildliche Darstellung des Use Cases



2.2 Technische und organisatorische Anforderungen an den Use Case

2.2.1 Aktoren

Aktoren (Element, das eine Eingangsgröße in eine andersartige Ausgangsgröße umwandelt)			
Gruppierung		Beschreibung der Gruppe	
-		-	
Aktor Name <i>see Actor List</i>	Aktor Typ <i>see Actor List</i>	Aktor Beschreibung <i>see Actor List</i>	Weitere spezifische Informationen für diesen Use Case
Bewohner	-	Bewohner des versorgten Gebäudes	-
Smart Meter	Messeinrichtung mit Datenschnittstelle	Messsystem, bestehend aus einem Messendgerät, einer Kommunikationseinheit, mindestens einer Dienstplattform und erweiterten Messdiensten (E-Energy Glossar)	Misst aktuelle Leistung, nimmt Tarifinformationen standardisiert auf und gibt diese an den Energiemanager weiter
Wärmespeicher	Speicher	Wärmespeicher in Form eines Wasserspeichers, über dessen Temperaturband Wärme gespeichert werden kann.	Wird das BHKW aufgrund von Stromanforderung gestartet, kann die Wärme bei Überschüssen hier gespeichert werden.
Energiemanager (Wohnung)	Informations- und Kommunikationstechnik (IKT)	Software auf einem Rechnersystem zur Automatisierung des Energiemanagements in der Netznutzerdomäne „Wohnung“ (E-Energy Glossar)	Embedded PC mit spezieller Middleware für die Wohnungsregelung. Erfasst über User-interface u.a. die Temperaturprofile für die Einzelräume und gibt diese anonymisiert weiter.
Energiemanager (Gebäude/Quartier)	Informations- und Kommunikationstechnik (IKT)	Software auf einem Rechnersystem zur Automatisierung des Energiemanagements in der Netznutzerdomäne „Gebäude, Quartier“ (E-Energy Glossar)	Embedded PC mit spezieller Middleware für Gebäuderegelung. Erstellt und optimiert Fahrpläne für eine kostengünstige Wärme- und Stromversorgung.
Blockheizkraftwerk (BHKW)	Erzeugungseinheit (s. E-Energy Glossar)	Ein Blockheizkraftwerk stellt Wärme und Strom gekoppelt zur Verfügung und erreicht so sehr hohe exergetische Wirkungsgrade.	Idealerweise sollte das BHKW die Leistung in einem weiten Bereich modulieren können, um eine hohe Flexibilität bereitzustellen.
Stellventil	Elektrisches Stellglied	Ein Ventil welches durch elektrischen Strom gesteuert werden kann und dadurch den Durchfluss an einem Heizkörper reguliert	Das ausführende Stellglied, das eine Anwenderorientierte und flexible Wärmeversorgung im Gebäude ausführt.

2.2.2 Auslöser, Voraussetzungen, Annahmen

Bedingungen des Use Cases			
Aktor / System / Information / Auftrag	Auslösendes Ereignis	Voraussetzungen	Annahmen
Smart Meter	Stromverbrauch/ -bezug variiert, Stromtarif variiert	-	-
Wärmebedarf	-	Wärmebedarf in absehbarer Zeit prognostizierbar	-
Wärmespeicher	-	Speichertemperatur < max. Speichertemperatur	-
BHKW		Verbrauchsleistung innerhalb des regelbaren Bereiches des BHKW	
Quartier			Der Wärme- und Strombedarf kann in größerem Maß aus Eigenerzeugung gedeckt werden. Dadurch ist eine kostengünstige Energieversorgung möglich

2.2.3 Weitere Informationen zur Klassifizierung/ Mapping der Use Cases

Klassifizierungsinformationen
Verhältnis zu anderen Use Cases
-
Grad der Detaillierung
-
Priorität
-
Generelle, regionale oder nationale Beziehung
-

2.3 Schrittweise Analyse des Use Cases

2.3.1 Unterteilung in Szenarien

Bedingungen des Szenarios					
No.	Name des Szenarios	Primärer Akteur	Auslöser	Voraussetzung	Endzustand
1	Maximierung des Eigenstromverbrauchs unter Berücksichtigung des Wärmebedarfs	Smart Meter	Der Energieverbrauch variiert	Wärme kann abgenommen werden	Stromerzeugung gleich Stromverbrauch (Idealfall)
2	Wärmeeinspeicherung in das Gebäude bei Stromanforderung und Wärmeüberschuss	Energiemanager	Pufferspeicher ist annähernd auf maximaler Temperatur von oben bis unten durchgeladen	Heizwärmebedarf in den nächsten Stunden prognostizierbar	Wärme wird in Gebäude eingespeichert

2.3.2 Einzelschritte der Szenarien (mehrere Szenarien pro Use Case möglich)

Szenario								
Name :		Maximierung des Eigenstromverbrauchs unter Berücksichtigung des Wärmebedarfs						
Nr.	Ereignis	Name von Prozess/ Aktivität	Beschreibung von Prozess/ Aktivität	Service	Erzeuger von Information (Aktor)	Empfänger von Information (Aktor)	Ausgetauschte Information	Voraussetzungen
1	P_V Verändert sich	Verbrauchsleistung variiert	Die elektrische Leistung der Verbraucher verändert sich	-	Smart Meter	HSP	$P_V = X \text{ W}$	$\Delta P > \Delta P_{\min}$
2	ΔP an HSP	Berechnung der idealen Leistung	In einem Messintervall soll die Energiebilanz gegen 0 gehen	-	HSP	BHKW	$P_S = Y \text{ W}$	-
3	ΔP an BHKW	BHKW Sollleistung ändert sich	BHKW passt die Leistung an	-	BHKW-Regler	-	$P_S = Y \text{ W}$	$P_{\min} < P_S < P_{\max}$

P_V : Elektrische Leistung der Verbraucher, ΔP : Leistungsdifferenz, ΔP_{\min} : Reglerempfindlichkeit (Hysterese), P_S : Soll-Leistung BHKW, P_{\min} , P_{\max} : minimale -/ maximale BHKW Leistung

Szenario								
Name :		Wärme-Einspeicherung in das Gebäude bei Stromanforderung und Wärmeüberschuss						
N r.	Ereignis	Name von Prozess/ Aktivität	Beschreibung von Prozess/ Aktivität	Service	Erzeuger von Information (Aktor)	Empfänger von Information (Aktor)	Ausgetauschte Information	Voraussetzungen
1	$T_{SP} \geq T_{SP, max}$	Speichertemperatur wird maximal	Wärmezufuhr größer als Wärmeabnahme, Temperatur steigt	-	Speichersensorik	Energiemanager	Temperatur	-
2	Schritt 1 erfolgreich	Stromanforderung für BHKW	Trotz fehlender Wärmeabgabemöglichkeit in den Speicher wird Strom angefordert	-	Energiemanager in Szenario 1 oder 2	Energiemanager	Sollwert BHKW	-
3	Wärmeüberschuss	Erhöhung der Temperaturprofile	Aufgrund von Wärmeüberschuss wird die Raum-Solltemperatur erhöht	-	Energiemanager	Wohnungsmanager	Temperaturerhöhung	-
4	Temperaturerhöhung	Erhöhung der Heizleistung	Durch öffnen der Stellventile wird die Heizleistung erhöht	-	Wohnungsmanager	Stellventil	Stellsignal	-

T_{SP} : Speichertemperatur, $T_{SP, max}$: maximale Speichertemperatur

2.4 Ausgetauschte Information

Ausgetauschte Information		
Bezeichnung der Information (ID)	Beschreibung der ausgetauschten Information	Anforderungen an Daten
Verbrauchsleistung Strom	Aktueller Stromverbrauch einer Wohnung bzw. eines Gebäudes	Kontinuierlich, negativ für Einspeisung
Verbrauchsleistung Wärme	Aktueller Wärmeverbrauch einer Wohnung bzw. eines Gebäudes	...
Erzeugungsleistung	Erzeugungsleistung eines BHKWs	Kontinuierlich, $[P_{BHKW}] = X \text{ kW}$
Sollwert BHKW	Vorgabe eines Leistungswertes für ein BHKW	$[P_S] = 0 - P_{Nenn} \text{ kW, BHKW}$
Speichertemperatur	Relevante Speichertemperatur	$[T] = 0 - 100 \text{ °C}$
Wärmeüberschuss	Leistung der abzuführenden Wärme	$[P] = \text{kW}$
Raum-Solltemperatur-Erhöhung	Erhöhung der Raumtemperatur	$[\Delta T] = \text{°C}$

$P_{Nenn, BHKW}$: Nennleistung BHKW

2.5 Gemeinsame Begriffe und Definitionen

Gemeinsame Begriffe und Definitionen	
Begriff	Definition
-	-

3 Fall 2b: Teilflexibilisierte Betriebsführung für Abwägung zwischen gebäudebezogener Erzeugungs- und Verbrauchsoptimierung sowie dem Angebot von Regelleistung

3.1 Beschreibung des Use Cases

In Anlehnung an den in Kap. 1 beschriebenen Fall 2b „Teilflexibilisierte Betriebsführung mit dem zusätzlichen Ziel zwischen einer gebäude- oder quartiersbezogenen Erzeugungs- und Verbrauchsoptimierung sowie der Einspeisung von Regelleistung in das Netz abzuwägen“ wird der Use Case folgendermaßen definiert:

3.1.1 Name des Use Cases

Identifizierung des Use Cases		
ID	Area / Domain(s)/ Zone(s)	Name des Use Cases
UC 2b		Teilflexibilisierte Betriebsführung von dezentralen Energieerzeugungsanlagen für eine gebäude- bzw. quartiersbezogene Erzeugungs- und Verbrauchsoptimierung von Wärme und Strom

3.1.2 Abgrenzung und Ziel des Use Cases

Abgrenzung und Ziel des Use Cases	
Abgrenzung	Optimierung der Energienutzung im Gebäude (Wärme und Strom) sowie Bereitstellung von flexibler Energie (Strom) für Netzeinspeisung
Ziel	Kostenoptimierte Betriebsweise von einem Blockheizkraftwerk mit zeitlich flexibler Stromeinspeisung. Bereitstellung von elektrischer Energie zu Hochpreiszeiten und zum Ausgleich von regenerativen Energiequellen mit fluktuierender Erzeugung.
Verwandte bzw. ableitbare Geschäftsmodelle	-

3.1.3 Textliche Beschreibung des Use Cases

Textliche Beschreibung des Use Cases
Kurzbeschreibung

BHKW in Wohngebäuden bieten je nach Verfügbarkeit bzw. Dimensionierung von Speichern und Spitzenlastkessel Flexibilität bei den Betriebszeiten und der Leistungsanpassung. Diese Flexibilität kann genutzt werden, um den Strombezug aus dem Netz maximal zu reduzieren, wodurch die Wirtschaftlichkeit der Anlagen optimiert werden kann. Zusätzlich kann jedoch durch Stromeinspeisung in das Netz (Regelleistung) eine Dienstleistung und damit ein Mehrwert für die Anlage generiert werden.

Vollständige Beschreibung

In Wohngebäuden wird Strom und Wärme mit schwankendem Bedarf benötigt. Der Wärmebedarf hängt vor allem von der Gebäudephysik, Saison (Temperatur) und dem Nutzerverhalten ab, beim Strom spielen die technische Ausstattung sowie Energieeffizienz der Verbraucher/ Geräte in den Haushalten eine große Rolle. Wärme- und Strombedarf korreliert daher nicht unbedingt miteinander. Um mit einem Blockheizkraftwerk eine hohe Abdeckung beider Energiebedarfe zu erreichen, sind Speicher sowie eine zeitliche Variabilität der Erzeugung notwendig. Existiert eine ausreichende Kapazität an thermischen Speichern, kann z.B. das Erzeugungsprofil eines Blockheizkraftwerks an Strom-Eigenbedarf und externe Tarifschwankungen angepasst werden.

Somit kann durch kontinuierliche Optimierung überschüssiger Strom in das Netz eingespeist werden, um die Wirtschaftlichkeit der Anlage zu erhöhen. Diese flexible Energieerzeugung kann durch Aggregatoren gebündelt an der Strombörse oder am Regelleistungsmarkt verkauft oder auch langfristig an regionalen Märkten (Energiemarkt 2.0) gehandelt werden.

Wärmespeicher werden in der Praxis vorrangig durch thermisch sensible Wasserbehälter realisiert. Diese arbeiten in einem Temperaturband, das durch den Rücklauf aus dem Heizsystem und dem Vorlauf einer Wärmequelle (BHKW) begrenzt wird. Ergänzend dazu sorgt die Masse des beheizten Bauwerks als passiver Wärmespeicher für eine Temperaturstabilisierung. Durch intelligente Regelalgorithmen, welche mit Prognosen, vorgegebenen Sollwerten sowie Erfahrungswerten Lastverläufe vorhersagen, kann die Gebäudemasse als Wärmespeicher erschlossen werden. Dazu ist erforderlich, dass für die vorgegebene Raumtemperatur geringe Abweichungen (< 1°C) zugelassen werden, um Wärme je nach Situation in der Gebäudemasse zu speichern bzw. diese zu entladen.

Ein flexibler Betrieb von Blockheizkraftwerken kann je nach Modell durch variable Leistungsanpassung oder durch An-/Ausschalten des Moduls umgesetzt werden. Begrenzt wird die Flexibilität für die Stromerzeugung durch die starke saisonale Schwankung des Wärmebedarfs. Je nach Dimensionierung und der ganzjährigen Grundlast z.B. für Warmwasser sind trotzdem hohe Vollaststunden für das Blockheizkraftwerk realisierbar.

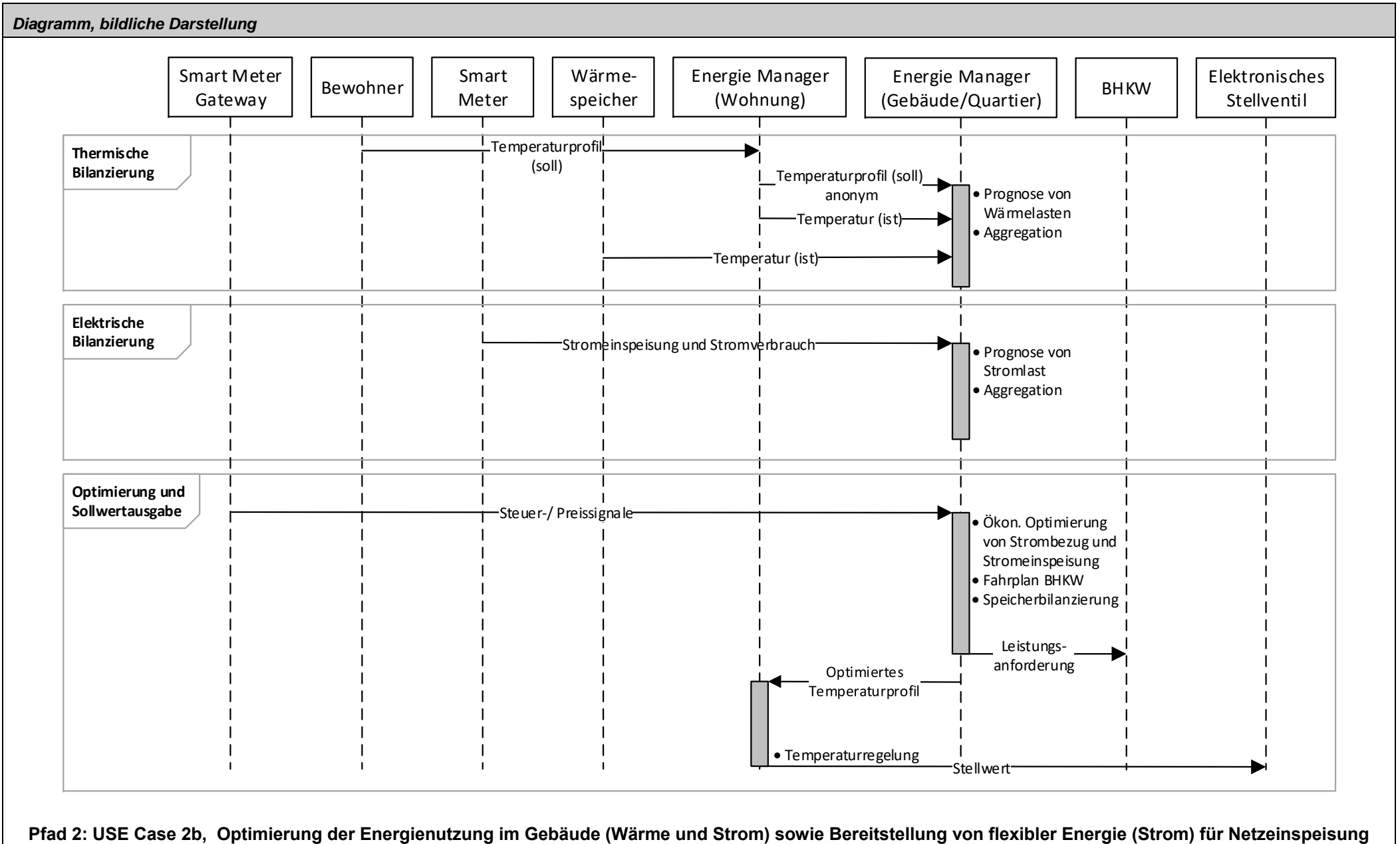
3.1.4 Grundsätzliche Anmerkungen

Grundsätzliche Anmerkungen

Eine grundlegende Regelung der Wärmeversorgung ist vorhanden und handelt übergeordnet. Die flexible Stromanforderung bewegt sich in dem zeitlichen Spielraum, der durch thermische Speicher geschaffen wird.

Schaltbare Stromverbraucher aus Haushalten werden in diesem Use Case vorerst nicht berücksichtigt.

3.1.5 Diagramm, bildliche Darstellung des Use Cases



3.2 Technische und organisatorische Anforderungen an den Use Case

3.2.1 Aktoren

Aktoren (Element, das eine Eingangsgröße in eine andersartige Ausgangsgröße umwandelt)			
Gruppierung		Beschreibung der Gruppe	
-		-	
Aktor Name <small>see Actor List</small>	Aktor Typ <small>see Actor List</small>	Aktor Beschreibung <small>see Actor List</small>	Weitere spezifische Informationen für diesen Use Case
Bewohner	-	Bewohner des versorgten Gebäudes	-
Smart Meter	Messeinrichtung mit Datenschnittstelle	Messsystem, bestehend aus einem Messendgerät, einer Kommunikationseinheit, mindestens einer Dienstplattform und erweiterten Messdiensten (E-Energy Glossar)	Misst die aktuelle Leistung, nimmt Tarifinformationen standardisiert auf und gibt diese an den Energiemanager weiter
Wärmespeicher	Speicher	Wärmespeicher in Form eines Wasserspeichers, über dessen Temperaturband Wärme gespeichert werden kann.	Wird das BHKW aufgrund von Stromanforderung gestartet, kann die Wärme bei Überschüssen hier gespeichert werden.
Energiemanager (Wohnung)	Informations- und Kommunikationstechnik (IKT)	Software auf einem Rechnersystem zur Automatisierung des Energiemanagements in der Netznutzerdomäne „Wohnung“ (E-Energy Glossar)	Embedded PC mit spezieller Middleware für die Wohnungsregelung. Erfasst über User-interface u.a. die Temperaturprofile für die Einzelräume und gibt diese anonymisiert weiter.
Energiemanager (Gebäude/Quartier)	Informations- und Kommunikationstechnik (IKT)	Software auf einem Rechnersystem zur Automatisierung des Energiemanagements in der Netznutzerdomäne „Gebäude, Quartier“ (E-Energy Glossar)	Embedded PC mit spezieller Middleware für Gebäuderegulierung. Erstellt und optimiert Fahrpläne für eine kostengünstige Wärme- und Stromversorgung.
Blockheizkraftwerk (BHKW)	Erzeugungseinheit (s. E-Energy Glossar)	Ein Blockheizkraftwerk stellt Wärme und Strom gekoppelt zur Verfügung und erreicht so sehr hohe exergetische Wirkungsgrade.	Idealerweise sollte das BHKW die Leistung in einem weiten Bereich modulieren können, um eine hohe Flexibilität bereitzustellen.
Stellventil	Elektrisches Stellglied	Ein Ventil, welches durch elektrischen Strom gesteuert werden kann und dadurch den Durchfluss an einem Heizkörper reguliert	Das ausführende Regelglied, das eine Anwenderorientierte und flexible Wärmeversorgung im Gebäude ausführt.

Smart Meter Gateway	Verbindung des Smart Meters zu Marktplatzbetreiber (SPP) zum Austausch von Flexibilitätsanreizen (Variable Tarife, Demand-Side-Management, etc.) ¹	Kommunikationsmodul, das Tarifinformationen, Leistungswerte mit externen Energielieferanten und Aggregatoren austauscht	Um bei der Optimierung des Anlagenbetriebes auch externe Parameter wie variable Tarife und Leistungsanforderungen von Aggregatoren zu berücksichtigen wird ein Gateway zur Übertragung dieser Parameter benötigt.
---------------------	---	---	---

3.2.2 Auslöser, Voraussetzungen, Annahmen

Bedingungen des Use Cases			
Aktor / System / Information / Auftrag	Auslösendes Ereignis	Voraussetzungen	Annahmen
Smart Meter	Stromverbrauch/-bezug variiert, Stromtarif variiert	-	-
Wärmebedarf	-	Wärmebedarf in absehbarer Zeit prognostizierbar	-
Wärmespeicher	-	Speichertemperatur < Max. Speichertemperatur	-
BHKW	-	Verbrauchsleistung innerhalb des regelbaren Bereiches des BHKW	-
Gebäude/Quartier	-	-	Strombezug und Verbrauch richten sich nach optimalen Tarifzeiten, kostengünstige Strom- und Wärmeversorgung für die Verbraucher

3.2.3 Weitere Informationen zur Klassifizierung/ Mapping der Use Cases

Klassifizierungsinformationen
Verhältnis zu anderen Use Cases
-
Grad der Detaillierung
-
Priorität
-
Generelle, regionale oder nationale Beziehung
-

3.3 Schrittweise Analyse des Use Cases

3.3.1 Unterteilung in Szenarien

Bedingungen des Szenarios					
No.	Name des Szenarios	Primärer Akteur	Auslöser	Voraussetzung	Endzustand
1	Maximierung des Eigenstromverbrauchs unter Berücksichtigung des Wärmebedarfs	Energiemanagementsystem	Energieverbrauch im Gebäude ändert sich (z.B. Morgenspitze)	Physikalische Regelkapazität und Möglichkeit zur Leistungsvariation ist vorhanden, Wärme kann abgenommen werden	Stromerzeugung gleich Stromverbrauch (Idealfall)
2	Reduktion der Lastspitzen	Energiemanagementsystem	Energieverbrauch überschreiten Grenzleistung für Peakshaving (P _G).	BHKW hat Kapazitätsreserve	Kappung von Lastspitzen durch gezielte Eigenversorgung
3	Wärmeeinspeicherung in das Gebäude bei Stromanforderung und Wärmeüberschuss	Energiemanagementsystem	Pufferspeicher nähert sich seiner maximalen Wärmespeicherkapazität	-	-
4	Bereitstellung flexibler Energie für Aggregator	Smart Meter Gateway	Leistungsanforderung über Aggregator-Gateway	-	-
5	Einspeisung flexibler Energie um Preisspitzen am Markt zu nutzen	Smart Meter (Gateway)	Preisschwankungen am Strommarkt	-	-
6	Schaltung variabler Lasten aufgrund von Systemoptimierung	Energiemanagementsystem	Dienstleistungen zur Stabilisierung des Stromnetzes werden benötigt um	Schaltbare Verbraucher sind verfügbar	-

3.3.2 Szenarien (mehrere Szenarien pro Use Case möglich)

Szenario 1								
Name :		Maximierung des Eigenstromverbrauchs unter Berücksichtigung des Wärmebedarfs						
Nr .	Ereignis	Name von Prozess/ Aktivität	Beschreibung von Prozess/ Aktivität	Service	Erzeuger von Information (Aktor)	Empfänger von Information (Aktor)	Ausgetauschte Information	Voraussetzungen
1	P_{Verbr} Verändert sich	Leistungsanpassung	Elektrische Leistung der Verbraucher ändert sich		Smart Meter	HSP	$P_V = X \text{ W}$	$\Delta P > \Delta P_{\text{min}}$
2	ΔP an HSP	Berechnung der idealen Leistung	In einem Messintervall soll die Leistungsbilanz gegen 0 gehen		HSP	BHKW-Regler	$P_S = Y \text{ W}$	
3	ΔP an BHKW	BHKW Soll-Leistung ändert sich	BHKW passt die Leistung an		BHKW-Regler		$P_S = Y \text{ W}$	$P_{\text{min}} < P_S < P_{\text{Max}}$

P_{Verbr} : Elektrische Leistung der Verbraucher, ΔP : Leistungsdifferenz, ΔP_{min} : Reglerempfindlichkeit (Hysterese), P_S : Soll-Leistung BHKW, P_{min} , P_{max} : minimale -/ maximale BHKW Leistung

Szenario 2								
Name :		Senkung von elektrischen Lastspitzen						
Nr .	Ereignis	Name von Prozess/ Aktivität	Beschreibung von Prozess/ Aktivität	Service	Erzeuger von Information (Aktor)	Empfänger von Information (Aktor)	Ausgetauschte Information	Voraussetzungen
1	$P_{\text{Verbr}} > P_{\text{Grenz}}$	Verbrauchsleistung größer als Grenzleistung	Elektrische Leistung der Verbraucher steigt	-	Smart Meter	HSP	$P_V = X$	$P > P_{\text{Grenz}}$
2.	Differenz	Berechnung der Leistungsreduktion	In einem Messintervall soll die Durchschnittsleistung unter der Grenzleistung liegen	-	HSP	BHKW-Regler	$P_S = P_V - P_G$	-
3	P_S an BHKW	BHKW Soll-Leistung ändert sich	BHKW passt die Leistung an	-	BHKW-Regler	-	$P_S = Y \text{ W}$	$P_{\text{min}} < P_S < P_{\text{Max}}$

P_V : Elektrische Leistung der Verbraucher, ΔP : Leistungsdifferenz, ΔP_{min} : Reglerempfindlichkeit (Hysterese), P_S : Soll-Leistung BHKW, P_{min} , P_{max} : minimale -/ maximale BHKW Leistung, P_{Grenz} : Grenzleistung

Szenario 3								
Name :		Wärmeinspeicherung in das Gebäude bei Stromanforderung und Wärmeüberschuss						
N r.	Ereignis	Name von Prozess/ Aktivität	Beschreibung von Prozess/ Aktivität	Service	Erzeuger von Information (Aktor)	Empfänger von Information (Aktor)	Ausgetauschte Information	Voraussetzungen
1	$T_{SP} \geq T_{SP, max}$	Speichertemperatur wird maximal	Wärmezufuhr größer als Wärmeabnahme, Temperatur steigt	-	Speichersensorik	Energiemanager	Temperatur	-
2	Schritt 1 erfolgreich	Stromanforderung für BHKW	Trotz fehlender Wärmeabgabemöglichkeit in den Speicher wird Strom angefordert	-	Energiemanager in Szenario 1 oder 2	Energiemanager	Sollwert BHKW	-
3	Wärmeüberschuss	Erhöhung der Temperaturprofile	Aufgrund von Wärmeüberschuss wird die Raum-Solltemperatur erhöht	-	Energiemanager	Wohnungsmanager	Temperaturerhöhung	-
4	Temperaturerhöhung	Erhöhung der Heizleistung	Durch öffnen der Stellventile wird die Heizleistung erhöht	-	Wohnungsmanager	Stellventil	Stellsignal	-

Szenario 4								
Name :		Bereitstellung flexibler Energie für einen Aggregator						
N r.	Ereignis	Name von Prozess/ Aktivität	Beschreibung von Prozess/ Aktivität	Service	Erzeuger von Information (Aktor)	Empfänger von Information (Aktor)	Ausgetauschte Information	Voraussetzungen
1	Aggregator fordert Leistung an	Übertragung von Leistungsanforderung	Aktuelle Daten von Aggregator über Gateway	-	Aggregator	Aggregator-Gateway	Leistungsanforderung	-
2	Aggregator Gateway	Leistungsanforderungen an Energiemanager	Aggregator-Gateway fordert Leistung	-	Aggregator Gateway	Energiemanager	Leistungsanforderung	-
3	Leistungsanforderung	Energiemanager passt BHKW-Sollwert an	Entsprechend der Anforderungen des Aggregators wird der BHKW-	-	Energiemanager	BHKW	Sollwert-BHKW	-

			Betrieb angepasst					
4	Änderung Sollwert BHKW	Leistungsanpassung	Aufgrund der Anforderung verändert das BHKW die Leistung	-	BHKW	-	Leistungsanpassung	-

Szenario 5								
Name :		Einspeisung flexibler Energie um Preisspitzen am Markt zu nutzen						
N r.	Ereignis	Name von Prozess/ Aktivität	Beschreibung von Prozess/ Aktivität	Service	Erzeuger von Information (Aktor)	Empfänger von Information (Aktor)	Ausgetauschte Information	Voraussetzungen
1	Strompreisänderung	Übermittlung Strompreis	Marktplatz übermittelt aktuellen Strompreis	-	Smart Meter Gateway/ SPP	Smart Meter	Strompreis	-
2	Tarifänderung	Tariffinformation	Smart Meter überträgt aktuelle Preisinformation	-	Smart Meter	Energiemanager	Aktuelle Tariffinformation	-
3	Veränderung von ökon. Parametern	Ökonomische Abwägung in Energiemanager	Berechnung von günstigsten Betriebsoptionen	-	Energiemanager	-	Betriebsparameter	-
4	Änderung der BHKW Leistung	-	Regelung des BHKW	-	Energiemanager	BHKW	Sollwert BHKW	-

Szenario 6 (optional)								
Name :		Schaltung variabler Lasten zur Systemoptimierung						
N r.	Ereignis	Name von Prozess/ Aktivität	Beschreibung von Prozess/ Aktivität	Service	Erzeuger von Information (Aktor)	Empfänger von Information (Aktor)	Ausgetauschte Information	Voraussetzungen
1	Strompreisänderung	Strompreisübermittlung	Im Energiemanagementsystem wird Strompreis für Verbraucher variiert	-	Energiemanagementsystem	-	Strompreis	-
2	Abwägung	Abwägung welche Verbraucher geschaltet werden	Vergleichen von Prioritäten von Stromverbrauchern	-	Energiemanagementsystem	-	-	-
3	Schaltung	Verbraucher	Je nach Situation	-	Energiemanager	Schaltba-	On/Off	-

		werden geschaltet	werden Stromverbraucher Ab- oder eingeschaltet		gementsystem	re Stromverbraucher		
4	Verbraucher passen sich an	Anpassung von Stromverbrauchern	Stromverbraucher reduzieren oder erhöhen ihre Leistung entsprechend der Anweisung des EMS	-	Stromverbraucher	-	-	-

3.3.3 Ausgetauschte Information

Ausgetauschte Information		
Bezeichnung der Information (ID)	Beschreibung der ausgetauschten Information	Anforderungen an Daten
Verbrauchsleistung	Aktueller Verbrauch einer Wohnung bzw. eines Gebäudes	Kontinuierlich, negativ für Einspeisung
Erzeugungsleistung	Erzeugungsleistung eines BHKWs	Kontinuierlich, $[P_{\text{BHKW}}] = X \text{ kW}$
Sollwert BHKW	Vorgabe eines Leistungswertes für ein BHKW	$[P_s] = 0 - P_{\text{Nenn kW, BHKW}}$
Speichertemperatur	Relevante Speichertemperatur	$[T] = 0-100 \text{ °C}$
Wärmeüberschuss	Leistung der abzuführenden Wärme	$[P] = \text{kW}$
Raum-Solltemperatur-Erhöhung	Erhöhung der Raumtemperatur	$[\Delta T] = \text{°C}$
Strompreis	Aktueller Strompreis eines variablen Stromtarifs	$[c] = \text{€/kWh}$
Leistungsanforderung (Aggregator)	Höhe der angeforderten Leistung des Aggregators	$[P_A] = \text{kW}$

3.3.4 Gemeinsame Begriffe und Definitionen

Gemeinsame Begriffe und Definitionen	
Begriff	Definition
-	-