

# Wirtschaftliche, interoperable und sichere Einbindung flexibler Energiewandler

Teilprojekt 5 – Methoden für intelligente Liegenschaften und Märkte  
Arbeitspaket 5.5 – Geräte- und Anlagenintegration inklusive Mobilität

---



C/sells – Großflächiges Schaufenster im Solarbogen Süddeutschlands

SINTEG - Förderprogramm

"Schaufenster intelligente Energie - Digitale Agenda für die Energiewende" (SINTEG)  
des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie

---

**Integration mittels IoT-Umgebung (HLUC 050G, 050H)**  
**Dezentrales Energiemanagement / Aggregation von Flexibilität**  
**Sicherheit unter Nutzung von HAN- und CLS-Kanal (HLUC 050I)**  
**Demonstration von Musterlösungen**

**--- Musterlösung am Beispiel Quartierszelle Mannheim FRANKLIN ---**

**--- Musterlösungen der weiteren C/sells-Partner in AP 5.5 ---**

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Version: **03/2021** (Aktualisierung vom 02.03.2021)

Verfasser: Andreas Kießling (energy design)  
in Zusammenarbeit mit mitwirkenden C/sells-Partnern

### HAUPTANSPRECHPARTNER DER PARTNER

|   |             |  |   |
|---|-------------|--|---|
| / | KIT<br>AIFB | <br>KIT<br>Karlsruher Institut für Technologie                      | FZI: Manuel Lösch; Mischa Ahrens            |
| / | FFV         | <br>FFV Forschungsstelle für<br>Energiewirtschaft e.V.              | Andreas Zeislmair                           |
| / | IEE         | <br>Fraunhofer  | Dr. David Nestle                            |
| / | ISE         | <br>Fraunhofer  | Marco Mittelsdorf                           |
| / | FST         | <br>Flughafen Stuttgart   | Elias Sieler<br>Miriam Feil                 |
| / | HSU         | <br>THU<br>Technische<br>Hochschule<br>Ulm                          | Heiko Lorenz<br>Basem Idlbi<br>David Langer |
| / | WIR         | <br>WIRCON  | Laura-Maria Müller                          |
| / | MVV         |    | Yasmin Lachmann                             |
| / | PPC         | <br>PPC<br>Power Plus Communications                              | Marilen Ronczka                             |
| / | DEV         | <br>devolo<br>The Network Innovation                              | Maximilian Arens                            |
| / | ISC         | <br>ISC<br>International Solar Energy<br>Research Center Konstanz | Joachim Glatz-Reichenbach                   |
| / | SWM         | <br>SW/M  | Andreas Weigand                             |
| / | SWA         | <br>swa<br>Energie Wasser Verkehr                                 | Dr. Florian Samweber                        |
| / | EEB         | <br>INITIATIVE<br>EEBUS   | Ralph-Ino Prümm                             |
| / | FZI         | <br>FZI   | Julian Huber                                |

# Inhalt

|  |    |
|--|----|
| Abbildungsverzeichnis.....   | 6  |
| 1 Zusammenfassung.....   | 7  |
| 2 Inhaltliche Struktur des Arbeitspaketes 5.5 .....                        | 10 |
| 2.1 Zuordnung des Business Use Cases zur Struktur im TP 5.....             | 10 |
| 2.2 Struktur des Arbeitspaketes 5.5.....                                   | 12 |
| 3 Hintergrund und Motivation .....   | 14 |
| 3.1 MVV: Motivation Cell FRANKLIN connected powerfull.....                 | 14 |
| 3.2 WIRCON: Motivation Solarzellen Waghäusel und AutonomieLab Leimen ..... | 16 |
| 3.3 KIT: Motivation Campus-Zelle KIT .....                                 | 20 |
| 3.4 ISC / FhG IEE: Motivation Quartierszelle Hohentengen.....              | 21 |
| 3.5 FhG ISE: Motivation Zelle Stuttgart Fellbach .....                     | 24 |
| 3.6 FST: Motivation Arealzelle FlughafenStuttgart .....                    | 25 |
| 3.7 THU: Motivation Verteilnetzzelle Ulm .....                             | 26 |
| 3.8 SWM: Motivation Wärmeezelle München .....                              | 27 |
| 3.9 Geräteintegration zur Flexibilitätsnutzung in Augsburg .....           | 28 |
| 4 Terminologie, Modelle und Methodiken .....                               | 31 |
| 4.1 Zielstellung Terminologie .....  | 31 |
| 4.2 Einführung in die Flexibilitätsmethodik .....                          | 32 |
| 4.3 Methodik zur Anwendungs- und Sicherheitsspezifikation.....             | 34 |
| 5 Systemaufbau mit Komponenten und Kernfunktionen .....                    | 35 |
| 5.1 MVV: Scope in FRANKLIN und Systemaufbau .....                          | 35 |
| 5.2 WIRCON: Scope Solarzellen Waghäusel und AutonomieLab Leimen .....      | 37 |
| 5.2.1 Grundlegende Zielstellungen und Systemaufbau im AP 7.5 .....         | 37 |
| 5.2.2 Zielstellung und Systemaufbau im AutonomieLab Leimen .....           | 40 |
| 5.3 KIT: Scope und Systemaufbau Campus-Zelle KIT .....                     | 42 |
| 5.4 ISC / IEE: Scope und Systemaufbau Quartierszelle Hohentengen .....     | 44 |
| 5.4.1 Scope der Anwendungsfälle in Hohentengen .....                       | 44 |
| 5.4.2 Zusammenfassung Zielsetzung.....                                     | 44 |
| 5.4.3 Geplante Geräte und technische Komponenten.....                      | 45 |
| 5.4.4 Softwarekomponenten .....  | 45 |
| 5.5 FhG ISE: Scope und Systemaufbau Zelle Stuttgart Fellbach.....          | 47 |
| 5.6 FST: Scope und Systemaufbau Arealzelle Flughafen Stuttgart .....       | 48 |
| 5.7 THU: Scope und Systemaufbau Verteilnetzzelle Ulm .....                 | 49 |
| 5.8 SWM: Scope und Systemaufbau Wärmeezelle München.....                   | 50 |
| 6 Umsetzung Use Case Szenarien in Zellen oder Beiträge .....               | 52 |
| 6.1 MVV: Use Case Szenarien in Franklin.....                               | 52 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 6.1.1 | Szenario „Wärmeflexibilität durch P2H-Kopplung“ .....  | 52 |
| 6.1.2 | Szenario „intelligente Steuerung Wärmenetz über Heizpufferspeicher“ .....  | 53 |
| 6.1.3 | Szenario „flexible Ladeinfrastruktur im Quartier und in Gebäuden“ .....  | 54 |
| 6.1.4 | Szenario „hochauflösendes Monitoring der Energieflüsse“ .....  | 55 |
| 6.2   | WIRCON: Use Case Szenarien im AutonomieLab Leimen .....  | 57 |
| 6.2.1 | Szenario „Eigenverbrauchsoptimierung und Systemdienlichkeit“ .....   | 57 |
| 6.3   | KIT: Use Case Szenario der Campus-Zelle KIT .....  | 58 |
| 6.3.1 | Szenario „Erschließung und Nutzung der Flexibilität von Wohngebäuden“ .....  | 58 |
| 6.4   | ISC / IEE: Use Case Szenarien der Quartierszelle Hohentengen .....   | 59 |
| 6.4.1 | Autonome elektrische und thermische Versorgung der Liegenschaft .....  | 59 |
| 6.4.2 | Erzeugungs- und Verbrauchsprognosen mit MPC und Wetterprognose .....   | 59 |
| 6.4.3 | Einsatz intelligenter Messsysteme .....  | 60 |
| 6.4.4 | Schwarzstartfähigkeit .....  | 60 |
| 6.4.5 | Bereitstellung von Flexibilität mittels Energiemanagementsystem .....  | 60 |
| 6.5   | FhG ISE: Use Case Szenario der Zelle Stuttgart Fellbach .....  | 61 |
| 6.6   | FhG FST: Use Case Szenario der Arealzelle Flughafen Stuttgart .....  | 62 |
| 6.7   | FhG THU: Use Case Szenario der Verteilnetzzelle Ulm .....  | 64 |
| 6.8   | FhG SWM: Use Case Szenario der Wärmezelle München .....  | 65 |
| 7     | Use Cases mit Bezug zu High Level Use Cases 050G,-0H,-0I .....   | 67 |
| 7.1   | Use Cases in Quartierszelle Franklin .....   | 67 |
| 7.1.1 | Zuordnung von spezifischen Use Cases zu High-Level Use Cases .....   | 67 |
| 7.1.2 | Use Case 7.8.1.1 „Verstärkung im Wärmenetz mit P2H-Anlagen“ .....  | 70 |
| 7.1.3 | Use Case 7.8.1.2 „Ermittlung und Angebot von Regelleistung“ .....  | 71 |
| 7.1.4 | Use Case 7.8.2.1 „Laden und Entladen eines Heizpufferspeichers entsprechend Zustand Wärmenetz“ .....                                     | 72 |
| 7.1.5 | Use Case 7.8.2.2 „Wärmenetzoptimierung mit Energiemanagementsystem“ .....  | 73 |
| 7.1.6 | Use Case 7.8.3.1 Lademanagement zur öffentlichen Ladeinfrastruktur .....   | 74 |
| 7.1.7 | Use Case 7.8.3.2 Prognose-basiertes Lademanagement .....   | 75 |
| 7.1.8 | Use Case 7.8.4.1 Bereitstellung und Visualisierung hochaufgelöster Smart Meter Daten .....   | 83 |
| 7.1.9 | Use Case 7.8.4.2 Mehrwertdienste auf Basis hochaufgelöster Smart Meter Daten und Prognosen   | 84 |
| 7.2   | Autonome und systemdienliche Gebäudezelle - AutonomieLab Leimen .....  | 86 |
| 7.2.1 | Abgesicherter Übergangsbetrieb bei Spannungsausfall in einer Nachbarschaftszelle .....   | 86 |
| 7.2.1 | Use Case Flexibler Netzanschluss mit einstellbarer Maximalleistung .....   | 88 |
| 7.3   | KIT: Use Cases zur Campus-Zelle KIT .....  | 89 |
| 7.3.1 | Zuordnung von spezifischen Use Cases zu High-Level Use Cases .....   | 89 |
| 7.3.2 | Use Case 7.6.4.1 „Organic Smart Home im KIT Energy Smart Home Lab: Gebäude-Energiemanagementsystem für ein Wohn- und Laborgebäude“ ..... | 90 |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 7.3.3 | Use Case 7.6.4.2 „Nutzung einer grafischen Benutzerschnittstelle zur Erschließung der Flexibilität“ | 91  |
| 7.4   | ISC / IEE: Use Cases zur Quartierszelle Hohentengen .....   | 92  |
| 7.5   | FhG ISE: Use Cases zur Zelle Stuttgart Fellbach .....   | 94  |
| 7.6   | FST: Use Cases zur Arealzelle Flughafen Stuttgart .....   | 95  |
| 7.7   | FST: Use Cases zur Verteilnetzzelle Ulm .....   | 96  |
| 7.7.1 | Zuordnung von spezifischen Use Cases zu High-Level Use Cases .....                                  | 96  |
| 7.7.2 | UC01 - Netzzustandsbestimmung: Datenerfassung mittels iMsys, keine Steuerung .....                  | 96  |
| 7.7.3 | UC03 - Engpassmanagement: Direkte Anlagensteuerung und Vergleich mit Echtzeitsimulation             | 97  |
| 7.7.4 | UC05 - Marktanbindung: Teilnahme an Flexibilitäts-Markt .....                                       | 98  |
| 8     | High-Level Use Cases zur sicheren Geräteintegration.....  | 100 |
| 8.1   | C/sells: Musterlösung.....  | 100 |
| 8.2   | MVV: FRANKLIN connected .....   | 124 |
| 8.3   | WIRCON: AutonomieLab Leimen .....   | 125 |
| 8.4   | KIT: Geschützte Geräteintegration auf Campus-Zelle KIT .....  | 126 |
| 8.5   | ISC / IEE: Geschützte Geräteintegration auf Quartierszelle Hohentengen .....                        | 126 |
| 8.6   | FhG IEE: Geschützte Geräteintegration zur Zelle Stuttgart Fellbach .....                            | 127 |
| 8.7   | FST: Geschützte Geräteintegration zur Arealzelle Flughafen Stuttgart .....                          | 127 |
| 8.8   | THU: Geschützte Geräteintegration zur Verteilnetzzelle Ulm .....                                    | 127 |
| 8.9   | SWM: Geschützte Geräteintegration zur Wärmeeinheit München .....                                    | 127 |
| 9     | Quellen .....   | 128 |

## Abbildungsverzeichnis

|   |     |
|---|-----|
| Abbildung 1: Digitaler Netzanschluss als Schnittstelle zum Prosumenten .....  | 9   |
| Abb. 2: Struktur und Schnittstellen des Teilprojektes 5 .....   | 10  |
| Abb. 3: Einordnung der Business Use Cases in das SGAM-Framework .....   | 11  |
| Abb. 4: Struktur des Arbeitspaketes 5.5.....  | 12  |
| Abb. 5: Schlaglichter zum neuen Stadtquartier Franklin in Mannheim.....   | 14  |
| Abb. 6: Zelltypen und Integration im AutonomieLab Leimen .....  | 19  |
| Abb. 7: Oben: Foto des Gesamtareals IKT-Siedlung Hohentengen, Mitte: Lageplan mit Nummerierung der Gebäude, Unten: Frontseite von Gebäude #6 mit OCPP 1.6; 11/22kW Ladesäule und eGolf (36kWh), nachgeführter PV-Blume (ca. $P_{max}=2kW_{PV}$ ) und stationärer temporär an Hauswand angeordneter PV-Anlage.(ca. $P_{max}=4kW_{PV}$ ). ..... | 22  |
| Abb. 8: Schematische Darstellung des Aufbaus und der vernetzten Einbindung der Energieversorgungs-Einheiten „TH-E Box“ zur flexiblen Energiebereitstellung hier für Labore und eine Wohnung. ....   | 23  |
| Abb. 9: Simulationsschema des Flughafens Stuttgarts mit der Simulationssoftware TOP Energy.....   | 25  |
| Abbildung 10: Summe der positiven und negativen Regelleistungen der dezentralen Flexibilitätsoptionen in Augsburg 2017 .....  | 28  |
| Abb. 11: Komponentenmodell in den Energiezellen Franklin und Gebäude.....   | 35  |
| Abb. 12: Komponentenmodell in der Energiezelle des AutonomieLab Leimen .....  | 40  |
| Abb. 13: Komponenten des Energy Smart Home Lab (Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB), Institut für Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik (IEH), 2017) .....  | 42  |
| Abb. 14: Komponenten der Energiemanagement- und Gebäudesimulationssoftware Organic Smart Home (Mauser, 2017) .....  | 43  |
| Abb. 15 Schematische Darstellung der vernetzten Einbindung der Energieversorgungs-Einheiten „TH-E Box“ zur flexiblen Energiebereitstellung von Quartier und angrenzender Liegenschaft. Flexibilitätsbereitstellung findet ab Schaltschrank via SMGW/CLS/TLS-Kanal/GWA statt. ....   | 45  |
| Abb. 16: Kombination von Photovoltaik und Power-to-Heat stellt Flexibilität für Wärmenetz .....   | 52  |
| Abb. 17: Steuerung von Wärmespeichern und Hausstationen .....   | 53  |
| Abb. 18: Energiemanagement im Stadtquartier FRANKLIN.....   | 55  |
| Abb. 19: Architektur der FRANKLIN-Infrastruktur für intelligente Messsysteme .....  | 56  |
| Abbildung 20 Aktivitätendiagramm der Einbindung von Wetter-Prognosen: Inputdaten + Metadaten → Prognosedaten → Kriterium ok → fertig; nicht ok → Modifikation und nächster Iterationsschritt.....   | 59  |
| Abb. 21: Prozessbeschreibung des netzdienlichen Ladens .....  | 63  |
| Abbildung 22: Zeitlicher Ablauf der Fahrzeugnutzung .....   | 76  |
| Abbildung 23: Swimlane Diagramm für Datenerfassung und Modelltraining .....   | 78  |
| Abbildung 24: Swimlane Diagramm für Prognose von energetischer und zeitlicher Flexibilität.....   | 79  |
| Abbildung 25: Beispielhafte Darstellung einer Quantilsprognose für die Fahrweite eines Elektrofahrzeuges .....  | 79  |
| Abb. 26: Visualisierung des Stromverbrauchs (rechts) eines Haushaltes und Bereitstellung eines Mehrwertdienstes (links) .....   | 83  |
| Abb. 27 Entwurf Quartiersdashboard .....  | 84  |
| Abb. 28: Beispieldarstellung nach SMA zur Ermöglichung einer Netzabtrennung.....  | 86  |
| Abb. 29: Beziehungen von Rollen zugeordneten Verantwortlichkeiten im Rahmen der SGAM-Geschäftsebene .....   | 103 |
| Abb. 30: Systemkonzept.....   | 107 |
| Abb. 31: Beziehungen von Komponenten und grundlegender Funktionen im Rahmen der SGAM-Komponentenebene.....  | 108 |
| Abb. 32: Sequenzdiagramm mit Darstellung der Funktionen und Zuordnung von Akteuren zu Komponenten .....   | 118 |
| Abb. 33: Sequenzdiagramm - Zugriff auf Anlagen durch EMT über HAN/CLS-Schnittstelle des SMGW .....  | 120 |
| Abb. 34: Nutzung HAN/CLS-Kanal durch EE-Bus-Nachricht .....   | 121 |
| Abbildung 35 IKT-Architektur IKT-Siedlung Hohentengen .....   | 126 |

# 1 Zusammenfassung

## **AUSGANGSSITUATION**

Die zunehmende Anzahl an Erzeugungsanlagen und Verbrauchern führt zu der Herausforderung, diese effektiv und effizient in das Energiesystem zu integrieren. Zur Steuerung von Geräten und Anlagen sowohl für marktliche als auch für netzseitige Einsatzzwecke wird ein sicherer Kommunikationskanal benötigt. Das Arbeitspaket 5.5 hatte daher zum Ziel, Grundlagen zur wirtschaftlichen Integration verschiedener steuerbarer Lasten (inkl. Ladepunkte), Erzeuger und Speicher durch einen gemeinsamen, von Technologie und Herstellern abstrahierenden Modell- und Kommunikationsansatz, zu entwickeln. Ein weiteres Ziel war die Spezifikation der verbindenden Ebene aus Sicht der Geräte im engen Zusammenwirken mit TP 3 sowie die Bewertung der unterschiedlichen Flexibilitätspotentiale und deren Einsatzzwecke. Weiterhin sollten Pilotanwendungen für verschiedene Gerätetypen erweitert werden.

## **LÖSUNGSANSATZ UND DURCHFÜHRTE ARBEITEN**

Für die Steuerung von Geräten und Anlagen stellt der Betreiber des intelligenten Messsystems eine einheitliche Schnittstelle über den CLS-Kanal (englisch: CLS – controllable local systems) bereit, die durch vielfältige Anwendungsfälle genutzt werden kann. Das intelligente Messsystem wurde in C/sells und u.a. im AP 5.5 in verschiedenen Piloten und Demonstrationen eingesetzt. Dazu gehören freiwillige Anwendungen im Energiemarkt, wie z.B. der Verkauf von Strom an benachbarte Zellen mittels der Blockchain-Technologie, aber auch verpflichtende Einsätze bei regulatorischen und gesetzlichen Anforderungen, wie es bspw. bei Eingriffen seitens der Netzbetreiber in Überlastungssituationen („rote Ampelphase“) der Fall sein kann. Die Grundsteine für die Entwicklung einer interoperablen Anwendungsschnittstelle, die in AP 5.5 gelegt wurden, sind Grundlage der Wirtschaftlichkeit und Massenfähigkeit zukünftiger Prozesse im Energiesystem.

Im Nutzung des gesicherten Kommunikationskanals wurde im Rahmen des HLUC „HAN/CLS“ untersucht. Weiterhin finden sich einige der im AP 5.5 erarbeiteten Inhalte im HLUC „Integration von Geräten/Anlagen mit EMG in lokales EMS, Markt und Netz“ wieder.

## **BEWERTUNG UND MUSTERLÖSUNGEN**

### **High Level Use Case HAN/CLS: Digitaler Netzanschluss zur standardisierten Geräteintegration unter Nutzung des geschützten CLS-Kommunikationskanals**

Den Zugriff auf Geräte und Anlagen eines Gebäudes oder freistehende Anlagen über den gesicherten Kanal des Smart Meter Gateways als Teil des intelligenten Messsystems wurde derartig konzipiert, dass die Lösung verschiedene externe Akteure auf standardisierte Weise nutzen können. Dies betrifft Netzbetreiber, Energielieferanten, Energiedienstleister, aber auch weitere Gebäude- oder Anlagenbetreiber zum direkten Austausch von Energie und Flexibilität. Das Verschlüsseln und der Versand von Nachrichten erfolgt durch für aktive Marktteilnehmer festgelegte Prozesse. Das Entschlüsseln der Nachrichten und die Bereitstellung für weitere zellinterne Handlungen (z.B. die Direktsteuerung einer Anlage oder die Verarbeitung durch das Energiemanagementsystem des Gebäudes) setzen wiederum standardisierte Komponenten um (z.B. eine Steuerbox mit vereinbarten Schnittstellen). Dabei wurde eine Musterlösung mit dem EEBus implementiert.

So kann beispielsweise ein Netzbetreiber Flexibilität zur Behebung von Netzengpässen bei Hauseigentümern durch die Vorgabe von Leistungsgrenzen beschaffen. Mittels Steuerung von Wärmeerzeugern, Batterien der PV-Anlagen, Wärmespeichern und Ladevorgängen der Elektrofahrzeuge im Gebäude kann durch ein automatisiert wirkendes System die Stromeinspeisung in das Netz nach Bedarf erhöht oder gesenkt werden. Die Kommunikation zwischen Netzbetreibern und Energiemanagementsystem im Gebäude erfolgt dabei über den sicheren CLS-Kanal und ebenso gesicherte Steuerungseinrichtungen (digitale Steuerbox von IDS).

Die Umsetzung einer Leistungsvereinbarung am Netzanschluss übernimmt ein lokales Energiemanagementsystem in der Gebäudezelle, das wiederum autonom über den jeweiligen Geräte- und Anlageneinsatz im Sektorenverbund entscheidet. Eine externe Steuerung von Einzelgeräten und -anlagen durch den Netzbetreiber wird damit überflüssig. Basis des lokalen Energiemanagementsystems ist zum Beispiel die Plattform OGEMA vom Fraunhofer IEE.

Da beim zukünftigen direkten Energieaustausch in Energie-Gemeinschaften oder zwischen Gebäuden derartig komplexe Prozesse nicht in Eigenverantwortung wirtschaftlich umsetzbar sind, ist es das Ziel, die notwendigen Funktionen zur sicheren Kommunikation als standardisierten Infrastrukturdienst bereitzustellen.

**Auf Basis der Evaluation der Musterlösungen wurden folgende Empfehlungen für die Schnittstelle zum Prosumten abgeleitet.**

### **Autonome Gestaltung von Prosumenten im Systemverbund**

Die Richtlinie der europäischen Union zu Erneuerbaren Energien vom Dezember 2018 zielt auf die Stärkung der Eigennutzung oder gemeinschaftlicher Nutzung selbst gewonnener Energie. Dabei wird ein hohes Maß an Beteiligung an den Chancen Erneuerbarer Energien auch auf lokaler Ebene angestrebt.

Dabei gilt es, die autonome Gestaltung von Energiesystemen mit Stromerzeugung, Speicherung, Sektorkopplung, Energienutzung und lokalem Energiemanagement in abgegrenzten Hoheitsgebieten zu befördern sowie gleichzeitig die Systemdienlichkeit im Netzverbund an den gemeinsamen Anschlussstellen zu gewährleisten. Synonyme für dieses Handeln wurden die Begriffe Zellen und Prosumenten.

Auf Basis der europäischen Richtlinien und der Projekterfahrungen ist das Anliegen der Bundesnetzagentur, Empfehlungen für den zukünftigen Betrieb insbesondere von kleineren Solaranlagen unter 30 Kilowatt auf den Dächern privater Gebäude auch ohne EEG-Förderung abzugeben, grundsätzlich in Ordnung. Ziel sollte es dabei sein, die Rahmenbedingungen so zu gestalten, dass Eigenverbrauchslösungen und Energiegemeinschaften befördert und somit der stockende Photovoltaik-Ausbau wieder angeregt wird.

Auf dieser Grundlage wurde in AP 5.5 der digitale Netzanschluss zusammen mit Vertretern von TP 2, TP3 und TP 4 konzipiert. Somit wurde folgende Option als Alternative zu den Optionen der Bundesnetzagentur auf Basis des digitalen Netzanschlusses entwickelt, die auf den Erfahrungen im AutonomieLab Leimen sowie dem Stadtquartier Hohentengen beruhen.

### **Empfehlungen auf Basis AutonomieLab Leimen**

Für Anbieter von Solaranlagen ist eine funktionierende Inselnetzfähigkeit insbesondere vor dem Hintergrund der Optimierung des Eigenverbrauches von erzeugtem Solarstrom interessant.

Beteiligung umfasst die Gestaltung von Energiegewinnung, Speicherung und Eigenverbrauch bei Prosumenten. Damit entstehen autonome und gleichzeitig über eine definierte Schnittstelle zum Prosumenten verbundene Energiezellen. Dies bietet gleichzeitig im Notfall die Möglichkeit für den zeitweisen autarken Betrieb.

Damit können sowohl Handlungsmöglichkeiten im eigenen Hoheitsbereich, zum Austausch in Energiegemeinschaften als auch zur Erhöhung der Versorgungssicherheit erschlossen werden. Autonomie schließt den eigenen Nutzen sowie die Solidarität in der Gemeinschaft ein. Darüber hinaus gewährleistet Autarkie die Mindestfunktionen des Gebäudes im Falle des Blackouts.

Im Rahmen der Demonstration Lab Noir wurde die zeitweise Autarkie bei externem Spannungsausfall durch eine PV-Anlage, einen Speicher, einen steuerbaren Netzanschluss sowie ein Energiemanagementsystem im Gebäude ermöglicht. Ziel war es, beim Netzausfall möglichst lange die Versorgung im Gebäude zu gewährleisten.

Beim weiteren Ausbau des AutonomieLabs Leimen galt es, auf Basis eines digitalen Netzanschlusses sowohl das Leistungsmanagement am Netzanschluss mit einem Signal zur Leistungsbegrenzung und das autonome Energiemanagement in den einzelnen Gebäuden zu ermöglichen. Die Wechselwirkung von Autonomie und Systemdienlichkeit war zu betrachten.

In diesem Rahmen wurden die Auswirkungen der von der Bundesnetzagentur vorgeschlagenen drei Optionen zur Ausgestaltung von Prosumenten-Lösungen untersucht. Dabei stellte sich die Netzbetreiber-Option als unattraktiv für Eigenverbrauchsoptimierungen heraus. Die Nutzung dieser Option scheint ausschließlich bei ausgeförderten Anlagen interessant, wo keine weiteren Investitionen und kein Eigenverbrauch vorgesehen sind, sondern ausschließlich Einspeisung in das Netz stattfindet.

Bezüglich der Lieferanten- und Marktoption kommt nur die Marktoption den Anforderungen von Eigenverbrauch und Energiegemeinschaften nahe. Die Erfahrungen aus C/sells sowie die Rückmeldungen von Experten verschiedener Verbände zeigen, dass die aktuellen Umlagen und Kosten sowie die Bürokratie und Berichtsaufwendungen zur Marktteilnahme den autonomen Betrieb für Prosumenten unattraktiv machen. Ein Weiterbetrieb wäre auch aus Sicht des AutonomieLabs Leimen unwirtschaftlich.

Deshalb geht die konzipierte Lösung von folgenden Bausteinen eines digitalen Netzanschlusses aus.

## Prosumentenprofile zur Bilanzierung, digitaler Netzanschluss und lokales Energiemanagement

Es zeigte sich als notwendig, die rechtlichen Anforderungen für Prosumenten-Lösungen zur Beförderung von Eigenverbrauch und Energiegemeinschaften zu vereinfachen. Ergänzend sind neue technische Regeln für einen digitalen Netzanschluss zu definieren, die auf der Gestaltung durch Normen und technischen Anwendungsregeln beruhen.

Das Verhältnis von Regulierung sowie der durch die Wirtschaft gestalteten normativen Basis kann in folgender Weise neu ausgerichtet werden.

### Neue Standard-Prosumentenprofile

Die Bilanzierung von Erzeugung und Verbrauch sollte nicht anlagenbezogen, sondern aggregiert am Netzanschluss für eingespeiste Überschussmengen und bezogenen Reststrom erfolgen und mit der Messung dieser in zwei Richtungen fließenden Energiemengen über intelligente Messsysteme verbunden sein.

Grundlage können neue Standard-Prosumentenprofile für Energieeinspeisung und -bezug am Netzanschluss sein, die über Prognosekomponenten eines Infrastruktur-Informationssystems (TP 3) bereitgestellt und anhand verschiedener Anlagenausstattungen im Gebäude typisiert werden.

### Kleine Direktvermarktung für Anlagen unter 30 Kilowatt

Empfohlen wird die Einführung neuer Prozesse mit unbürokratischer Vermarktung bei Anlagen kleiner 30 kW zur Verringerung der Hürden für Eigenverbrauch und Energiegemeinschaften, wobei hierzu Technologien auf Basis von Innovationen und Normung entstehen sollten.

### Digitaler Netzanschluss

Empfohlen wird weiterhin die Einführung eines digitalen Netzanschlusses mit Kommunikationsanschluss, intelligentem Messsystem und digitaler Steuerbox des Netzbetreibers sowie Schalteinrichtung am Netzanschluss. Signale zur Ab- und Wiedereinspeisung eines Netzanschlusses sowie zur Leistungsbegrenzung im Störfall sollten auf Basis von Kommunikationsnormen der Industrie sowie einem lokalen Energiemanagementsystem zur autonomen Leistungssteuerung im Gebäude („Smart-Grid-Readiness-Schnittstelle“) entstehen.

### Lokales Energiemanagementsystem

Die Verbindung der beiden Ziele zur autonomen Gestaltung und der systemdienlichen Einbindung in den Netzverbund sollte durch die Aggregation von Energiemengen und von Flexibilität am Netzverbindungsstelle auf Basis eines lokalen Energiemanagementsystems der Energiezelle statt der Steuerung von Einzelanlagen erfolgen.

Diese Vorschläge basieren auf der Überzeugung der Projektteilnehmer, dass die Komplexität der notwendigen Gestaltungsprozesse dadurch beherrscht wird, dass legislative Prozesse und Regulierung nur den notwendigen Rahmen definieren und Bürokratie abbauen sowie die technische Detailausgestaltung der Innovationskraft von Gesellschaft und Wirtschaft auch in Verbindung mit dem internationalen Standardisierungsumfeld überlassen wird.

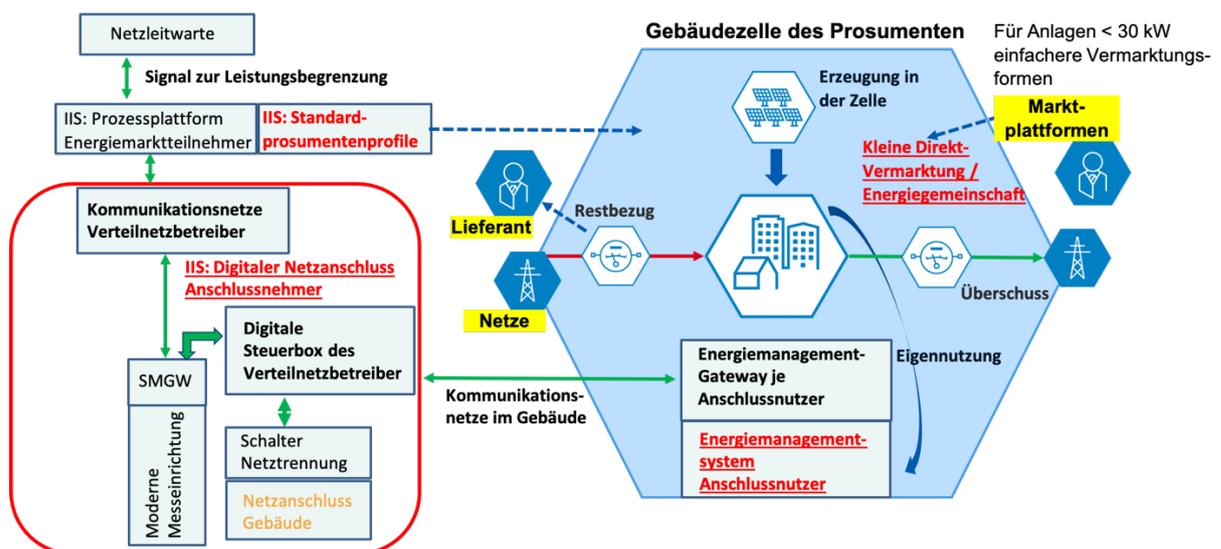


Abbildung 1: Digitaler Netzanschluss als Schnittstelle zum Prosumenten

## 2 Inhaltliche Struktur des Arbeitspaketes 5.5

### 2.1 Zuordnung des Business Use Cases zur Struktur im TP 5

Das Ziel des Teilprojekts 5 ist es, die Teilnahme der Liegenschaften am Strommarkt methodisch zu untersuchen. Dies beinhaltet insbesondere den ökonomischen Betrieb der Zellen, der Liegenschaften und deren Komponenten in verschiedener Granularität zu analysieren. Weiterhin sind hierfür geeignete Plattformen zu entwickeln sowie zu testen. Um diese Ziele zu erreichen sind zum einen virtuelle Marktplätze zu simulieren, auf denen innerhalb regionaler Zellen Energie und Flexibilität ausgetauscht wird, als auch die Anbindung dieser Zellen in den überregionalen, bidirektionalen Handel durch die Bereitstellung bidirektionaler Dienstleistungen durch geeignete Akteure abzubilden. Diese Akteure treten als Aggregatoren dezentraler Prosumenten auf und koordinieren den Handel sowohl zwischen den regionalen Zellen, als auch der Zellen mit dem zentralen Strommarkt. Auch die Teilnahme regionaler Flexibilitätspotentiale auf Liegenschaftsebene an zentralen Flexibilitätsmärkten soll mittels dieser Aggregatoren gestaltet werden. Die Umsetzung der Modelle und Simulationen bidirektionaler Dienste und Märkte wird durch die Implementierung eines Piloten als Musterlösung unterstützt und erfolgt in enger Abstimmung mit den netzgetriebenen Anforderungen aus TP 4.

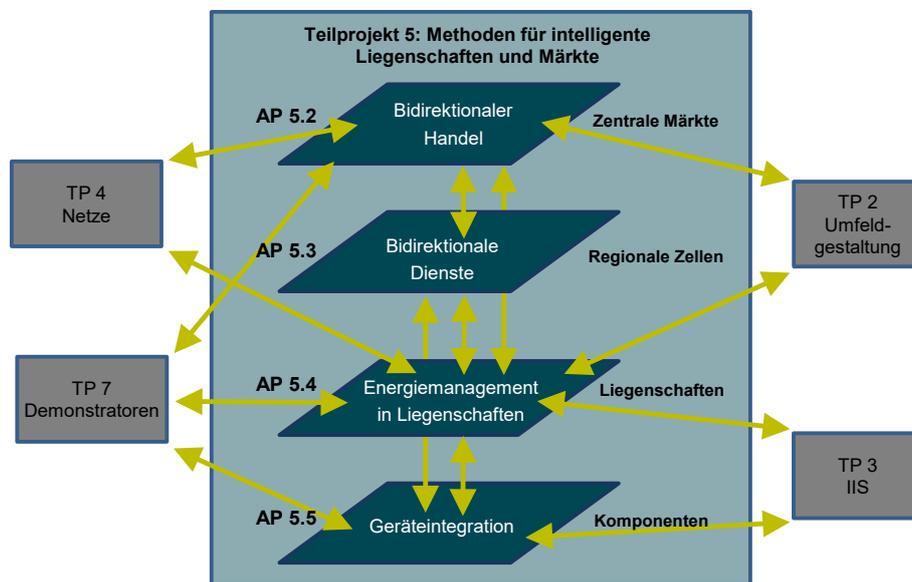


Abb. 2: Struktur und Schnittstellen des Teilprojektes 5

Zur Abgrenzung der Inhalte wird folgende Definition getroffen:

#### AP 5.5: BUSINESS USE CASE – GERÄTEINTEGRATION (INKL. MOBILITÄT)

Technologien, Prozesse und Schnittstellen für Geräteadapter intelligenter Energiewandler (Verbraucher, Speicher, Erzeuger für Elektrizität und Wärme); Bewertung der Flexibilitätspotentiale als Input für aggregierte Flexibilität der Liegenschaft; Sicherheit über Nutzung des Kommunikationskanals HAN/CLS; Pilotierung des Gerätadapters

#### AP 5.4: BUSINESS USE CASE - LOKALES ENERGIEMANAGEMENT

Im Fokus steht das spartenübergreifende Energiemanagement innerhalb der Liegenschaft (Gebäude, Areal, Stadtquartier). Dafür sind Konzepte und Modelle für Unterstützungswerkzeuge zu schaffen sowie Definitionen zur Datenbereitstellung und Schnittstellen zu treffen. Betriebsstrategien und Regelungskonzepte für das Energiemanagement werden implementiert. Das Flexibilitätspotential der Liegenschaft wird unter Aggregation der Gerätepotentiale kategorisiert und bewertet.

#### AP 5.3: BUSINESS USE CASE – BIDIREKTIONALE DIENSTE

Ausgeprägt werden Funktionen einer interagierenden Liegenschaft im Markt sowie einer Peer-to-Peer-Energiecommunity der Liegenschaften. Bidirektionale Funktionen eines Piloten für interagierende Liegenschaften und deren Markt-/Netzeinbindung mittels gemeinsamer, generischer Schnittstellen werden geschaffen. Diese dienen der Gewährleistung von Interoperabilität, von Informationssicherheit und der Automatisierbarkeit gemeinsamer Prozesse zur Erschließung verschiedener Arten von Flexibilität. Hauptaufgaben sind die Anforderungsanalyse für Dienste von und für Liegenschaften in der Community sowie für Netz und Markt, die Vernetzung von Liegenschaften als Multi-Agentensystem, die Modellierung und Kategorisierung von Liegenschaften, die Prognose von regionalem Ausgleich sowie der Pilottest der Vernetzung von Liegenschaften.

### AP 5.2: BUSINESS USE CASE – BIDIREKTIONALER HANDEL

Das Ziel besteht darin, das Design, die Ausgestaltung und die Regeln für dezentrale, lokale und überregionale Märkte zu analysieren, zu entwickeln und in Piloten zu erproben. Dazu erfolgt die Konzeptionierung, die Modellierungen, die Entwicklung von Plattformen und von Peer-to-Peer-Umgebungen sowie die Validierung und das Testen von Pilotanwendungen. Dabei geht es insbesondere um technische Optionen für bidirektionale Märkte, um Konzepte für das Marktdesign, für Flexibilitätsprodukte, um regionale Produkte und Märkte, um das marktorientierte Handeln in der Gelbphase sowie Plattformen für Märkte, Peer-to-Peer-Umgebungen und virtuelle Kraftwerke.

Schnittstellen von AP 5.5 im Rahmen des Teilprojektes 5 sind in [Abb. 2](#) gekennzeichnet.

Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht die Einordnung der Business Use Cases in das SGAM-Framework.

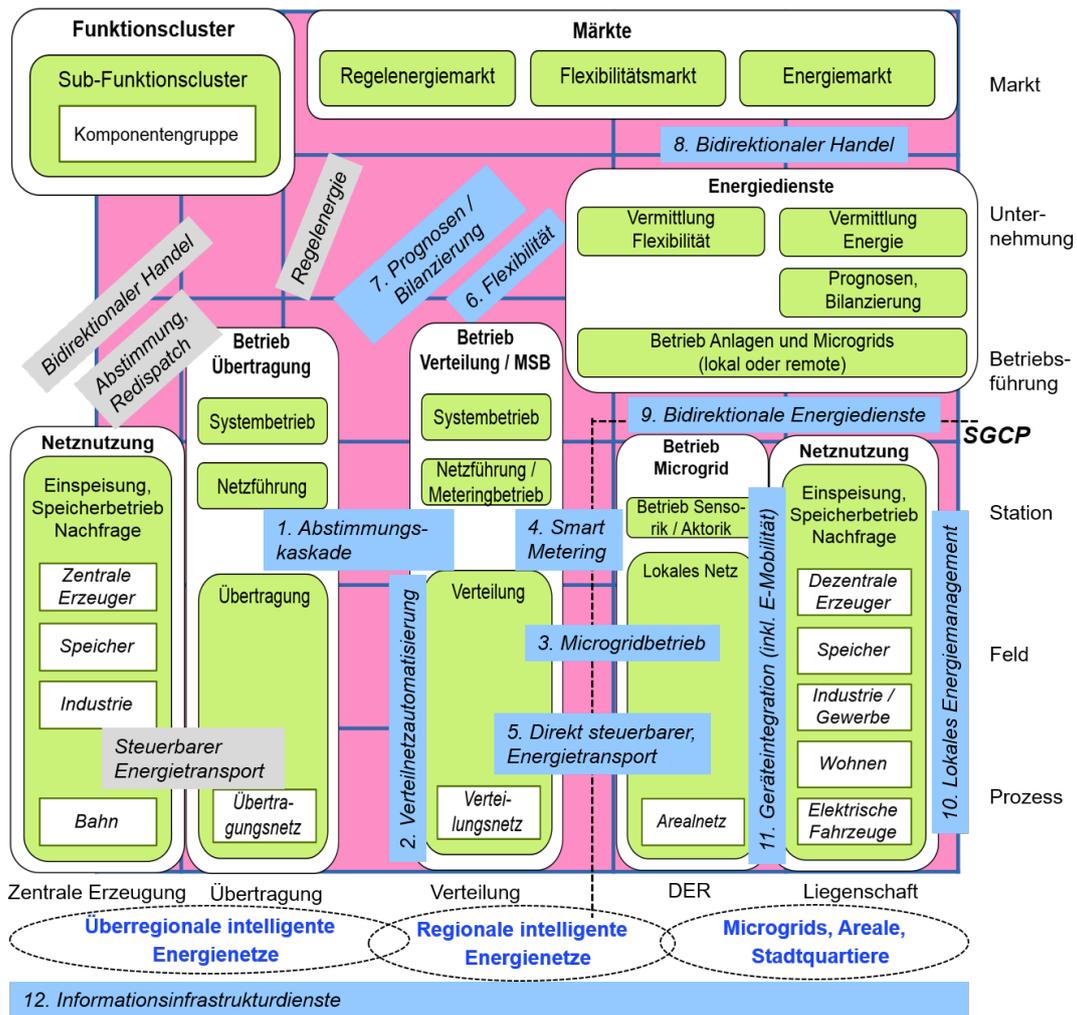


Abb. 3: Einordnung der Business Use Cases in das SGAM-Framework

## 2.2 Struktur des Arbeitspaketes 5.5

Analog zur Gliederung des C/sells-Projektes innerhalb der GVB wird das Arbeitspaket auf Basis der nachfolgenden Hierarchiedarstellung strukturiert. Die Zerlegung der AP-Inhalte erfolgt dabei in fünf Teilaufgaben (TA) sowie darunter in Arbeitsschritte (AS) je Teilaufgabe. Das Arbeitspaket, die Teilaufgaben und die Arbeitsschritte werden dabei in Kooperation von Partnern bearbeitet.

Im Rahmen der Arbeitsschritte werden die jeweiligen Aktivitäten von Partnern als Unterarbeitsschritte (UAS) zugeordnet. Die Bearbeitung erfolgt auf dieser Ebene durch die jeweiligen Partner allein.

Zusätzlich zur Arbeitskoordination werden Paten für Teilaufgaben und Arbeitsschritte definiert, wobei zusätzlich zu den AP-Statusberichten die jeweiligen TA-Paten Statusberichte zu TAs im Rahmen der Projektberichterstattung erstellen.

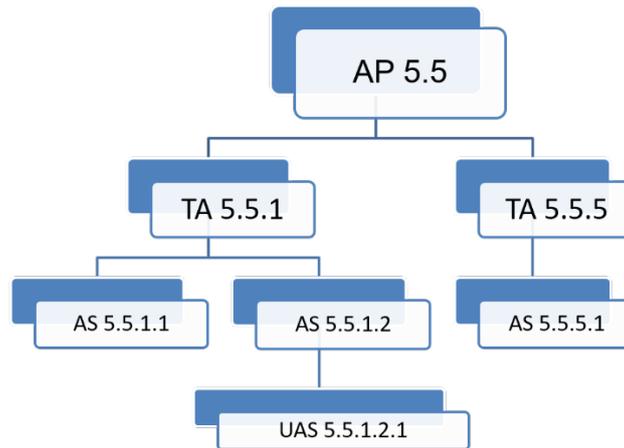


Abb. 4: Struktur des Arbeitspaketes 5.5

### AP 5.5 – TEILAUFGABEN (IN KLAMMERN DIE PATEN VON TA UND AS)

#### TA 5.5.1: Anforderungen wirtschaftlicher, interoperabler und sicherer Einbindung von Erzeugern und Lasten (WIR)

Arbeitsschritte (AS):

- AS 5.5.1.1: Anforderungsanalyse und Modellierungskonzepte aus Sicht Projektierer, Gerätehersteller und Anwender (WIR)
- AS 5.5.1.2: Spezifikation von Anwendungsfällen (WIR)
- AS 5.5.1.3: wissenschaftliche Begleitung und Evaluierung von TP 7-Demonstrationen (???)

#### TA 5.5.2: Flexibilitätsuntersuchung Anlagen / Geräte / Elektrofahrzeuge und Nutzenbewertung (FfE)

Arbeitsschritte (AS):

- AS 5.5.2.1: Aufbereitung von Betriebsdaten steuerbarer Geräte und Anlagen (inkl. Elektromobilität) als Basis von Potentialbetrachtungen (SWA)
- AS 5.5.2.2: Kategorisierung von Flexibilitäten und Quantifizierung der Potentiale steuerbarer Erzeuger, Lasten und Speicher (HSU)
- AS 5.5.2.3: Schwerpunktuntersuchung der Flexibilitäten von P2H (Abstimmung FfE / SWM)

#### TA 5.5.3: Prozesse / Schnittstellen für Interoperabilität und wirtschaftliche Marktintegration dezentraler Erzeuger, Speicher, Lasten (inkl. Ladepunkte) (HSU)

Arbeitsschritte (AS):

- AS 5.5.3.1: interoperable Anwendungsprofile inklusive technischer Anforderungen für steuerbare Erzeuger, Lasten und Speicher (SWA)
- AS 5.5.3.2: Spezifikation von interoperablen Prozessen und Schnittstellen für steuerbare Erzeuger, Lasten und Speicher (HSU)

AS 5.5.3.3: Beiträge und Mitwirkung im Standardisierungsprozess für interoperable Geräteschnittstellen (MVV)

AS 5.5.3.4: Tests und Bewertung der Anwendbarkeit von Prozessen / Schnittstellen in TP 7-Demonstrationen (SWM)

**TA 5.5.4: Spezifikation zur Nutzung HAN/CLS-Schnittstelle aus TP 3 (DEV)**

Arbeitsschritte (AS):

AS 5.5.4.1: Spezifikation HAN/CLS-Schnittstelle des iMSys im direkten Zusammenwirken mit Geräten / Anlagen sowie mit Energiemanagement Gateway (EMG) (DEV)

**TA 5.5.5: Prototypische Pilotierung und Tests der Prozesse und Schnittstellen als Basis für TP 7 (MVV)**

Arbeitsschritte (AS):

AS 5.5.5.1: prototypische Erweiterung des iMSys für Zusammenwirken mit HAN/CLS und EMG durch interoperable und sichere Kommunikationsbasis (PPC)

AS 5.5.5.2: prototypische Spezifikation und Implementierung von AP 5.5-Prozessen, Diensteschnittstellen und Datenmodellen sowie deren Validierung in Bezug auf Interoperabilität für verschiedene Geräte- / Anlagentypen (inkl. Elektromobilität) für HAN/CLS sowie für EMG-Direktkommunikation mit Markt (KIT AIFB)

AS 5.5.5.3: Spezifikation / Implementierung interoperabler Plattformen als wirtschaftliche und austauschbare Basis für die Vielfalt der Energiemanagementlösungen (WIR)

### 3 Hintergrund und Motivation

Der C/sells-Ansatz für ein zelluläres, partizipatives und vielfältiges Energiesystem wird im C/sells-Ergebnisdokument [C/sells – IOP Teil B+C. (11/2020)] beschrieben.

Nachfolgendes Kapitel bildet diesen Ausgangspunkt auf konkrete Vorhaben in Pilotierungen und Demonstrationen ab.

#### 3.1 MVV: Motivation Cell FRANKLIN connected powerful

So groß wie die gesamte Mannheimer Innenstadt soll es werden – das Stadtquartier »FRANKLIN«, das derzeit auf einem Areal der Universitätsstadt im Zentrum der Metropolregion Rhein-Neckar entsteht. Die Vision ist eine integrierte, energieeffiziente Quartiersentwicklung mit erneuerbaren Energien. Die Stadt Mannheim treibt das nachhaltige Quartierskonzept auf 144 Hektar Fläche voran. Dabei soll Energie mit Innovation und der Kraft der Gemeinschaft verbunden werden – und eine umweltfreundliche Nachbarschaft entstehen.

Die Konversionsfläche bietet aufgrund der neu entstehenden Infrastruktur die Möglichkeit, eine Energiezelle mit autonomen Eigenschaften zu bilden. In diesem Stadtquartier simuliert und testet die MVV das Energiesystem der Zukunft, indem die Sektoren Strom, Wärme und Mobilität miteinander verknüpft werden. Die Digitalisierung liefert hierfür die notwendigen Werkzeuge: Eine IoT-Plattform (Internet of Things – die Verknüpfung der realen Welt über das Internet) wird implementiert, um die verschiedenartigen Infrastrukturkomponenten im Quartier – Gebäudesysteme, Energieanlagen, Mess- und Steuerungssysteme sowie Anwendungen zum Energiemanagement – miteinander zu verbinden.

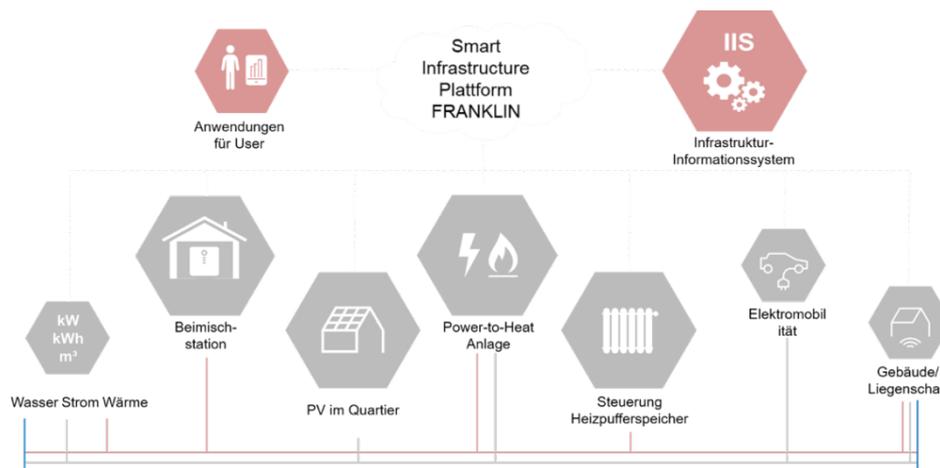


Abb. 5: Schlaglichter zum neuen Stadtquartier Franklin in Mannheim

Grundlage der Plattform ist der flächendeckende Einsatz intelligenter Messsysteme. Das nahezu in Echtzeit erfolgte Monitoring schafft nicht nur für den Quartiersbetreiber Transparenz, sondern auch für die Bewohner. Weiterhin wird die Erkennung von Flexibilitätpotenzialen beim Energieeinsatz möglich. Die MVV schafft die Basis für ein modernes, zukunftsweisendes Quartier, indem sie Mehrwertdienste und innovative Dienstleistungen anbietet.

Mit dem Ziel, Flexibilität nutzbar zu machen, baut MVV die Ladeinfrastruktur für Elektromobilität aus und schafft eine smarte Wärmezelle. Dabei soll gezeigt werden, wie Wärme aus regenerativen Quellen lokal sinnvoll in das Nahwärmenetz eingebunden und bedarfsorientiert verteilt werden kann. Dazu erfolgt der Einsatz von mit Photovoltaik gekoppelten Power-to-Heat-Anlagen sowie die Steuerung der Wärmeaufnahme in Wärmespeicher der Gebäude.

Die MVV schafft die Basis für ein modernes Stadtquartier, indem sie Flexibilität bereitstellt sowie Mehrwertdienste und innovative Dienstleistungen anbietet

Der **zellulare Ansatz** in C/sells wird im Rahmen der Stadtquartiersentwicklung mit einem zweistufigen Konzept der Organisation von Energiezellen im Sektorenverbund von Elektrizität und Wärme umgesetzt. Der Fokus wird dabei auf die Prozesse zum lokalen Energiemanagement in den Gebäudezellen sowie auf die Marktintegration von Energieüberschüssen und Flexibilität aus der Quartierszelle Franklin gerichtet.

Dieses Konzept wird ergänzt durch die genannte IoT-Plattform - der „Smart Infrastructure Plattform“ im Quartier, wobei diese Umgebung wiederum in folgende zwei Ebenen gegliedert wird:

- unterstützende **Informationsinfrastruktur** (zellbezogenes **Infrastruktur-Informationssystem**) sowie
- Komponenten zum **lokalen Energiemanagement** zur effizienten Organisation der Energieflüsse im Quartier zuzüglich lokaler Energiemanagementsysteme in den Gebäuden.

Mit dieser Lösung können sowohl Gebäude-Energiemanagementsysteme als auch Einzelanlagen (PV-Anlagen, Power-to-Heat-Anlagen, Heizpufferspeicher, Ladepunkte der Elektromobilität sowie Beimischstationen) Energieüberschüsse und Flexibilität sowie hochwertige Systemdienstleistungen im Stadtquartier bereitstellen. Die Smart Infrastructure Plattform nutzt diese zusätzliche Flexibilität aus dem Verbund von Strom und Wärme, um die Energieflüsse im Stadtquartier effizient und damit kostengünstig bei Nutzung erneuerbarer Energien zu regeln. Mittels hochauflösender Messung der Energieflüsse wird Energienutzung transparent, um Energieeffizienz zu befördern.

Schlussendlich können Energieüberschüsse und Flexibilitäten des Stadtquartieres durch die Gestaltung einheitlicher Prozesse und Schnittstellen auch über verschiedene regionale und überregionale Handlungsmöglichkeiten an Markt- und Netzakteure vermarktet werden. Dies unterstützt das C/sells-Ziel zur Erschließung neuer **Handlungsräume** unter **Partizipation** vielfältiger Akteure, hier insbesondere unter Beteiligung der **Vielfalt** von Bewohnern und Nutzern des Stadtquartieres.

Ebenso kann die zellulare Ausgestaltung den zellularen Netzbetrieb unterstützen und ist somit auch Beitrag zur lokalen Versorgungssicherheit.

## 3.2 WIRCON: Motivation Solarzellen Waghäusel und AutonomieLab Leimen

Um die Solarintegration in verschiedenen Umgebungen insbesondere in AP 7.5 (Koordinator WIRCON) zu demonstrieren, wurde drei Typen von C/sells-Energiezellen im Rahmen des **zellularen Ansatzes** ausgewählt.

Dies betrifft:

- Gewerbliche Areale als private Zellen mit Aufdach-PV-Anlagen zur Vermarktung
- Freiflächen-PV-Anlagen in Zellen des Netzes mit Zielstellung zur Integration in Infrastruktur-Informationssystem zwecks Bereitstellung von Unterstützungsdiensten (GWA, Registry, Flexibilitätskataster) für den Netzbetreiber
- Wohngebäudezellen mit PV-Anlagen und Zielstellung zur Eigenverbrauchsoptimierung

Folgende Objekte wurden für die drei Unterarbeitspakete (UAP) ausgewählt:

- **UAP 7.5.1 – Gewerbliche Areale:** Objekte entsprechend nachfolgender Liste und Anhängen
  - o Fenster Würges, Waghäusel, Lessingstr. 34, 27 kWp
  - o Wirth, Waghäusel, Goethestr. 61, 34 kWp
  - o Wirth Exklusiv, Friedrich-Hecker-Allee 73 + 39 + 29 kWp

Das UAP 7.5.1 konzentriert sich auf die Vermarktung von Energie und Flexibilität von Aufdach-PV-Anlagen sowie auf die Herstellung der Steuerbarkeit durch den Netzbetreiber über das Smart Meter Gateway nach BSI-Schutzprofil unter Nutzung der HAN/CLS-Schnittstelle.

- **UAP 7.5.2 – Freiflächenanlagen:** Objekte WIRCON entsprechend nachfolgender Liste und Anhängen
  - o Solarpark Bruhrain, Waghäusel, Deutschland, Installierte Leistung: 2.258 kWp | Jährlicher Ertrag: 2.155 MWh | CO<sub>2</sub>-Einsparung: 1.601 t/a | Bebaute Fläche: 21.254m<sup>2</sup>
  - o Solarpark Lerchenborg, Dänemark, Installierte Leistung: 60.900 kWp | Jährlicher Ertrag: 63.457 MWh | CO<sub>2</sub>-Einsparung: 49.893 t/a | Bebaute Fläche: > 800.000 m<sup>2</sup>
  - o Solarpark Delfzijl, Niederlande, Installierte Kapazität: 30.828 kWp | Jährlicher Ertrag: 27.634 MWh | CO<sub>2</sub>-Einsparung: 17.962 t/a | Bebaute Fläche: 300 000 m<sup>2</sup>

Das UAP 7.5.2 konzentriert sich auf die Erhebung von Anlagebetriebsdaten und die Integration in das Infrastruktur-Informationssystem (IIS).

- **UAP 7.5.3 – Wohngebäude mit PV und Eigenverbrauchsoptimierung:** Objekte entsprechend nachfolgender Liste und Anhängen
  - o Wirth, Lessingstr. 34 a, Waghäusel, 6,27 kWp
  - o Wirth, Waghäusel, Benzstraße, 9,7kWp
  - o Berghaus / Kießling, Leimen, Rudolf-Diesel-Str. 1 C / 1 F für Musterlösung zur Blauphase

Das UAP 7.5.3 konzentriert sich auf die Eigenverbrauchsoptimierung sowie eine Musterlösung zur Blauphase (Autarker Betrieb bei externem Stromausfall), wobei hierbei interne Netzqualitätsdaten (Frequenz, Spannung) benötigt werden.

Der Schwerpunkt bei der Ausprägung von Infrastrukturdiensten im Rahmen des IIS wird dabei in UAP 7.5.1 und 7.5.3 gelegt

- auf die Einführung intelligenter Messsysteme und die sichere Kommunikation unter Nutzung des Smart Meter Gateways und zugehöriger Gateway-Administration,
- als auch auf die Anlagenintegration über Energiemanagement Gateways zur Beschaffung von Anlagenstatusinformationen und zur Bereitstellung der Steuerungsfähigkeit.

Weiterhin ist im UAP 7.5.1 und 7.5.2 die Kopplung mit den IIS-Komponenten Registry und Flexibilitätskataster vorgesehen, um die Bereitstellung von Anlagenstammdaten, von dynamischen Flexibilitätsdaten, von Umweltdaten als auch von netztechnischen Daten für verschiedene Akteure bei gemeinsamen Aufgaben zur Markt- und Netzintegration zu ermöglichen.

Um die Massenfähigkeit der Lösungen zur Unterstützung des C/sells-Zieles **Vielfalt** zu unterstützen, werden Vorschläge zur Gestaltung von Interoperabilität abgeleitet.

Die zu demonstrierenden Lösungen sind ein Beitrag zur **Partizipation** der Bürger und Unternehmer in ihren Lebensräumen und ermöglichen die Gestaltung neuer **Handlungsräume** bei der Interaktion von Prosumenten und bei der Schaffung neuer Geschäftsmodelle für breite Akteursgruppen.

### ZIELSTELLUNG VON AUTONOMIELAB LEIMEN IM UAP 7.5.3:

Autonomie ist erstens legitimes Gestaltungsinteresse des Einzelnen und von Gemeinschaften sowie zweitens Grundlage für eine geringere Verletzlichkeit (Vulnerabilität) der Lebensfunktionen bei externen Störungen.

Gleichzeitig verfolgen Menschen als soziale Wesen gemeinschaftliche Interessen sowie zeigen die Fähigkeit zur gegenseitigen Unterstützung. Gerade bezüglich der Verfügbarkeit von Energie als Grundbedürfnis des menschlichen Lebens ist das solidarische Handeln im Energieverbundsystem so bedeutsam.

Die Gestaltung von Autonomie und Verbund erhöht die Widerstandsfähigkeit (Resilienz) eines Gesamtsystem als zellulärer Energieorganismus gegenüber ausschließlich zentral produzierenden und gesteuerten Systemen. Zwischen lokaler und regionaler sowie globaler Gestaltung ist das Optimum zu finden. Insbesondere erfordert die Notwendigkeit einer nachhaltigen Stadtentwicklung die Erhöhung der Widerstandsfähigkeit durch Maßnahmen zur Klimaanpassung als auch zur Bereitstellung autonomer Infrastrukturfunktionen für Energie, Wasser, Ernährung und Logistik.

Die Systemflexibilität wird durch das Wechselspiel von Autonomie und Verbund erhöht, benötigt aber hierzu auch Speicherfähigkeit innerhalb autonomer Strukturen.

Im Zusammenwirken der Projektpartner Stadtwerke Schwäbisch Hall, Fraunhofer IEE, PPC, devolo und Schleupen erfolgt im Rahmen der Nachbarschaftszelle Kießling / Berghaus die Implementierung einer Lösung, die autonomes Energiemanagement in Gebäuden, die Systemdienlichkeit gegenüber dem Verteilnetzbetreiber durch einen bezüglich der Leistung steuerbaren Netzanschluss sowie die Inselfähigkeit der Nachbarschaftszelle im Falle zeitweiser, externer Netzausfälle verbindet.

### MOTIVATION FÜR GEBÄUDE-, QUARTIERS- UND AREALBETREIBER

Dezentrale Energiekreisläufe, zellulare Systemkonzepte und Digitalisierung bieten neue Möglichkeiten zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit in Gebäuden, Stadtquartieren sowie gewerblichen Arealen und Industriegebieten. In Gebäuden mit erneuerbaren Energieanlagen und Energiespeichern sowie mit Netzersatzanlagen und Gebäudeenergiemanagementsystemen kann bei externen Netzausfällen die Abtrennung des Gebäudes vom Netz aktiv durch das Gebäude selbst erfolgen.

In der Folge wird autark im Gebäude die korrekte Frequenz und Spannung aufrechterhalten sowie der Energiefluss zwischen lokalen Erzeugern, Speichern und Verbrauchern gesteuert. Bei nicht ausreichendem Energie- und Leistungsangebot von Erzeugung und Speichern kann im Gebäude ein Notbetrieb für die wichtigsten Verbraucher umgesetzt werden, wobei nicht zwingend benötigte größere Verbraucher von der Versorgung getrennt werden können.

Wenn der Energiefluss im externen Netz wieder zur Verfügung steht, erfolgt durch die Netzersatzanlage des Gebäudes wieder die Zuschaltung und die Wiedersynchronisierung zum umgebenden Netz. Dabei erhält das Gebäude über einen zur Sicherstellung von Datenschutz und Informationssicherheit geschützten Kommunikationskanal – CLS-Kanal des Smart Meter Gateways und FNN-Steuerbox - die Meldung, dass das Niederspannungsnetz wieder zur Verfügung steht.

Im Rahmen eines ersten Demonstrationsobjektes als Nachbarschaftsverbund aus zwei Reihenhäusern in Leimen auf der Rudolf-Diesel-Straße bei den Familien Andreas Kießling und Marc Berghaus wurde dieses Verfahren am 22. Mai beim Lab Noir vorgestellt.

Das Thema betrifft jedoch alle Wohnquartiere, gewerbliche Areale, Infrastrukturbetriebe als auch Flughäfen oder Industriegebiete.

### ABLAUF BEIM NETZBETREIBER STADTWERKE SCHWÄBISCH HALL

Im simulierten Netzbetrieb ging am 22. Mai gegen 18 Uhr über das Awareness-System Baden-Württemberg (ASBW) in der Verbundleitwarte der Stadtwerke Schwäbisch Hall die Meldung über einen Netzausfall in allen 22 angeschlossenen Verteilnetzen ein. Die im Netzsimulator für den Netzwiederaufbau geschulten Techniker und Schaltungingenieure der Stadtwerke Schwäbisch Hall griffen daraufhin auf den Ablauf "Inselnetzaufbau" zurück. Das Führungskraftwerk nahm den Betrieb auf. Sukzessive wurden ebenso die weiteren Kraftwerke und Abnehmer versorgt. Das Netz Schwäbisch Hall lief in der Folge stabil als Inselnetz, während das Reihenhause in Leimen über die im Gebäude eingebaute Batterieanlage versorgt wurde.

Im Szenario erfolgte anschließend der Wiederaufbau des Verbundnetzes, woraufhin der Dispatcher über das ASBW die Meldung erhielt, die Leistung zu erhöhen und alle verfügbaren Reserveaggregate hochzufahren. Parallel wurde das Netz wieder synchronisiert.

Durch den Versand eines Signales an die FNN-Steuerbox erfolgte die Meldung, dass das Niederspannungsnetz wieder zur Verfügung steht, womit das Gebäude für den Prozess der Wiedersynchronisierung mit der Umgebung wieder freigegeben wurde.

Bei einem breiten Einsatz eines solchen Netzersatzbetriebs mit einer Wiedersynchronisation auf das Netz könnte der Netzwiederaufbau nach einer größeren Netzstörung wesentlich erschwert werden. Wenn die Wiedersynchronisation unkoordiniert abläuft, sind die Lastflüsse im Netz, das sich noch in der Stabilisierungsphase befindet, kaum vorhersehbar. Im Rahmen des Lab Noir wurde die Wiedersynchronisation durch den Verteilungsnetzbetreiber gesteuert. Auf diese Weise wandelte sich der Netzersatzbetrieb von einem potenziellen Störfaktor zu einer entscheidenden Unterstützung des Netzwiederaufbaus.

Im Rahmen des Projekts C/sells wird dieser Zustand zur Führung des Energiesystems in einer begrenzten Energiezelle bei Ausfall der Elektrizitätsversorgung in der Umgebung „Schwarz-/Blauphase“, in Abgrenzung zu den drei Ampelphasen bei Bestehen des Gesamtsystems, genannt.

## MOTIVATION FÜR ANBIETER VON SOLARANLAGEN UND ENERGIEMANAGEMENTSYSTEMEN

Für Anbieter von Solaranlagen ist eine funktionierende Inselnetzfähigkeit insbesondere vor dem Hintergrund der Optimierung des Eigenverbrauches erzeugten Solarstromes interessant. Nach Auslaufen der EEG-Förderung wird die Bedeutung der Gestaltung von Autonomie und Eigenverbrauch in Gebäuden, Quartieren und Arealen als Energiezellen wachsen. Gleichzeitig autonome und verbundene Energiezellen können die Versorgungssicherheit erhöhen sowie neue Handlungsmöglichkeiten in der Energie-Community hervorbringen. Das zusätzliche Angebot zur Autarkie im externen Störfall verstärkt das Leistungsangebot der Anbieter von Solaranlagen und Energiemanagementsystemen.

Nach Herstellerangaben wird inzwischen mehr als jede vierte PV-Anlage mit einem inselnetzfähigen Wechselrichter installiert. Somit werden Produkte bereitgestellt, die sowohl den zeitweiligen, autarken Betrieb und den schrittweisen Wiederaufbau des Verbundnetzes unterstützen als auch den Betreibern von Liegenschaften und Anlagen neue Chancen beim Einsatz des Solarstromes in Gebäuden sowie bei der Interaktion mit Energiemärkten und Energienetzen bieten.

Im Rahmen der Demonstration Lab Noir wurde die begrenzte Autarkie bei externem Spannungsausfall durch jeweils ein Energiemanagementsystem pro verbundenes Gebäude ermöglicht. Dabei übernahm der integrierte Batteriespeicher, der über die auf dem Hausdach installierte PV-Anlage gespeist wird, die Versorgung beider Reihenhäuser.

Ziel war es, in der Übergangsphase des Netzausfalles möglichst lange die Versorgung in beiden Gebäuden zu gewährleisten. Deshalb wurden an den im Gebäude benötigten Verbrauchern Sensoren eingebaut, die den Leistungsbedarf sekundlich erfassen und diese Information den Energiemanagementsystemen zur Begrenzung und Priorisierung des Leistungsbedarfes bereitstellen. Somit wurde die zeitliche Staffelung der Gerätenutzung unter den Bedingungen einer Leistungsgrenze im Notfallbetrieb ermöglicht.

Der Geräteeinsatz, die bezogenen Leistungen und der Speicherstand wurden durch das Energiemanagementsystem auf smarten Endgeräten (Computer, Tablett, Smartphone) dargestellt. Der Nutzer erhielt hiermit die Möglichkeit, die Priorisierung der Gerätenutzung zu beeinflussen. Mittels der Sensoren konnte das Energiemanagementsystem ebenso Beginn und Ende des externen Ausfalles erkennen und somit die Phase des Notbetriebes starten und auch wieder beenden.

Eine Integration eines solchen speziellen Energiemanagementsystems für den Inselnetzbetrieb im Rahmen einer Lösung für die Eigenstromoptimierung im Smart Home kann der Schlüssel für ein effizientes und attraktives Angebot einer solchen Lösung auch für kleinere Gebäude und Privathaushalte sein. Das prioritätenbasierte Energiemanagement und die modulare Realisierung im Open Source-Framework OGEMA stellen somit eine wesentliche Weiterentwicklung gegenüber bestehenden Lösungen dar.

Folgende **Zelltypen und Zellgrenzen** werden mit dem Vorhaben Lab Noir und in der zugehörigen Weiterentwicklung zum Autonomielab Leimen adressiert.

- Gebäudezellen mit informationstechnischen Schnittstellen zu Energiemanagementsystemen und intelligenten Messsystemen
- Gebäudeverbund mit gemeinsamem Netzanschluss und informationstechnischer Schnittstelle zum Netzbetreiber

- Verteilnetz mit IIS-Komponenten intelligente Messsysteme, Gateway-Administration und Plattform für aktive Energiemarktteilnehmer
- Regelzone TransnetBW für vertikale Einbindung in Abstimmungskaskade

Es werden nachfolgende dargestellte Interaktionen horizontal zwischen gleichrangigen Zellen und vertikal in einer Kaskade von Zellen (Systeme aus Systemen) abgebildet [C/sells – IOP Teil E. (05/2020)].

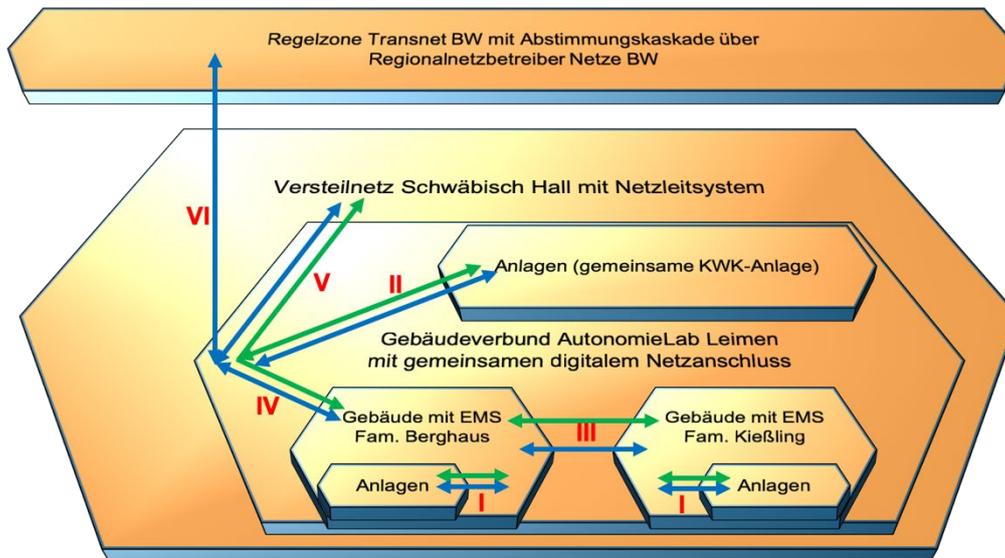


Abb. 6: Zelltypen und Integration im AutonomieLab Leimen

Dabei sind folgende energietechnischen Schnittstellen (grüne Pfeile) und informationstechnischen Schnittstellen (blaue Pfeile) auszuprägern.

- I - horizontale Integration von Anlagen / Geräten in Gebäudezellen (energie- und informationstechnisch)
- II - horizontale Integration von Anlagen in Gebäudeverbund (energie- und informationstechnisch)
- III - horizontale Integration von Gebäudezellen über Energiemanagementsysteme zum Austausch von Flexibilität (energie- und informationstechnisch)
- IV - vertikale Integration von Gebäudezellen und Gebäudeverbund zur gemeinsamen Nutzung einer KWK-Anlage und eines gemeinsamen Netzanschlusses (energie- und informationstechnisch)
- V - vertikale Integration von Netzanschluss des Gebäudeverbundes in Verteilnetz (energie- und informationstechnisch)
- VI - vertikale Verbindung zur Regelzone über Regionalnetzbetreiber zur Einbindung in Abstimmungskaskade (energie- und informationstechnisch)

### 3.3 KIT: Motivation Campus-Zelle KIT

Um auch private Wohngebäude als Energiezellen nutzen zu können, wurden im Energy Smart Home Lab auf dem Campus Süd des KIT Systeme zum **energieträgerüberreifenden Energiemanagement** in Wohngebäuden entwickelt und erprobt. Hiermit wurde die **Partizipation** der Bürger im zellulären Energiesystem ermöglicht und die **Erschließung energetischer Flexibilität** vorangetrieben.

Der **Vielfalt** der Akteure wurde durch die Weiterentwicklung der Mensch-Maschine-Schnittstelle „Energy Management Panel“ Rechnung getragen. Über diese Schnittstelle können die Bewohner intelligenter Gebäude ihre energetisch relevanten Präferenzen, wie z. B. Zieltemperaturen und Gerätestartzeiten übermitteln. Die übermittelten Präferenzen werden durch das Energiemanagementsystem „Organic Smart Home“ bei der Ermittlung der momentan verfügbaren Flexibilität berücksichtigt.

Die Erschließung der Flexibilität findet dabei über eine Vielzahl von Sensoren und Aktoren im Gebäude statt, welche die Geräte an das Organic Smart Home anbinden und für das automatisierte Energiemanagement nutzbar machen. Die so erschlossene Flexibilität kann während des unkritischen Netzbetriebs zur Eigenverbrauchsoptimierung, zur Optimierung der Energienutzung im Kontext dynamischer Energietarife oder zur CO<sub>2</sub>-Reduktion genutzt werden. Darüber hinaus wurden Grundlagen für eine **Anbindung an ein übergeordnetes Infrastruktur-Informationssystem** und die Bereitstellung der lokalen **Flexibilität an andere Zellen** oder auf **Flexibilitätsmärkten** geschaffen.

Um im AP 7.6 das Energy Smart Home Lab für **Hardware-in-the-Loop**-Simulationsstudien und das Organic Smart Home zur simulativen Untersuchung verschiedener Szenarien zum energieträgerüberreifenden Energiemanagement einsetzen zu können, waren zahlreiche Weiterentwicklungen notwendig. Diese Weiterentwicklungen waren Kernbestandteil der Aufgaben des AIFB im AP 5.5.

Zum Abschluss von C/sells steht mit dem ESHL eine **reale Musterzelle zur Untersuchung und Demonstration** verschiedener Szenarien zur automatisierten Nutzung und Bereitstellung energetischer Flexibilität, auch im Kontext eines Zellverbundes, welcher weitere Zellen beinhaltet, zur Verfügung. Mit dem weiterentwickelten OSH ist ein umfassendes Werkzeug zur energieträgerübergreifenden Optimierung hinsichtlich verschiedener Optimierungsziele sowohl realer als auch simulierter Gebäude geschaffen und in zahlreichen Simulationsstudien evaluiert worden.

### 3.4 ISC / FhG IEE: Motivation Quartierszelle Hohentengen

Ziel der IKT-Siedlung Hohentengen ist es einen möglichen Lösungsansatz für den Einsatz und die Steuerung dezentraler Energieerzeuger zu finden und zu zeigen, dass mit mehreren, kleineren Energie-Bereitstellungs-Anlagen die Energie effizient und flexibel innerhalb des Areals genutzt werden kann und nach außen hin sowohl eine positive als auch negative Flexibilitätsbereitstellung erreicht werden kann.

Hierfür wurden mehrere Energieerzeugungsanlagen (TH-E Boxen), die eine kompakte Symbiose aus BHKW, Wärmepumpe, elektrischer und thermischer Speichern und einem PV-Anschluss darstellen auf dem Areal installiert und in Betrieb genommen. Zusammen mit weiteren elektrischen und thermischen Speichern, installierten PV-Anlagen und weiteren verteilten Wärmepumpen kann so die notwendige elektrische und thermische Energie für die gesamte Liegenschaft bereitgestellt werden. Zwei der TH-E Boxen benötigen für den Betrieb eine Zufuhr an Erd- bzw. Propangas, während eine dritte brennstoffzellenbetriebene TH-E Box mit einer Wasser/Methanol Mischung gespeist wird. Die externen Wärmepumpen werden aus einem Mix aus PV-Strom, Strom aus dem öffentlichen Netz und mit von den TH-E Boxen kommendem Strom versorgt und sollen noch während der Projektlaufzeit von einem Luft/Wasser Betrieb auf Wasser/Wasser Betrieb umgestellt und dafür an ein Niedertemperatur-Anergie-Liegenschafts-Wärmenetz angeschlossen werden.





Abb. 7: Oben: Foto des Gesamtareals IKT-Siedlung Hohentengen, Mitte: Lageplan mit Nummerierung der Gebäude, Unten: Frontseite von Gebäude #6 mit OCPP 1.6; 11/22kW Ladesäule und eGolf (36kWh), nachgeführter PV-Blume (ca.  $P_{max}=2kW_{PV}$ ) und stationärer temporär an Hauswand angeordneter PV-Anlage (ca.  $P_{max}=4kW_{PV}$ ).

Wichtigstes Ergebnis ist die Umsetzung eines IKT-Konzepts zur Steuerung der Energiesiedlung Hohentengen mittels Kombinationen aus installierten BHKWs und Wärmepumpen und ein mindestens einjährigen Testlauf als Pilotversuch. Wärme und Strom sollen genau nach Bedarf bereitgestellt werden für die drei Sektoren Heizen, elektrische Versorgung und Elektromobilität. Das System soll zudem netzdienlich sein, d. h. bei Bedarf positive und negative Regelenergie an den Versorgungsnetzbetreiber liefern können.

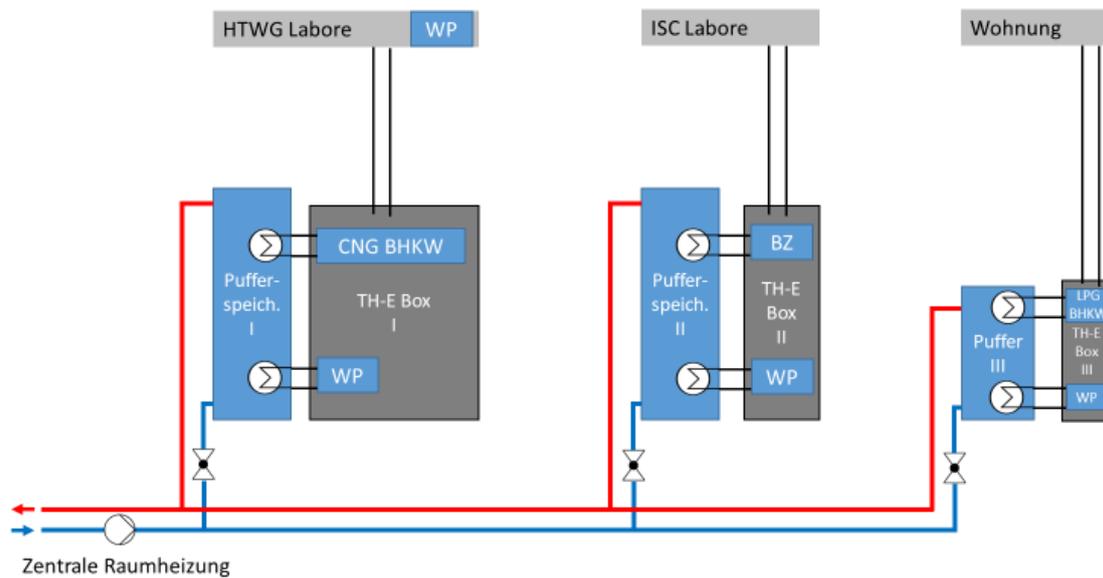


Abb. 8: Schematische Darstellung des Aufbaus und der vernetzten Einbindung der Energieversorgungs-Einheiten „TH-E Box“ zur flexiblen Energiebereitstellung hier für Labore und eine Wohnung.

Als weiteres Teil-Ergebnis wird anvisiert, dass sich Elektrofahrzeuge mit stufenlos einstellbarer Leistung laden lassen, am besten via OCPP Version 1.6 Treibersoftware. Die Ladeleistung richtet sich dabei nach Signalen aus der Smart Grid Steuerbox (HAN/CLS). Zudem wird erwogen elektrische Hausspeicher modular in Elektrofahrzeuge als Range-Extender einzusetzen.

### 3.5 FhG ISE: Motivation Zelle Stuttgart Fellbach

Im Rahmen von C/sells wird mit der Zelle „Fellbach“ auf die immer stärker werdende Elektromobilität in Privathaushalten eingegangen. Dazu entsteht im C/sells-Projekt eine Musterlösung zur Integration von Elektromobilität in der Zelle Fellbach.

Das Fraunhofer ISE forscht an effizienten Lösungen für ein intelligentes Lademanagement für Elektrofahrzeuge und setzt dabei den zellulären Ansatz aus C/sells um. Dabei stehen die bestmögliche Auslastung bestehender Netzstrukturen und die bestmögliche Versorgung der Kunden im Vordergrund.

In benachbarten Einfamilienhäusern in Fellbach werden Strategien zur Koordination von Ladevorgängen untersucht, primär um eine Überlastung des Niederspannungsnetzes zu vermeiden. Dazu wird jedes Haus mit einem eigenen Heim-Energie-Management-System (HEMS) ausgestattet, das lokal einen Ladefahrplan berechnet. Dabei werden die Haushaltsverbraucher und die Wärmepumpe vom HEMS überwacht und im Fahrplan berücksichtigt. Zur Berechnung des Ladefahrplans wird ein vom Fraunhofer ISE entwickelter Ladealgorithmus mit Eigenstromverbrauchsoptimierung eingesetzt, der auch PV-Prognosen in die Ladefahrplanberechnung mit einbezieht. Mit diesem Ansatz findet bereits auf Gebäudeebene ein intelligentes Energiemanagement statt, das als Grundlage dient, um die Koordinierung von Ladevorgängen auf Quartiersebene zu ermöglichen.

Auf Quartiersebene wird das Fraunhofer ISE ein Konzept zur Überwachung und Optimierung von Ladevorgängen erproben. Ziel ist es, Spitzenlasten zu vermeiden und Flexibilitäten bereit zu stellen und zu nutzen. Dazu stehen Überwachungsfunktionen in der Niederspannungsmasche zur Verfügung. Untersucht werden die Auswirkungen des Ladeverhaltens von Elektrofahrzeugen in der Niederspannungsmasche, sowie das Potential von Flexibilitäten. Um einen sicheren Zustand gewährleisten zu können, kann das Quartiersmanagement eine Nachtjustierung im HEMS durchführen.

Mit dem Konzept setzt das Fraunhofer ISE den zellulären Ansatz in C/sells um und schafft eine Informationsinfrastruktur auf Quartiersebene zum Lademanagement für Elektrofahrzeuge. Somit entsteht eine neue einheitliche Musterlösung im Rahmen von C/sells, die weit darüber hinaus beispielgebend ist.

### 3.6 FST: Motivation Arealzelle Flughafen Stuttgart

Der Flughafen Stuttgart als Prosument umfasst alle Wertschöpfungsstufen des zellulären Energiesystems, da er sowohl Strom verbraucht als auch durch unterschiedlichste Anlagen Strom selbst erzeugt. Die große Möglichkeit an Flexibilität ermöglicht es dem Flughafen als Liegenschaft den zellulären Ansatz des C/sells Projekts als Praxispartner zu demonstrieren. Hierbei können unterschiedlich große Microgrids oder einzelne Gebäude betrachtet werden, die technisch in der Lage sind, die enthaltenen flexiblen Erzeuger und Lasten an das Netz oder an die Zelle weiterzugeben. Ein zusätzliches Ziel des Flughafens, das sich mit den Zielen von C/sells vereinen lässt, ist die autonome Optimierung der Energiebereitstellung, -nutzung, -verteilung und -speicherung. Schlussendlich sollen autonome Regelungsverfahren für Energieflüsse durch lokales Energiemanagement in der Liegenschaft Flughafen demonstriert werden, um dadurch Rückschlüsse auf die Massenfähigkeit zu ermöglichen.

Besonderer Fokus des Flughafens liegt auf dem lokalen Energiemanagement innerhalb der Liegenschaft, sowie der Flexibilitätsvermarktung aus der Zelle heraus. Dazu sollen bestehende Energiemanagementsysteme im Hinblick auf Identifikation und Vermarktung von Flexibilitätspotenziale optimiert werden und Vermarktungs-, Flexibilitäts- und Effizienzpotentiale von Anlagen generiert werden. Das entwickelte Flexibilitätsmanagement soll anschließend am Beispiel des Flughafen Stuttgarts aufgebaut, evaluiert und in das bereits bestehende Energiemanagementsystem integriert werden. Somit kann die Umsetzung in der Praxis ebenfalls untersucht werden.

Für die Flexibilität werden hierfür einerseits Energieerzeugungsanlagen (BHKW, Dieselgeneratoren, PV-Anlagen, KKM, AKM) als auch Energiespeicher (Kältespeicher) genutzt. Um weitere Flexibilität zu generieren, werden schnell schaltbare Anlagen, wie beispielsweise Lüftungsanlagen auf Gebäudeebene genutzt.

Des Weiteren werden durch den Ausbau an Elektromobilität auch zukünftig weitere Flexibilitätspotentiale geschaffen, die in der Liegenschaft Flughafen Stuttgart durch Systeme mit dynamischen Lastmanagement realisiert werden. Diese werden durch GLT über OPC UA Schnittstellen eingebunden.

Durch eine Simulation des Flughafenetzes mit dem Simulationsprogramm TOP Energy wird die Betriebsführung der einzelnen Flexibilitäten sowohl nach Betriebskosten als auch nach CO<sub>2</sub>-Emissionen optimiert.

Diese Simulation ist zukünftig die Grundlage für weiterführende Untersuchungen zur Anbindung neuer Flexibilitäten, wie beispielsweise einem Batteriespeicher.

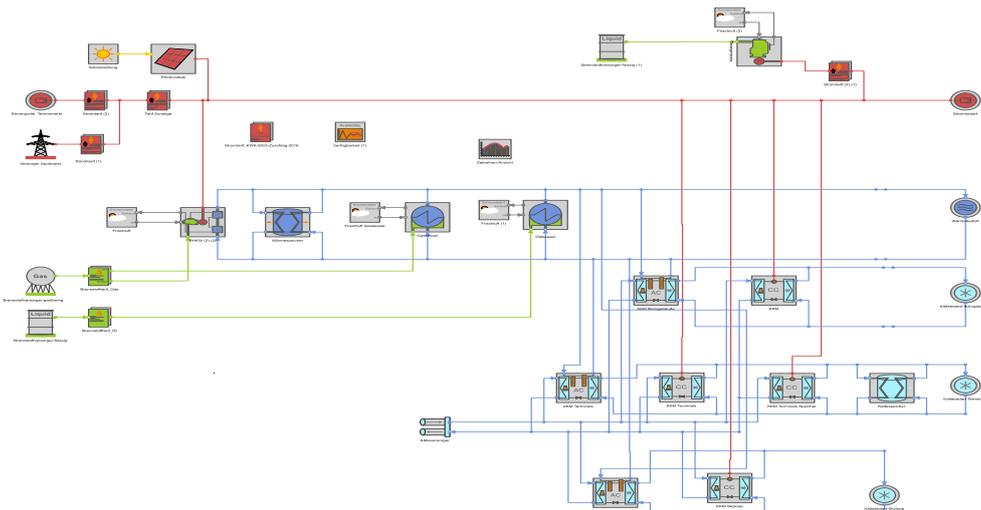


Abb. 9: Simulationsschema des Flughafen Stuttgart mit der Simulationssoftware TOP Energy.

### 3.7 THU: Motivation Verteilnetzzone Ulm

Ulm ist eine Universitätsstadt in Baden-Württemberg mit ca. 130.000 Einwohnern. Im Stadtgebiet Ulm befinden sich PV-Anlagen (> 7 kWp) mit in Summe 37,8 MWp. Die Technische Hochschule Ulm (THU) und die Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm Netze GmbH bauen hier gemeinsam ein Verteilnetz-Informationssystem auf.

In einer zunehmenden Anzahl von Netzzellen des Stadtgebiets Ulm findet immer häufiger Rückspeisung in die Mittelspannungsebene statt. Zusätzlich sind eine Vielzahl von potenziell steuerbaren dezentralen Lasten und Stromerzeuger vorhanden. Betriebsdaten von diesen Anlagen stehen aktuell dem Netzbetreiber nur sehr sporadisch zur Verfügung. Bisher ist kein Organisationsprozess etabliert, der die Vielzahl und Vielfalt der dezentralen Einspeiser und potenziell flexiblen Lasten koordiniert. Ebenso werden die Netzbetriebsparameter (z.B. Netzbelastung, Spannung) in dem zukünftig notwendigen Umfang lokal und zwischen den Netzbetreibern noch nicht erfasst und ausgetauscht.

Im Smart-Grids-Testgebiet Einsingen, welche eine Subzone des Stadtgebiets Ulm ist, sind 23 PV-Anlagen installiert, diese liefern bereits die Planungs- und Betriebsgrößen für das Stromnetz. In Zukunft soll durch einen flexiblen Betrieb von Lasten und Erzeugern das Netz effizienter und sicherer geplant und betrieben werden. Für eine zuverlässige Bestimmung des Netzzustands sind besonders Betriebsinformationen der steuerbaren Anlagen von großer Bedeutung. In Einsingen werden diese Daten mit Hilfe der neuen BSI-konformen Smart-Meter-Infrastruktur ermittelt, über standardisierte Protokolle an die Netzleitwarte der THU gesendet und dort bewertet. CLS-Gateways (Controlable Local System) ermöglichen dabei in den Anlagenbetrieb einzugreifen und Last und Erzeugung flexibel an die Netzbedingungen anzupassen.

Das Ortsnetz von Hittistetten, welche die ideale Ergänzung zur Zone des Stadtgebiets Ulm darstellt, wurde bereits zweimal für die Aufnahme der Solarenergie ausgebaut. Zeitweise treten Rückspeisungen in das Mittelspannungsnetz auf, welche vier Mal so hoch wie die Höchstlast sind. In Hittistetten sind bereits verschiedene dezentrale flexible Lasten, wie z.B. Batteriespeicher und E-Ladesäulen (Wall-Box) vorhanden. Das Flexibilitätspotenzial dieser flexiblen Lasten soll in der Zukunft auf die Netzsituationen abgestimmt werden, um zusätzliche Belastungen für das Stromnetz zu vermeiden.

Die Arbeit in TP5.5 wird für die Verteilnetzzone Ulm in einem Pilottest im Smart Grids Labor der THU durchgeführt. Hier werden die ermittelten Ansätze getestet hinsichtlich Funktionalität, Zuverlässigkeit und Interoperabilität.



### 3.8 SWM: Motivation Wärmезelle München

Die Stadtwerke München greifen mit dem Demonstrationsprojekt C/sells die Problemstellung des Lastverschubpotentials von Power-to-Heat-Anlagen auf. In dessen Rahmen wird die Grundlage einer modernen, zukunftsfähigen und kostengünstigen IKT-Infrastruktur geschaffen.

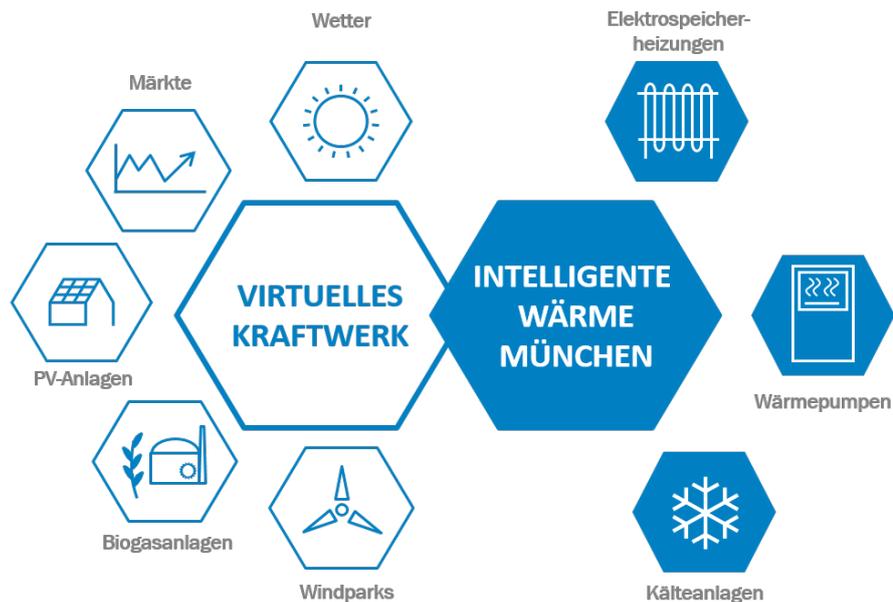
Im Unterarbeitspaket 7.4.1 werden Einheiten wie Nachtspeicherheizungen, Wärmepumpen und Kälteanlagen mit Leistungen von deutlich kleiner als 100 kW, mess- und steuerungstechnisch zu einem „Intelligenten Wärmeversorgungssystem“ zusammengeschaltet. Idealerweise baut die intelligente Wärmeversorgung deshalb auf ein intelligentes Messsystem (iMSys) mit Steuerungsfunktion auf. Aufgrund der verzögerten Entwicklung des intelligenten Messsystems wurde als Alternativsystem das Strompager-System der Firma Bosch verwendet. Auch wenn sich dieses System im Detail unterscheidet, kann jedoch ein Großteil der Erfahrungen uneingeschränkt auf das iMSys übertragen werden.

Zentraler Baustein ist der Logikkern, welcher für jede einzelne technische Einheit einen Fahrplan erstellt und diese so schaltet und einsetzt, dass Verbrauch und Erzeugung von Wärme und Strom ideal aufeinander abgestimmt sind. Die Anbindung von vielen kleinen technischen Einheiten erfordert ein hohes Maß an standardisierten und automatisierten Prozessen.

Eine Herausforderung des Projekts liegt in der Anbindung von Bestandsanlagen, welche beispielsweise häufig alte Energieinfrastruktur wie etwa Zählertafeln besitzen. Außerdem ist in den Kellern oft kein Mobilfunknetz vorhanden, was eine Anbindung extrem erschwert oder unmöglich macht.

Vorteilhaft ist jedoch in der Praxisarbeit die nahe Zusammenarbeit mit den Teilnehmern des Projektes, wodurch ein ständiger Informationsaustausch stattfindet und somit der Prozess noch besser optimiert werden kann.

Mit Hilfe des Projektes soll langfristig der Anteil der Erneuerbarer Energien, sowohl im Stromsektor, als auch im Wärmesektor erhöht werden. Dabei können funktionelle Speicher genutzt werden, um den Verbrauch von Power-to-Heat-Anlagen, ohne spürbare Einschränkungen im Nutzer-Komfort, zeitlich zu verschieben und so der Erzeugung aus volatilen erneuerbaren Energien anzupassen.



### 3.9 Geräteintegration zur Flexibilitätsnutzung in Augsburg

Für eine erfolgreiche Gestaltung der Energiewende ist ein intelligentes Energieversorgungssystem essenziell. Die Stadtwerke Augsburg (swa) ist an dem Projekt C/sells involviert, welches notwendige Maßnahmen und Schritte zur Energiewende ermöglichen will, um wertvolle Praxiselemente zu liefern. Des Weiteren können durch die Mitarbeit innovative und attraktive Geschäftsmodelle entwickelt werden. Es wird Wissen ausgetauscht, welches in die Praxis implementiert werden kann, um Innovationen voran zu treiben. Ziel der swa bei der Unterstützung im Projekt C/sells ist die Ermittlung der Flexibilitätspotenziale im Raum Augsburg. Zusätzlich sollen weitere Einblicke aus der Praxis auf dezentrale Flexibilität aufgezeigt werden. Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse seitens der swa dargelegt.

#### Methodik

Als Datengrundlage für die Untersuchung des Flexibilitätspotenzials in Augsburg dienen die summierten Last-/Einspeiseverläufe aller relevanten Verbrauchs- und Erzeugungsanlagen. Die Einspeiseverläufe der Erzeugungsanlagen bestehen aus einerseits gemessenen Werten (RLM), sowie andererseits aus durch Normierung synthetisch erzeugte Verläufe generierter Werte. Für die Lastverläufe werden die bei den swa verwendeten TLP-Profile verwendet. Somit dient die aggregierte Gesamtleistung, die je Anlagentyp und je 15 Minuten in das Netz eingespeist bzw. aus dem Netz entnommen wird, als Datengrundlage für spätere Auswertungen. Für das jährliche bzw. saisonale Flexibilitätspotenzial wird davon jeweils der Mittelwert über einen spezifischen Zeitraum gebildet. Somit ist in nachfolgendem Diagramm das Potenzial der Flexibilitätsoptionen abgebildet, das im Mittel 15 Minuten zu- bzw. abschaltbar ist. Die Betrachtung bezieht sich somit auf das technische Potenzial der untersuchten Anlagen.

#### Auswertung der Flexibilitätspotenziale

Die folgende Darstellung zeigt die Summe aller ermittelten Flexibilitätspotenziale:

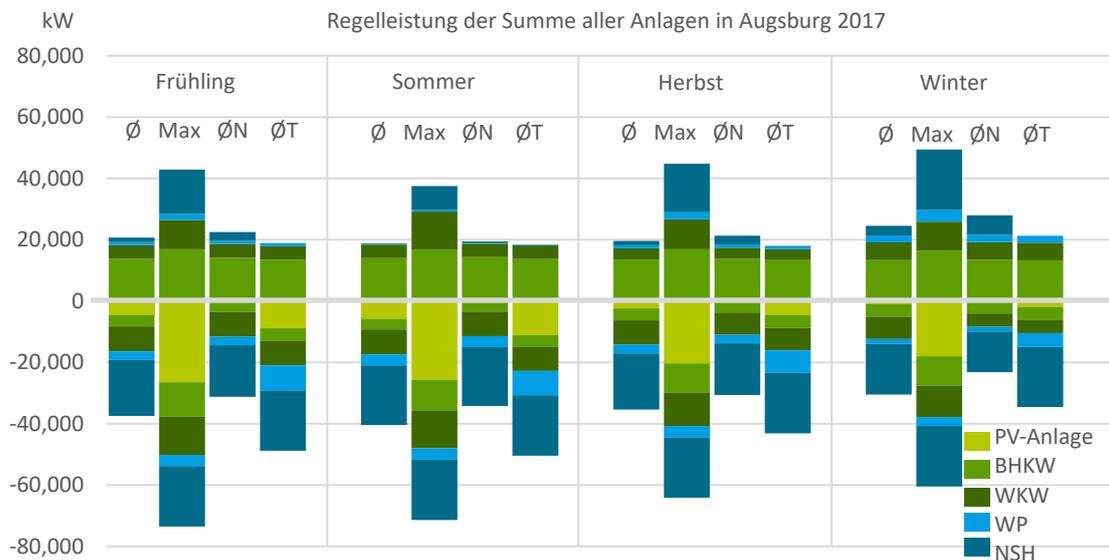


Abbildung 10: Summe der positiven und negativen Regelleistungen der dezentralen Flexibilitätsoptionen in Augsburg 2017

In folgender Tabelle ist das aggregierte positive und negative Potenzial der Flexibilitätsoptionen dargestellt, welches im Mittel 15 Minuten zu- bzw. abschaltbar ist.

Tabelle 1: Kennzahlen Summe für das gesamte Jahr 2017

|                                     | Ø      | Max    | ØTag   | ØNacht |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Positive Regelleistung in kW</b> | 20.913 | 52.836 | 19.118 | 22.787 |
| <b>Negative Regelleistung in kW</b> | 35.056 | 73.531 | 40.049 | 29.869 |

Der „Max“-Wert wurde durch Aufsummierung der einzelnen Maxima der Anlagentypen ermittelt. Dabei ist zu beachten, dass diese sich je Anlagentyp auf eine spezifische Viertelstunde beziehen und somit der summierte Wert keinen Bezug zu einem bestimmten Zeitpunkt hat.

Es ist direkt erkennbar, dass in Summe mehr negative als positive Regelleistung zur Verfügung steht. Dabei ist im Mittel nachts das Potenzial in positive Richtung größer, tagsüber in negative Richtung.

Die im Mittel größte theoretisch zuschaltbare Erzeugung stellen die BHKWs zur Verfügung (im Mittel 13,7 MW bis maximal 16,9 MW) mit einem deutlich höheren Potenzial an positiver Regelleistung im Vergleich zur negativen Regelleistung. Die Anlagen speisen einerseits einen Teil der erzeugten Leistung nicht in das Stromnetz ein und sind durch den Eigenverbrauch der Haushalte somit in den vorhandenen Datensätzen nicht „sichtbar“, andererseits laufen BHKWs durch die wärmegeführte Betriebsweise die meiste Zeit nicht mit der vollen, installierten Leistung. Bei einer Anlagenanzahl von 148 hätte jedes einzelne BHKW 2017 im Mittel 92,4 kW positive Regelleistung oder 25,7 kW negative Regelleistung erbringen können. Mit 74 % ist ein sehr großer Anteil der tatsächlich eingespeisten Leistung bidirektional steuerbar (27 % nicht steuerbar).

Da die BHKWs und auch die Wasserkraftanlagen eine sehr konstante Erzeugungsleistung aufweisen, ist die Höhe des durch diese Anlagen bereitgestellten (positiven und negativen) Flexibilitätspotenzials zu jeder Jahres- und Tageszeit relativ ähnlich. Bei WKW ist zu erkennen, dass im Winter die negative Regelleistung (abschaltbare Leistung) geringer als im Rest des Jahres ist. Dies ist auf die jahreszeitlichen Schwankungen der Wassermengen zurückzuführen. Abgesehen davon zeigt das negative Flexibilitätspotenzial nur wenig Schwankungen, sowohl im Tages- als auch im Jahresverlauf (Durchschnitt über das Jahr: positiv: 4,6±0,8 MW; negativ: 7±0,3 MW). Die positive (zuschaltbare) Leistung ist im Mittel mit 4,5 MW geringer als die negative (außer in den Wintermonaten). Jedes einzelne WKW hätte 2017 im Mittel 123,2 kW positive oder 188,4 kW negative Regelleistung erbringen können (Anlagenanzahl: 37). Im Mittel ist 89 % der eingespeisten Leistung bidirektional steuerbar, dagegen 11 % nicht steuerbar.

Photovoltaik-Anlagen können negative Regelleistung hauptsächlich tagsüber im Sommer bereitstellen, zwischen 11,0 MW im Mittel und 25,7 MW zu einem bestimmten Zeitpunkt mit hoher Sonneneinstrahlung. Bei einem Durchschnittswert von 3,4 MW und einer Anlagenanzahl von 1.735 hätte jede einzelne PV-Anlage in Augsburg 2017 im Mittel 2,0 kW negative Regelleistung erbringen können. Dabei wären im Mittel 46 % der eingespeisten Leistung bidirektional und 22 % unidirektional steuerbar gewesen (32 % nicht steuerbar).

Den größten Anteil an negativer Regelleistung halten elektrische Speicherheizungen bereit (Ø18,2 MW), da diese bei einer sehr hohen installierten Leistung von knapp 20 MW tagsüber aktuell nicht zugeschaltet sind. Zusammen mit den Wärmepumpen unterliegt der Stromverbrauch dieser Anlagen starken saisonalen Schwankungen, da abgesehen von der Warmwasserbereitstellung der Raumwärmebedarf eines Haushaltes in den Sommermonaten sehr gering ist. In der Regel sind die Heizsysteme dann komplett abgeschaltet und können somit in dieser Zeit wenig negative und viel positive Regelleistung erbringen (NSH: 0,2 MW positiv, 19,4 MW negativ). Die negative Regelleistung bewegt sich zwischen 19,4 MW im Sommer und 16,5 MW im Winter. Bei einer Anlagenanzahl von 3.156 hätte jede elektrische Speicherheizung im Mittel 0,5 kW positive und 5,8 kW negative Regelleistung erbringen können. Jede Wärmepumpe im Stadtgebiet Augsburg hätte 2017 im Mittel 1,0 kW positive und 2,5 kW negative Regelleistung erbringen können.

### Flexibilität zur Netzentlastung

Um die Relevanz der ermittelten Flexibilitätspotenziale zur Netzentlastung einschätzen zu können, ist zunächst ein Abgleich mit der gesamten Last und Erzeugung im Netzgebiet der swa sinnvoll.

Folgende Tabelle zeigt den Anteil der Erzeugung/ Last der einzelnen Anlagentypen an der gesamten Erzeugung/ Last im Stadtgebiet. Dabei ist jeweils der Mittelwert des Anteils über ein Jahr und das Maximum an einem bestimmten Zeitpunkt des Jahres dargestellt.

*Tabelle 2: Anteil der Anlagenlast/ -erzeugung an der Netzlast/ -erzeugung*

|     | PV   | BHKW | Wasser-KW | WP  | NSH  |
|-----|------|------|-----------|-----|------|
| Ø   | 8 %  | 10 % | 33 %      | 1 % | 1 %  |
| Max | 69 % | 42 % | 88 %      | 4 % | 18 % |

Die Erzeugung durch Wasserkraft macht im Mittel 2017 ein Drittel der gesamten Erzeugung im Stadtgebiet aus. Zu bestimmten Zeitpunkten ist auch der Anteil an PV- oder BHKW-Erzeugung sehr hoch. Mit jeweils einem Prozent ist die Last durch dezentrale Stromheizsysteme im Mittel eher gering, kann aber vor allem bei elektrischen Speicherheizungen durchaus

Anteile von bis zu 18% annehmen. Ausgehend von der tatsächlichen gesamten Erzeugung oder Last kann auch die jeweils ab- oder zuschaltbare Last/ Erzeugung je Anlagentyp berechnet werden:

*Tabelle 3: Anteil der zu-, abschaltbaren Last/ Erzeugung an der Netzlast/ -erzeugung*

|            | PV   | BHKW |       | Wasser-KW |       | WP  |     | NSH  |      |
|------------|------|------|-------|-----------|-------|-----|-----|------|------|
|            | ab   | ab   | zu    | ab        | zu    | ab  | zu  | ab   | zu   |
| <b>Ø</b>   | 8 %  | 10 % | 40 %  | 21 %      | 13 %  | 1 % | 2 % | 1 %  | 11 % |
| <b>Max</b> | 69 % | 42 % | 185 % | 64 %      | 152 % | 4 % | 5 % | 18 % | 28 % |

Bei einer durchschnittlichen Gesamterzeugung im Netzgebiet von 42,5 MW sind im Mittel 14,2 MW der Erzeugung abschaltbar und 18,2 MW zuschaltbar (Zahlen basierend auf ermittelten Potenzialen). Die durchschnittliche Netzlast beträgt 171,5 MW; davon ausgehend sind im Mittel 2,7 MW in Form von WP und NSH abschaltbar und 20,9 MW zuschaltbar.

### Fazit

Somit lässt sich feststellen, dass gewisse Flexibilitätsoptionen in einem städtischen Verteilnetz vorhanden sind und einige dieser Flexibilitätsoptionen bereits jetzt steuerbar sind. Durch eine bidirektionale, intelligente Anbindung der Flexibilitätsoptionen könnte ein netzdienlicher Einsatz ermöglicht werden.

Eine genauere Beschreibung der Methodik und der Ergebnisse zu den Flexibilitätspotenzialen sowie einen tieferen Einblick aus der Praxis auf dezentrale Flexibilität, können dem vollständigen Ergebnisbericht der swa entnommen werden, welcher in den nächsten Wochen veröffentlicht wird (s. „Fallstudie im Rahmen des Projekts C/sells: Ermittlung der Potenziale von Flexibilitätsoptionen im Stadtgebiet Augsburg (Technik, Prozesse & Geschäftsmodelle“).

## 4 Terminologie, Modelle und Methodiken

### 4.1 Zielstellung Terminologie

Der hier verwendete Entwurf zur Terminologie Smart Energy beabsichtigt auf Basis eines Konzeptes des DKE-Arbeitskreises 111.0.5 eine öffentlich verfügbare Spezifikation zur weiteren Nutzung im Rahmen des SINTEG-Projektes C/sells, aber auch zur weiteren Diskussion und Bearbeitung in anderen Gremien vorzulegen.

Die Spezifikation definiert ein Begriffsmodell zur Beschreibung des zellulären intelligenten Energiesystems zur Herstellung eines gemeinsamen Verständnisses in domänenübergreifenden Arbeiten und Standardisierungsprozessen. Dieses Modell wurde ursprünglich im Rahmen des deutschen Förderprogrammes E-Energy (Smart grids made in Germany), von Aktivitäten innerhalb des Kompetenzzentrums Normung Smart Grid der deutschen Normungsorganisation DKE sowie des DKE/DIN-Gemeinschaftsarbeitskreises 111.0.5 entwickelt. Im Rahmen des vom BMWi geförderten SINTEG-Vorhabens im Projekt C/sells wurde der Terminologievorschlag als Input in die internationale Normung weiterentwickelt.

**Zur Nutzung der Begriffe im Sinne einer gemeinschaftlichen Sprache im Rahmen weiterer Ergebnisdokumentation im C/sells-Projekte steht das Begriffsmodell über folgende Quellen zur Verfügung:**

**[C/sells – IOP Teil D. (06/2020)]** Interoperabilität - Grundlagen der Massenfähigkeit Teil D. Glossar: Ergebnisdokument Terminologie Zelluläres Energiesystem. SINTEG-Programm des BMWi. Projekt C/sells. Teilprojekt 2 / Arbeitspaket 2.8. 04/2020

**[Kießling, A., & Arndt, S. (2019)]** SINTEG-Projekt C/sells / DKE/DIN GAK 111.0.5. Draft zu Public available specification (PAS) Terminologie „Zelluläres, intelligentes Energiesystem. Frankfurt, April 2019

## 4.2 Einführung in die Flexibilitätsmethodik

Zwecks Kategorisierung von Mechanismen zur Steuerung eines Systems und insbesondere deren Anwendung auf Flexibilitätsmechanismen im Energiesystem werden folgende fünf Unterscheidungsmerkmale definiert:

- **Signalweg**
- **Steuerungsbereitschaft**
- **Steuerungsanforderung**
- **Steuerungsauslösung**
- **Steungsverantwortung**

Zwecks Kategorisierung von Mechanismen zur Steuerung eines Systems wird im ersten Schritt Bezug auf das Energiesystem genommen, wo die wesentlichen Attribute Energie und Information gleichzeitig Mittel der Beobachtung von Steuerungsnotwendigkeiten sowie der Ausführung eines Steuerungsprozesses sind. Zur Fallunterscheidung dient hierbei der **Signalweg** als erste Steuerungskategorie (1. Dimension des Steuerungsraumes) in nachfolgender Weise.

Die Beobachtung energiebezogener Attribute kann unmittelbar auf physikalischem Wege zur Steuerung eines anderen energiebezogenen Attributes genutzt werden, dessen Beeinflussung auf dem Wege der Rückkopplung zur Anpassung des beobachteten Attributes führt. Ein Attribut in Form einer messbaren physikalischen Größe bildet ein Signal, dessen Informationsgehalt unmittelbar auf eine andere physikalische Größe wirkt, deren Veränderung wiederum durch Rückkopplung die Ausgangsgröße anpasst. Hierzu wird der Begriff der **zustandsbasierten Steuerung** genutzt.

Im anderen Falle erfolgt die Umwandlung des durch Beobachtung eines Attributes erzeugten Signals in eine Nachricht sowie der Versand der in der Nachricht enthaltenen Information zum beobachteten Attribut über einen Kommunikationskanal. Der Empfänger verarbeitet diese Information zu einer Steuerentscheidung und überträgt wiederum über einen Kommunikationskanal die Steuerinformation als Nachricht an die ausführende Komponente des Systems, in dem ein Attribut im Rahmen der **kommunikationsbasierten Steuerung** angepasst werden soll, dessen Änderung ebenso das beobachtete Attribut beeinflusst.

Mit der in [C/sells – IOP Teil D. (06/2020)] im Kapitel zum Systemmodell geführten Betrachtung wurde das Energiesystem als attributives System beschrieben, dessen jedes Element sich mit jedem anderen Element derselben Klasse in (wenigstens) einer Zusammenhangsrelation befindet, derart, dass die Gesamtheit der Klassenelemente ein „einheitlich geordnetes Ganzes“ bleibt. Dies umfasst die prinzipielle Erreichbarkeit jedes Attributes von jedem anderen Attribut ohne Umweg über ein zusätzliches Attribut (z.B. *y* in Abhängigkeit von *x*, d.h.  $y(x)$ , aber nicht *y* in Abhängigkeit von *t* in der Form  $y(x(t))$ ) [Stachowiak, H. (1973)].

Deshalb wird als zweite Steuerungskategorie (2. Dimension des Steuerungsraumes) als **Steuerungsbereitschaft** mit den zwei Ausprägungen **explizite** oder **implizite Steuerung** aus Sicht des Anbieters einer Steuerungsmöglichkeit definiert.

Die explizite Steuerung bedeutet, dass der Anbieter eines steuerbaren Systems zulässt, dass beispielsweise die Leistung *P* einer Anlage nach einer fest vereinbarten Steuergröße *S* (z.B. Leistungsdifferenz zu bestimmten Zeitpunkten), die unabhängig von einer weiteren Variable ist, gesteuert werden kann. Aufgrund dieser Unabhängigkeit der Steuergröße *S* von anderen Variablen ist die zukünftige Leistung zu bestimmten Zeitpunkten bekannt und damit fest kalkulierbar, d.h.  $L = f(S)$ .

Dagegen beschreibt die implizite Steuerung die Bereitschaft des Anbieters eines steuerbaren Systems, eine Steuergröße *S* zur Anpassung der Leistung *P* als abhängige Größe zu erhalten, die wiederum von einer abhängigen Variable, z.B. dem Preis *PR* beeinflusst wird. Beispielsweise beeinflusst ein variabler Preis die Steuergröße und passt damit auch die Leistung an. Nur ist die Beeinflussung der Steuergröße *S* durch den Preis nicht fest kalkulierbar, sondern nur prognostizierbar. Der Anbieter ermöglicht damit Prognosen auf sein zukünftiges Verhalten, aber keine definierte Leistung, d.h.  $L = f(S(PR))$

Dem Nachfrager der Steuerungsmöglichkeit eines Systems stehen nun in analoger Weise zwei Möglichkeiten einer dritten Steuerungskategorie (3. Dimension des Steuerungsraumes) als **Steuerungsanforderung** zur Verfügung. Einerseits kann er mittels eines Attributes, von dem das zu steuernde Attribut direkt abhängig ist, die Möglichkeit zur Steuerung vereinbaren. Hierzu wird der Begriff der **direkten Steuerung** definiert. Im Gegensatz dazu umfasst der Begriff der **indirekten Steuerung** den Einsatz eines steuernden Attributes, das nur auf dem Vermittlungsweg über ein anderes Attribut zur Veränderung beim zu steuernden Attribut führt.

Zur Unterscheidung der Varianten bei Erbringung der gewünschten Steuerung wird die vierte Steuerungskategorie (4. Dimension des Steuerungsraumes) zur **Steuerungsauslösung** definiert.

Die Steuerung von Komponenten innerhalb eines Systems kann sowohl auf Basis interner Systembeobachtung und Analysen als auch durch externe Beeinflussung über die Informations- und Energieschnittstellen erfolgen. Hierbei spielt es keine Rolle, ob die Verbindung der Energiezelle horizontal zu einer Energiezelle gleicher Stufe oder vertikal zu einer Energiezelle einer anderen Stufe (einbettende oder untergeordnete Zelle) erfolgt. Insofern kann der Nachfrager der Steuerungsmöglichkeit den eigentlichen Steuerungsvorgang extern aus Sicht des Systems auslösen (**externe Steuerung**) oder einen selbsttätigen Auslösungsvorgang innerhalb des Systems (**interne Steuerung**) nutzen.

Weiterhin ist es notwendig, im Falle der Auslösung der Steuerung eines Systemattributes zwei weitere Fälle im Rahmen der fünften Steuerungskategorie (5. Dimension des Steuerungsraumes) zur **Steuerungsverantwortung** folgendermaßen zu unterscheiden.

Die Steuerung bezogen auf das System kann einerseits dadurch erfolgen, dass das zu steuernde Attribut an der Schnittstelle des Systems über eine Managementkomponente des Systems gesteuert wird, ohne direkt auf andere im System enthaltenen Komponenten oder Untersysteme einzuwirken. Das System handelt hier im Rahmen einer **aktiven Steuerung** auf Basis eigener Analysen und entscheidet, welche internen Attribute der Systemkomponenten dabei gesteuert werden sollen.

Erfolgt die Steuerung aber nicht an der Systemschnittstelle, sondern wirkt unmittelbar an ausgewählten Attributen dedizierter Komponenten, findet eine **passive Steuerung** statt.

Prozesse zur Vielfalt an Flexibilitätsmechanismen sollen an diesen Kategorien abgebildet werden, um bei Prozessen zur Geräteintegration einen Satz gemeinsamer Schnittstellen als Grundlage der Massenfähigkeit und Wirtschaftlichkeit definieren zu können.

Basis für diese gemeinsamen Schnittstellen ist wiederum ein gemeinsames Flexibilitätsmodell.

**Die Einführung zum Begriff Flexibilität, zu Steuerungskategorien sowie zu Flexibilitätsmechanismen und zum Flexibilitätsmodell erfolgt über folgende Quellen:**

**[C/sells – IOP Teil I. (03/2020)]** Interoperabilität - Grundlagen der Massenfähigkeit Teil C. Flexibilitätsmethodik. SINTEG-Programm des BMWi. Projekt C/sells. Teilprojekt 2 / Arbeitspaket 2.8. 03/2020.

**[C/sells – FG Flexibilität. (12/2018)]** SINTEG-Programm des BMWi. Projekt C/sells. FG Flexibilität – Ergebnisdokument Flexibilität. 12/2018.

### 4.3 Methodik zur Anwendungs- und Sicherheitspezifikation

Die Vielfalt der Technologien und deren Annäherung in neuen und aufstrebenden Märkten sowie einem dezentraleren Energiesystem, insbesondere solche, die eine groß angelegte Infrastruktur benötigen – erfordern einen Top-down-Ansatz zur Erlangung interoperabler Lösungen, beginnend auf der Systemebene oder der Systemarchitekturebene statt auf der Produktebene [DIN IEC/TS 62913-1]. Systemnormen entstehen in verschiedenen Sektoren wie Energie, Umwelt, Sicherheit und Gesundheit sowie Smart Cities.

Damit entstehen in der internationalen Normung (z.B. IEC) Systemkomitees, um Referenzarchitekturen, Anwendungsfälle (siehe Begriff Use Case und zugehörige Begriffe im Glossar) und geeignete Normen und Anleitungen zu den Schnittstellen, Funktionalitäten und Interaktionen eines Systems zu definieren.

Ziel ist die Interoperabilität in einem vernetzten System vielfältiger Komponenten mit in verschiedensten Organisationsformen interagierenden Akteuren. Die gemeinsame Use Case Methodik bildet dabei die Grundlage, neue Anforderungen an die Normung zu identifizieren, standardisierte Regeln, Prozesse, Kommunikationsprotokolle und Datenmodelle voranzutreiben sowie gemeinsame technische Regeln zu vereinbaren.

Die Top-Down-Methodik zur Beschreibung von Anwendungen im Gesamtsystem bezogen auf Komponenten als Bestandteile des Systems basiert auf der Formulierung von Anwendungsfällen (Use Cases). Anwendungsfälle sind Mittel, um von der Systembetrachtung schrittweise zum einzelnen Produkt zu führen, dass sich in das Gesamtsystem interoperabel und damit wirtschaftlich einfügen kann.

**Die Einführung der Methodik zur Anwendungs- und Sicherheitspezifikation erfolgt über folgende Quellen:**

**[Bogensberger, Köppl, Kießling, Faller. (10/2018)]** Kochrezept Use Case Methodik - Eine praktische Anwendungshilfe für alle C/sells-Partner. Leitfaden. München, Oktober 2018.

**[C/sells – IOP Teil H. (04/2020)]** Interoperabilität - Grundlagen der Massenfähigkeit Teil C. Schutzmethodik. SINTEG-Programm des BMWi. Projekt C/sells. Teilprojekt 2 / Arbeitspaket 2.8. 04/2020.

**[C/sells – IOP Teil F. (03/2020)]** Interoperabilität - Grundlagen der Massenfähigkeit Teil F. Use Case Methodik. SINTEG-Programm des BMWi. Projekt C/sells. Teilprojekt 2 / Arbeitspaket 2.8. 03/2020.

**[C/sells – IOP Teil G. (05/2020)]** Interoperabilität - Grundlagen der Massenfähigkeit Teil G. Use Case Musterbeschreibung: Einführung in das Use Case Template am Beispiel einer Musterlösung. SINTEG-Programm des BMWi. Projekt C/sells. Teilprojekt 2 / Arbeitspaket 2.8. 05/2020.

## 5 Systemaufbau mit Komponenten und Kernfunktionen

### 5.1 MVV: Scope in FRANKLIN und Systemaufbau

Entsprechend der generischen, begrifflichen Einführung zum Modell der Komponenten und der Funktionen einer Energiezelle im Dokument [C/sells – IOP Teil E. (05/2020)] wird nachfolgend der Scope des Vorhabens eingegrenzt und bezüglich der zu vier Schichten zugeordneten Komponenten abgebildet.

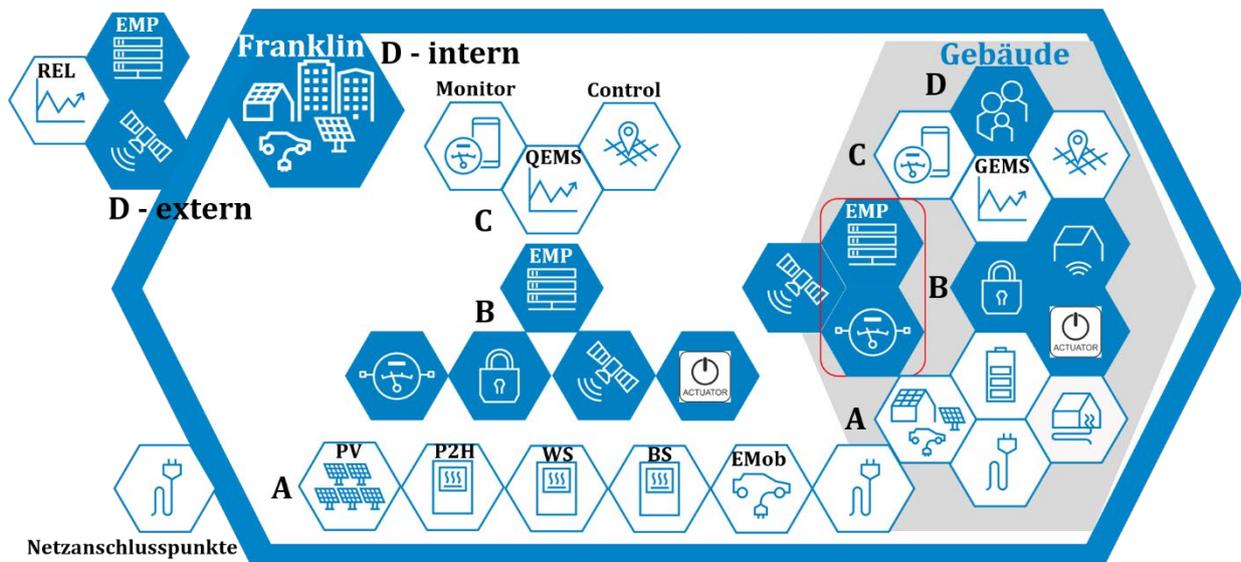


Abb. 11: Komponentenmodell in den Energiezellen Franklin und Gebäude

Die im oben genannten Dokument betrachteten Architekturschichten eines intelligenten Energiesystems werden in jedem Zellentyp analog genutzt, um eine vergleichbare Zuordnung der konkreten Komponenten eines Vorhabens zu erreichen.

Im Falle des C/sells-Vorhabens zur Quartierszelle Franklin sind die Anlagen innerhalb von Gebäuden **außer den Wärmespeichern** weitgehend außerhalb des Scopes.

Es werden **innerhalb** von Gebäuden **nicht** betrachtet (Scope eines weiteren Projektes):

- zur **Schicht A** Geräte und Anlagen zur Erzeugung, Speicherung und Verbrauch sowie Netzanschlussanlagen
- zur **Schicht B** gebäudeinterne Sensorik und Aktorik, Kommunikationssysteme und Kommunikationssicherung
- zur **Schicht C** Funktionen zur Regelung von Energieflüssen mittels Gebäude-Energiemanagementsystem (**GEMS**) inkl. Beobachtung, Analyse und Steuerung
- zur **Schicht D** die Anwender der genannten Komponenten und Funktionen

Im Scope des Projektes sind dagegen zum Gebäude im rot umrandeten Bereich der obigen Abbildung

- zur **Schicht B** intelligente Messsysteme (**iMSys**) zu den Anschlusspunkten des Gebäudes oder eventueller Einzelanlagen im Gebäude inkl. moderne Messeinrichtungen für Strom, Wärme, Gas und Wasser sowie des zugehörigen Smart Meter Gateways (**SMGW**)
- zur **Schicht B** eine lokale Energiemanagement-Plattform (**EMP**) als Schnittstelle zur Nachrichtenübertragung zwischen Gebäude und Quartier zwecks optimierten Energiemanagements im Verbund
- zur **Schicht B** eine Schnittstelle zur Weitkommunikation (**WAN**) zur kommunikationstechnischen Verbindung von Gebäude mit anderen Gebäuden, mit Quartiersdiensten sowie anderen Funktionen der Energiemärkte und verbundener Netzbetreiber

Insbesondere im Scope des Franklin-Vorhabens im Rahmen von C/sells ist die **Nahwärmeversorgung**, die Ladeinfrastruktur für Elektromobilität (**EMob**) und das hochauflösende Metering (**HR-Metering**).

Es werden innerhalb des Stadtquartiers insbesondere betrachtet (Scope im C/sells-Projekt):

- zur **Schicht A** Geräte und Anlagen zur Photovoltaik-Erzeugung (**PV**) im Quartier zur Strom-Wärme-Umwandlung (**P2H**) sowohl zur Unterstützung („boostern“) des Nahwärmenetzes als auch zur Bereitstellung von Regelleistung (**REL in Verbindung mit P2H**) , dezentrale Wärmespeicherung zur Netzoptimierung (**WS**) und Verbrauch an öffentlichen Ladepunkten zu **EMob** als auch die **Netzanschlusspunkte** vom Quartier zur Umgebung zwecks Bereitstellung von aggregierter Flexibilität
- zur **Schicht B** intelligente Messsysteme und weitere Sensorik und Steuersysteme an den genannten Anlagen (PV, P2H, WS, Ladepunkte für EMob, BS), geschützte Kommunikationssysteme und Kommunikationssicherung zur Verbindung genannter Anlagen, Gebäude sowie IKT-Technologieumgebung (**EMP** - dezentrales IIS) als Basis für Smart Infrastructure Plattform)
- zur **Schicht C** Funktionen zur Regelung von Wärmeflüssen, zum Monitoring von Energieflüssen sowie zur Bereitstellung von Flexibilität durch Ladeinfrastruktur mittels Quartiers-Energiemanagementsystem (**QEMS**) inkl. Beobachtung, Analyse und Steuerung - **Smart Infrastructure Plattform (SIP)**
- zur **Schicht D** die Akteure des Infrastrukturbetriebes im Stadtquartier, die Gebäude zur energieeffizienten Regelung im Verbund sowie mit aggregierten Energiemengen und Flexibilitäten des Quartieres über die Weitkommunikation (**WAN**) die externen **Märkte** inklusive der Vermarktung von Regelenergie (**REL**) und externe Infrastrukturbetreiber mit ihren Energiemanagement-Plattformen (**EMP**) als Nutzer der genannten Komponenten und Funktionen

Während auf Basis dieser Gliederung die Schichten A mit den Assets und D mit den Nutzern nicht im Scope des Projektes sind – **außer den notwendigen Schnittstellen zu den Schichten A und D** -, werden mit dem Vorhaben insbesondere die Schichten B und C in Bezug auf die genannten Bausteine ausgeprägt. Beispielhafte Anwendungen der Nutzer in Schicht A werden ebenso eingeführt.

Die genannten Assets der Schicht A sind vorhanden oder werden während der Projektlaufzeit außerhalb des C/sells-Vorhabens installiert.

## 5.2 WIRCON: Scope Solarzellen Waghäusel und AutonomieLab Leimen

### 5.2.1 Grundlegende Zielstellungen und Systemaufbau im AP 7.5

Entsprechend der oben stattgefundenen Einführung

Das Unterarbeitspaket 7.5.1 konzentriert sich mit Aufdach-PV im gewerblichen Bereich auf

- die Einführung intelligenter Messsysteme (**iMSys**) und die sichere Kommunikation unter Nutzung des Smart Meter Gateways (**SMGW**) als auch zugehöriger Gateway-Administration (**GWA**),
- auf die Herstellung der Steuerbarkeit durch Marktakteure über das Smart Meter Gateway unter Nutzung der **HAN/CLS-Schnittstelle** in Verbindung mit der Anlagenintegration über Energiemanagement Gateways - **EMG** (Steuereinrichtungen) zur Beschaffung von Anlagenstatusinformationen und zur Ermöglichung der Steuerungsfähigkeit,
- die Kopplung mit den **IIS**-Komponenten **Registry** und **Flexibilitätskataster**, um die Bereitstellung von Anlagenstammdaten, von dynamischen Flexibilitätsdaten, von Umweltdaten als auch von netztechnischen Daten für verschiedene Akteure im Markt zu ermöglichen sowie
- Vermarktung von Energie und Flexibilität von Aufdach-PV-Anlagen über ein virtuelles Kraftwerk (**VKW**) unter Nutzung der gemeinsamen Informationsquelle im Flexibilitätskataster

Gemeinsame **Prozess-** und **Schnittstellenspezifikationen** sollen **Interoperabilität** vorantreiben und damit Massenfähigkeit eines zellularen Systems gewährleisten.

Das UAP 7.5.2 konzentriert sich mit Freiflächen-PV auf die Erhebung von Anlagebetriebsdaten und die Integration in das Infrastruktur-Informationssystem (IIS) insbesondere durch Kopplung zu verschiedenen IIS-Komponenten mit

- Eintragung von Kommunikationsdaten und Funktionslisten als Anlagestammdaten in eine gemeinsame **Registry**,
- Eintragung von Flexibilitätsdaten in ein gemeinsames **Flexibilitätskataster**,
- Eintragung von historischen Erzeugungsdaten, Umweltdaten, Netzzustandsdaten und Prognosen in die gemeinsame Komponenten **Messdaten** und **Prognosen** sowie
- Kopplung mit einem **Kommunikations-Gateway** zum Mapping der an Anlagen erhobenen Informationen auf die Datenstrukturen der IIS-Komponenten

zur Unterstützung verschiedener Netzakteure bei Planung und Betrieb sowie zum Angebot der Vermarktung mittels Einträge in das Flexibilitätskataster.

Der Zugriff auf die lokale Messsysteme und die lokale Datenverarbeitung an den Anlagen erfolgt über die **IT-Systeme im Rechenzentrum der WIRCON GmbH** in Waghäusel.

Bezüglich aller marktrelevanten Daten (inkl. Prognosen) unterscheiden sich Anlagen in der EU nicht von Anlagen, die in Deutschland ans Netz angeschlossen sind. Im Rahmen eines einheitlichen europäischen Strommarktes gelten die gleichen Regeln für diese Anlagen, dort sind also keine Anpassungen notwendig. Für netzrelevante Daten gilt dies in reduziertem Umfang auch, betroffen sind bei der Größe der Anlagen primär die Übertragungsnetze – alle Anlagen befinden sich im europäischen Verbundnetz. Für die deutschen ÜNBs sind diese Anlagendaten durchaus von Interesse, da diese Anlagen auch für deren Systemdienstleistungen genutzt werden können. Bezüglich regionaler Vermarktungs-Möglichkeiten, die ja ebenfalls Untersuchungsgegenstand sind, gibt es ebenfalls keine Unterschiede, die Blockchain-Technologie bildet diese Anlagen in identischer Weise ab und ist nicht von besonderen regulatorischen Rahmenbedingungen in den Erzeugungsländern abhängig.

Gemeinsame **Prozess-** und **Schnittstellenspezifikationen** sollen **Interoperabilität** vorantreiben und damit Massenfähigkeit eines zellularen Systems gewährleisten.

Das UAP 7.5.3 konzentriert sich auf die Eigenverbrauchsoptimierung in Wohnobjekten mit Gebäude-PV sowie eine Musterlösung zur Blauphase (Autarker Betrieb bei externem Stromausfall), wobei hierbei interne Netzqualitätsdaten (Frequenz, Spannung) benötigt werden. Dazu sind

- intelligente Messsysteme (**iMSys**) und die sichere Kommunikation unter Nutzung des Smart Meter Gateways (**SMGW**) als auch zugehöriger Gateway-Administration (**GWA**),

- die Anlagenintegration über Energiemanagement Gateways - **EMG** (Steuereinrichtungen) zur Beschaffung von Anlagenstatusinformationen und zur Weitergabe von Steuerungsanweisungen,
- die Steuerbarkeit von Anlagen über ein gebäudeinternes **Energiemanagementsystem** sowie
- **Netzbetriebsmittel** zur Netzabtrennung und Neuverbindung als auch zur Netzqualitätssicherung (Frequenz, Spannung und Anlagenbetriebsschutz)

erforderlich.

Gemeinsame **Prozess-** und **Schnittstellenspezifikationen** sollen **Interoperabilität** vorantreiben und damit Massenfähigkeit eines zellularen Systems gewährleisten.

Die generische Gliederung der Informationsinfrastruktur zuzüglich der Funktionen zur Regelung der Energieflüsse (Beobachtung, Analyse und Steuerung) entsprechend den Ausführungen im Kapitel 3.3 soll hier in allgemeiner Weise für die genannten Zellen genutzt werden.

### Schicht B: Komponenten des Infrastruktur-Informationssystems (IIS)

#### Messzugriffe über Sensorik:

- iMSys-Installation und Betrieb, Prozesse von SMGW und GWA zur Messdatenweitergabe im Rahmen von UAP 7.5.1 und 7.5.2
- in UAP 7.5.3 Funktion zur Wiederinbetriebnahme GWA-Betrieb nach Ende der Störung

#### Messzugriffe über Aktorik:

- UAP 7.5.1: Steuerung von Anlagen und Abruf von Statusinformationen durch Nutzung HAN/CLS und Energiemanagement-Gateway durch Marktakteur
- UAP 7.5.2: Abruf von Anlagen-Statusinformationen durch Nutzung HAN/CLS und Steuereinrichtung durch Netzakteur
- UAP 7.5.3: keine Steuerfunktionen von externem Akteur über HAN/CLS des SMGW

#### Kommunikation:

- in UAP 7.5.1 und 7.5.2 Kommunikation von Anlagen über HAN/CLS des SMGW zu IIS-Komponenten Registry, Flexibilitätskataster, Messdatenverwaltung, Prognosesystem,
- in UAP 7.5.3 Kommunikation intern von Anlagen über Energiemanagement Gateways oder andere Steuereinrichtungen zu lokalen Energiemanagementsystemen
- geschützte TCP/IP-Kommunikation zu allen Anlagen, Geräten und Softwarekomponenten mit Ende-zu-Ende-Informationssicherheit

#### Basis:

##### **Energieinformationssystem**

- keine Nutzung der Netzbetreiber-Komponente Energieinformationssystem des IIS in den UAP 7.5.1 bis 7.5.3

##### **Flexibilitätskataster**

- Eintragung von Informationen über bestehende Flexibilität von Aufdach-Anlagen für Marktakteur
- Verwaltung von Informationen über bestehende Flexibilitäten
- Abfrage von bereitstehenden Flexibilitäten durch Marktakteur

##### **Wissensverarbeitung**

- keine Wissensverarbeitung- und Lernfunktionen in den UAP 7.5.1 bis 7.5.3

##### **Registry**

- Informationen über Erreichbarkeit und technische Möglichkeiten von Anlagen (z.B. zur Regelbarkeit) als externe IIS-Komponente in UAP 7.5.1 und 7.5.2 sowie als interne IIS-Komponente auf dem EMG für UAP 7.5.3

##### **Datenschutz**

- Zustimmungsverfahren für Kunden zur Nutzung der Daten und der externen Steuerung in UAP 7.5.2

## Datenmodelle und Anwendungsprofile

- Ableitung von Anforderungen an die Interoperabilität für AP 2.8

## Schicht C: Betriebskomponenten mit Regelungsfunktionen zum Energiemanagement

### Beobachtung:

- UAP 7.5.1: hier die zu messenden Größen für die ausgewählten Objekte benennen
  - o Leistungen der ausgewählten Anlagen in definierten Zeitabständen
  - o Eigenverbrauchsquote, Einspeisemengen in definierten Zeitabständen
  - o Visualisierung der Energieflüsse, Instrument (Web/App) zur aktiven Marktteilnahme (Überschussvermarktung)
- UAP 7.5.2: hier die zu messenden Größen für die ausgewählten Objekte benennen
  - o Leistungen der ausgewählten Anlagen in definierten Zeitabständen
  - o Netzdaten (sofern verfügbar)
  - o Wetterdaten (Prognosen), , Instrument (Web/App) zur aktiven Marktteilnahme (Überschussvermarktung)
- UAP 7.5.3: hier die zu messenden Größen für die ausgewählten Objekte benennen
  - o Leistungen der ausgewählten Anlagen in definierten Zeitabständen
  - o Netzdaten (sofern verfügbar)
  - o Wetterdaten (Prognosen), , Instrument (Web/App) zur aktiven Marktteilnahme (Überschussvermarktung)

### Analyse und Algorithmen zur Einsatzentscheidung:

- UAP 7.5.1: hier die Analyse- und Entscheidungsfunktionen für die ausgewählten Objekte benennen
  - o Prognosen und Ermittlung Flexibilitätspotential
  - o Vermarktungsfunktionen und -prozesse
  - o Smart Contract für prosumenzzentrierten P2P-Markt
  - o Analysetools (backendseitig mit Zugriff auf Blockchain)
- UAP 7.5.2: hier die Analysefunktionen für die ausgewählten Objekte benennen
  - o Ermittlung statischer und dynamischer Anlagen und -Netzdaten zur Übertragung in IIS
  - o Smart Contract für produzentenzentrierten P2P-Markt
  - o Analysetools (backendseitig mit Zugriff auf Blockchain)
- UAP 7.5.3: hier die Analysefunktionen für die ausgewählten Objekte benennen
  - o Eingabe Prioritäten und Ableitung einer Notbetriebsreihenfolge
  - o Feststellung Netzausfall und Übergangsfunktionen in Störfallbetrieb
  - o Smart Contract für auf Prosumenten zentrierten P2P-Markt

### Steuerung:

- UAP 7.5.1: hier die Steuerungsfunktionen zur Lieferung der vermarkteten Mengen und Flexibilitätspotentiale für die ausgewählten Objekte benennen
  - o Lieferfunktionen entsprechender vermarkteter Produkte
  - o App für Nutzer zum direkten Marktzugang (Transparenz und Steuerfunktion)
- UAP 7.5.2: hier die Steuerungsfunktionen zur Statusabfrage für die ausgewählten Objekte benennen
  - o Abholung der benötigten Statusinformationen und Stammdaten
  - o Abholung der Prognosen/Wetterdaten
  - o Webportal für Nutzer zum direkten Marktzugang (Transparenz und Steuerfunktion)
- UAP 7.5.3: hier die Steuerungsfunktionen für die ausgewählten Objekte benennen
  - o Steuerungsfunktionen zum Abschalten von Geräten entsprechend Prioritätenplan
  - o Steuerungsfunktionen zur Optimierung des Eigenverbrauches und zur Nutzung von Gebäudeflexibilität
  - o App für Nutzer zum direkten Marktzugang (Transparenz und Steuerfunktion)

**OBJEKT IM UAP 7.5.3:**

**AutonomieLab Leimen** mit Use Case Szenario Eigenverbrauchsoptimierung und Systemdienlichkeit auf Basis der Use Cases „Abgesicherter Übergangsbetrieb bei Spannungsausfall in einer Nachbarschaftszelle“ sowie „flexibler Netzanschluss mit einstellbarer Maximalleistung“

**ZUSAMMENFASSUNG:**

Dezentrale Energiekreisläufe, zellulare Systemkonzepte und Digitalisierung bieten neue Möglichkeiten zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit in Gebäuden, Stadtquartieren sowie gewerblichen Arealen und Industriegebieten.

Ziel des Vorhabens ist die Herstellung des abgesicherten Übergangsbetriebs innerhalb eines Quartiers / Areals als Insel durch Netzabtrennung im Falle begrenzter Spannungsausfälle in der Umgebung der Zelle sowie die Wiedersynchronisierung zum externen Netz nach Eintreffen eines Signales zu Wiederherstellung der Verbindung. Weiterhin ist für den Inselbetrieb ein lokales Energiemanagement der Energieflüsse zwischen Prosumenten und Konsumenten nach der Abtrennung vom externen Netz bei Ausfällen und bis zur Wiederverbindung der Verbindung mit dem externen Netz nach Eintreffen eines entsprechenden Signales zu errichten.

Im zweiten Schritt wird die Infrastruktur für einen flexiblen Netzanschluss mit einstellbarer Maximalleistung auf Grundlage eines autonomen Gebäude-Energiemanagementsystems implementiert. Die Verbindung der zwei Use Case Szenarien gewährleistet sowohl Autonomie und Resilienz bei Störungen, als auch die systemdienliche Unterstützung des Netzbetreibers durch einen flexiblen Netzanschluss.

**5.2.2 Zielstellung und Systemaufbau im AutonomieLab Leimen**

Entsprechend der oben stattgefundenen Einführung zum Komponentenmodell wird nachfolgend die Zielstellung des Vorhabens eingegrenzt und bezüglich der zu vier Schichten zugeordneten Komponenten abgebildet.

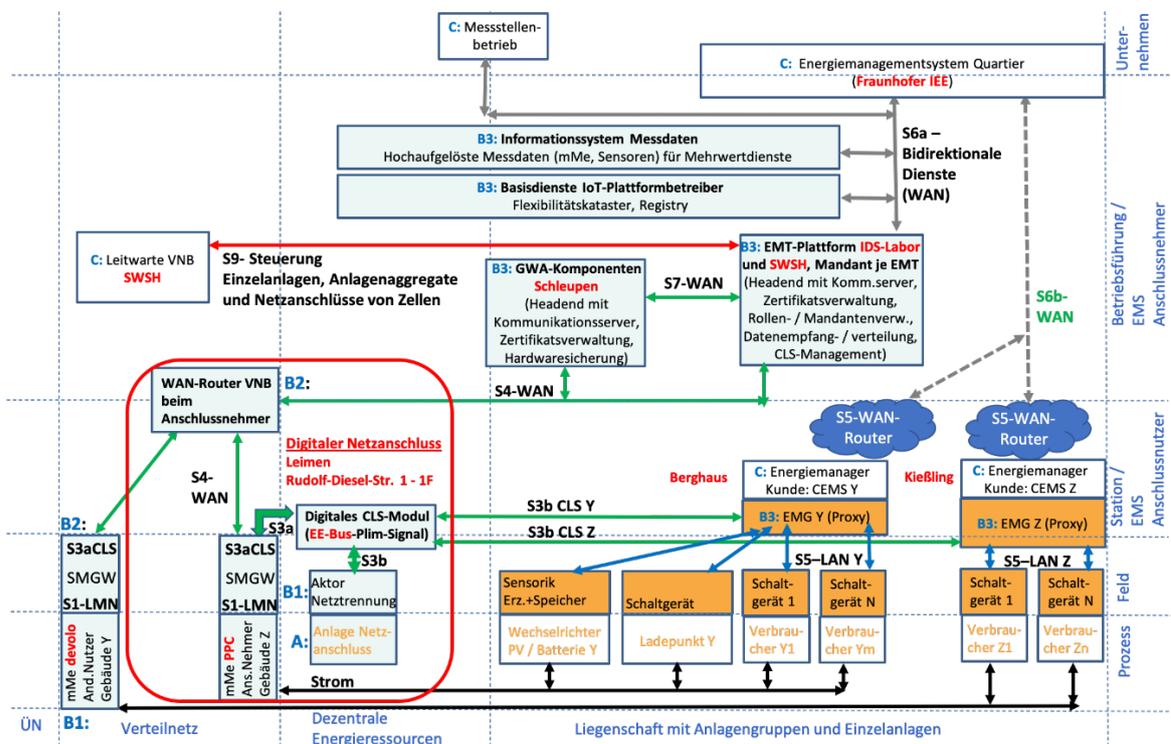


Abb. 12: Komponentenmodell in der Energiezelle des AutonomieLab Leimen

Im Falle des C/sells-Vorhabens zur AutonomieZelle Leimen sind die Gemeinschaftsanlagen der sieben Gebäude (z.B. KWK-Anlage), die einem Netzanschluss zugeordnet sind, außerhalb der Zielstellung des Vorhabens. Das Vorhaben betrachtet die

Organisation der Energieflüsse innerhalb einzelner Gebäude mit jeweiligem Energiemanagementsystem auf Basis eines gemeinsamen Leistungsbegrenzungs-signal am gemeinsamen Netzanschluss.

Zielstellung ist insbesondere, auf Basis eines digitalen Netzanschlusses eines Verbundes von sieben Reihenhäusern sowohl das Leistungsmanagement durch den Verteilnetzbetreiber am gemeinsamen Netzanschluss mit einem Leistungs-limitierungssignal als auch das autonome Energiemanagement in den Einzelhäusern zu ermöglichen. Dies verwirklicht das zelluläre Konzept in der Wechselwirkung von Autonomie und Systemdienlichkeit.

Es werden innerhalb des Gebäudeverbundes insbesondere betrachtet:

- zur Komponentenkategorie **A** das System aus Photovoltaik-Erzeugung (**PV**) und Batteriespeicher, der Ladepunkt sowie die Verbraucher im Haus Berghaus (Y) als auch die Verbraucher im Haus Kießling (Z)
- zur Komponentenkategorie **B2** der WLAN-Router in Zuständigkeit des VNB beim Anschlussnehmer
- zur Komponentenkategorie **B** intelligente Messsysteme, bestehend je Gebäude Y und Z aus SMGW (**B2**) und moderner Messeinrichtung (**B1**), wobei Gebäude Z einen Zweirichtungs-Messeinrichtung für Messung von Einspeisung und Bezug benötigt sowie SMGW Haus Z als Bestandteil der Strecke WLAN-Router, SMGW, digitale CLS-Steuerbox beim Anschlussnehmer dient und weitere SMGWs den Anschlussnutzern zugeordnet sind
- zur Komponentenkategorie **B2** die digitale Steuerbox (CLS-Modul) des Anschlussnehmers zu Entgegennahme des Leistungsbegrenzungs-signal über die CLS-Schnittstelle des SMGW des Anschlussnehmers
- zur Komponentenkategorie **B1** Aktorik des Netzbetreibers zur Abtrennung und Wiedereinschaltung des Netzanschlusses als Teil des digitalen Netzanschlusses
- zur Komponentenkategorie **B1** weitere Sensorik im Wechselrichter von PV und Batterie zum Monitoring von Erzeugung, Speicherung und Speichernutzung als auch Sensorik und Schaltgeräten zur Bestimmung der Leistungsaufnahme der einzelnen Verbraucher sowie die im Schaltgerät integrierte Aktorik zur Zu- und Abschaltung von Einzelgeräten jeweils im Haus Y und im Haus Z
- zur Komponentenkategorie **B3** Energiemanagement-Gateways der Anschlussnutzer als Proxy zwischen CLS-Netz und LAN der Gebäude jeweils in Haus Y und Haus Z
- zur Komponentenkategorie **B3** Plattform für aktive Energiemarktteilnehmer und GWA bei Verteilnetzbetreiber (in C/sells auch im Labor IDS)
- zur Komponentenkategorie **C** Energiemanagementsysteme jeweils im Haus Y und Haus Z, installiert auf Energiemanagement-Gateways
- zur Komponentenkategorie **C** Energiemanagementsystem des Quartieres zur Abstimmung zwischen den Gebäuden zur Einhaltung der vorgegebenen Leistungsgrenze am Netzanschluss des Anschlussnehmers
- zur Komponentenkategorie **C** Leitwarte des VNB zur Übergabe von Leistungsbegrenzungen über die aktiven EMT-Plattform an den digitalen Netzanschluss des Anschlussnehmers

Die genannten Assets der Schicht A sind weitgehend vorhanden als auch zur Schicht B die zwei Smart Meter Gateways, die Sensorik im Wechselrichter, die Schaltgeräte und die Energiemanagement-Gateways sowie die Aktorik zur Netztrennung. Seitens Fraunhofer IEE stehen ebenso die Energiemanagementsysteme für die Gebäude und das Quartier zur Verfügung.

Benötigt werden für Haus Y eine moderne Messeinrichtung als Zweirichtungszähler, das Monitoring-System für das System PV und Batterie, eine digitale CLS-Steuerbox sowie die Kommunikationseinrichtung zur Fernkommunikation am digitalen Netzanschluss.

### 5.3 KIT: Scope und Systemaufbau Campus-Zelle KIT

Im Folgenden werden die Komponenten der Energiemanagement- und Gebäudesimulationssoftware *Organic Smart Home* (OSH) und des *Energy Smart Home Lab* (ESHL) auf dem Campus Süd des KIT beschrieben. In Abb. 13 wird eine Übersicht über die Komponenten des ESHL gegeben.

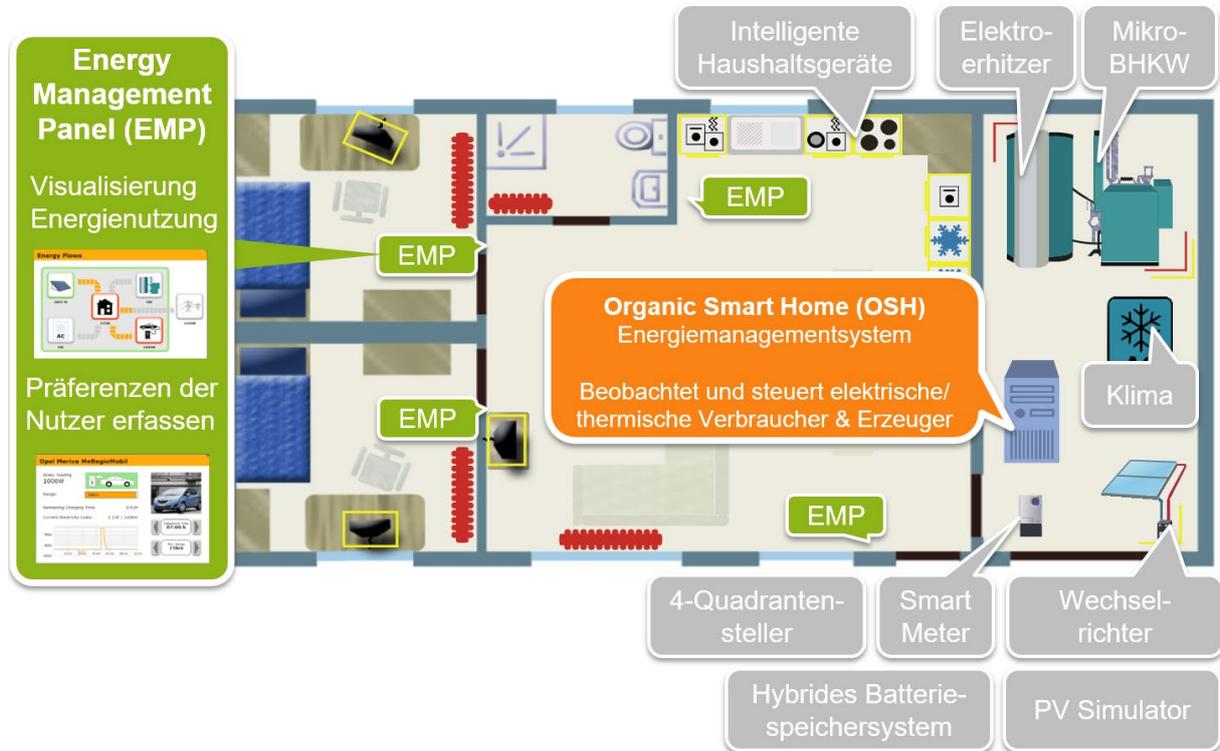


Abb. 13: Komponenten des Energy Smart Home Lab (Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB), Institut für Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik (IEH), 2017)

Die im Rahmen von AP 5.5 entwickelten Modellierungskonzepte zur generischen Einbindung von Komponenten und die Weiterentwicklung des OSH zum energieträgerübergreifenden Energiemanagement, betreffen grundsätzlich alle der in Abb. 13 gezeigten, gebäudeinternen Komponenten, bis auf das Smart Meter. Die Vorbereitung des Einsatzes des ESHL als Hardware-in-the-Loop (HiL)-Komponente betrifft ebenfalls diese Komponenten, allerdings hierbei nur indirekt über ihre Anbindung an das OSH, welches Teil der HiL-Umgebung ist.

Kernfunktionen des ESHL sind das Testen, Implementieren und die Demonstration der Anbindung und Optimierung verschiedener realer Energiewandler in einem privaten Wohngebäude. Hierbei werden die Energieflüsse im Gebäude unter Berücksichtigung der über das *Energy Management Panel* (EMP) erfassten Nutzerpräferenzen hinsichtlich variabler Strom- und Einspeisetarife kontinuierlich optimiert. In den in AP 7.6 durchgeführten HiL-Studien stellt das ESHL einen realen intelligenten Haushalt dar, welcher im Verbund mit anderen, simulierten Haushalten Systemdienstleistungen erbringt.

Kernfunktionen des OSH sind die Simulation intelligenter Wohn- und Zweckgebäude und die Überwachung, Steuerung und Optimierung der Energieflüsse in realen und simulierten intelligenten Gebäuden. Das OSH ist nach der *Observer/Controller*-Architektur, welche im Forschungsfeld *Organic Computing* angesiedelt ist, aufgebaut. Jede Komponente besitzt eine eigene *Observer/Controller* (O/C)-Einheit und einen entsprechende Treiber um Zustandsdaten auszulesen und Befehle umzusetzen. Der generelle Aufbau des OSH ist in Abb. 14 gezeigt.

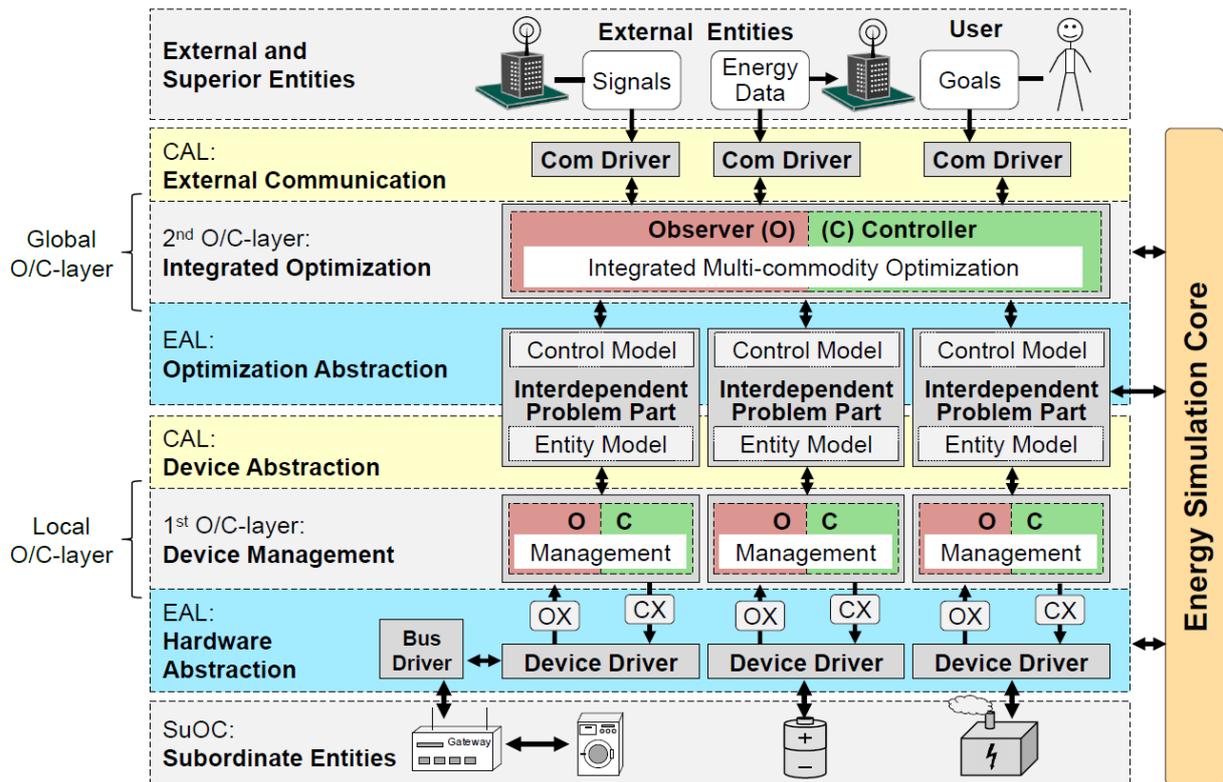


Abb. 14: Komponenten der Energiemanagement- und Gebäudesimulationssoftware Organic Smart Home (Mauser, 2017)

Die Geräte sind hierbei über die Treiberschicht, die sogenannte *Hardware Abstraction Layer* mit ihren O/C-Einheiten verbunden. Die O/C-Einheiten der Geräte abstrahieren wiederum die Geräte für übergeordnete Kontrollschichten. Dabei wird ein abstrahiertes Gerätemodell für die *Device Abstraction Layer* erstellt, welches in der *Optimization Abstraction Layer* in ein Steuerungsmodell umgewandelt wird. Diese wird in der *Integrated Optimization Layer* durch die globale O/C-Einheit des Gebäudes zusammen mit den Steuerungsmodellen anderer Geräte verwendet, um eine Optimierung der Energieflüsse des gesamten Gebäudes durchführen zu können. Die *External Communication Layer* ermöglicht die Kommunikation mit externen Entitäten wie Nutzern, Energieversorgern oder Netzbetreibern. Der *Energy Simulation Core* (ESC) ermöglicht die Simulation der Geräte und Anlagen des Gebäudes je nach Ausstattung, Umgebungsbedingungen (Wetter, Jahreszeit) und Nutzerpräferenzen. In der realen Anwendung wird der ESC für die Optimierung benötigt, da hier viele verschiedene Szenarien vorab getestet werden müssen, um optimale Steuerungsbefehlsfolgen für die einzelnen Geräte finden zu können.

Die im Rahmen von C/sells vorgenommenen Anpassungen und Weiterentwicklungen können grundsätzlich jede der beschriebenen Komponenten des OSH betreffen. Allerdings rücken für die verschiedenen Aufgaben jeweils unterschiedliche Komponenten in den Fokus.

Die Weiterentwicklung der Modellierungskonzepte zur generischen Einbindung von Komponenten und zur Ermöglichung eines energieträgerübergreifenden, lokalen Energiemanagements betrifft alle unteren Schichten bis zum *Integrated Optimization Layer* und den ESC. Die Erweiterungen zur Nutzung des ESHL als HiL Komponente und die Erweiterungen des EMP betreffen dagegen eher die oberen Schichten wie das *External Communication Layer*.

## 5.4 ISC / IEE: Scope und Systemaufbau Quartierszelle Hohentengen

### 5.4.1 Scope der Anwendungsfälle in Hohentengen

- Autonome, d. h. nach dem Subsidiaritätsgedanken, elektrische und thermische Versorgung der Liegenschaft.
- Evtl. Schwarzstartfähig zeigen, d. h. anfahren und ankoppeln des Liegenschaftsnetzes ans lokale Verteil-Netz via eines geeigneten Batteriespeicher / PV Inverters durch ein Basis-Energiemanagementsystems (EMS).
- Einsatz von MPC (model predictive control) und wettvorhersagebasierten Erzeugungs- und Verbrauchsprognosen für die bessere Energienutzung der Liegenschaft.
- Einsatz eines intelligenten Messsystems mit moderner Messeinrichtung und SMGW. Das SMGW soll innerhalb der C/sells-Demonstration genutzt werden, da der zuständige Messstellenbetreiber kein Projektpartner ist, kommt jedoch kein zertifiziertes Gateway zum Einsatz (Test-PKI) und dieses wird nicht für eine reale Abrechnung des Stromverbrauchs verwendet.
- Bereitstellung von Flexibilität mittels eines Energiemanagementsystems mit Strom-Wärmekopplung und modernen Ladesäulen. Hierbei sollen auch die Möglichkeiten zur Nutzung der thermischen Gebäudemassen in Kombination mit Wärmepumpen mit adaptiver Vorlauftemperatur und KWK untersucht werden.

### 5.4.2 Zusammenfassung Zielsetzung

Auf dem Areal der IKT-Siedlung Hohentengen befinden sich diverse Anlagen, die als Flexibilitäten für den elektrischen Netzbetrieb sowie Strommärkte geeignet sind. Im Rahmen des C/sells UAP 7.9.1 wird demonstriert, wie diese Flexibilitäten von einem lokalen Energiemanagementsystem aggregiert und die notwendigen Informationen und Datenpunkte in C/sells-Registry und –Kataster für einen Zugriff von Markt und Netz bereitgestellt werden können. Die Frage der notwendigen vertraglichen Regelung, reale Einbindung in eine Flex-Plattform und Vergütung der Flexibilität sind nicht Teil der Demonstration – die Demonstration baut auf einer Art projektinternen Regulatorischen Innovationszone (RIZ) auf. Stattdessen wird der Zugriff in projektintern definierten Zeiträumen C/sells-Partnern unentgeltlich nach vorheriger Absprache ermöglicht. Eine exemplarische Einbindung in eine Flexplattform ist aber vorgesehen (s. Abschnitt Softwarekomponenten).

Gegenwärtig konzentrieren sich die Flexibilitäten auf das grosse Gebäude #6 (Gesamtunterkellerung und einer Nutzfläche der 1. und 2. Etage von zusammen über 1500 m<sup>2</sup>), sechs elektrisch vom Areal versorgten EFHs, der Eingangspforte und einer 12kW<sub>PV</sub>-Aufdachanlage auf der IKT-Siedlung Hohentengen. Da der Zeitplan für die Installation und Nutzung weiterer Flexibilitäten innerhalb der Projektlaufzeit von C/sells offen war, ging die Planung davon aus, dass sich die Demonstration auf das Gebäude #6 konzentriert mit 3 TH-E-Boxen (inkl. Speichern), der thermischen Gebäudemasse als Speicher und ein bis zwei Elektroladestellen am Gebäude und einer der IKT-Siedlung zuzurechnenden elektrisch mitversorgten Liegenschaft aus sechs EFHs.

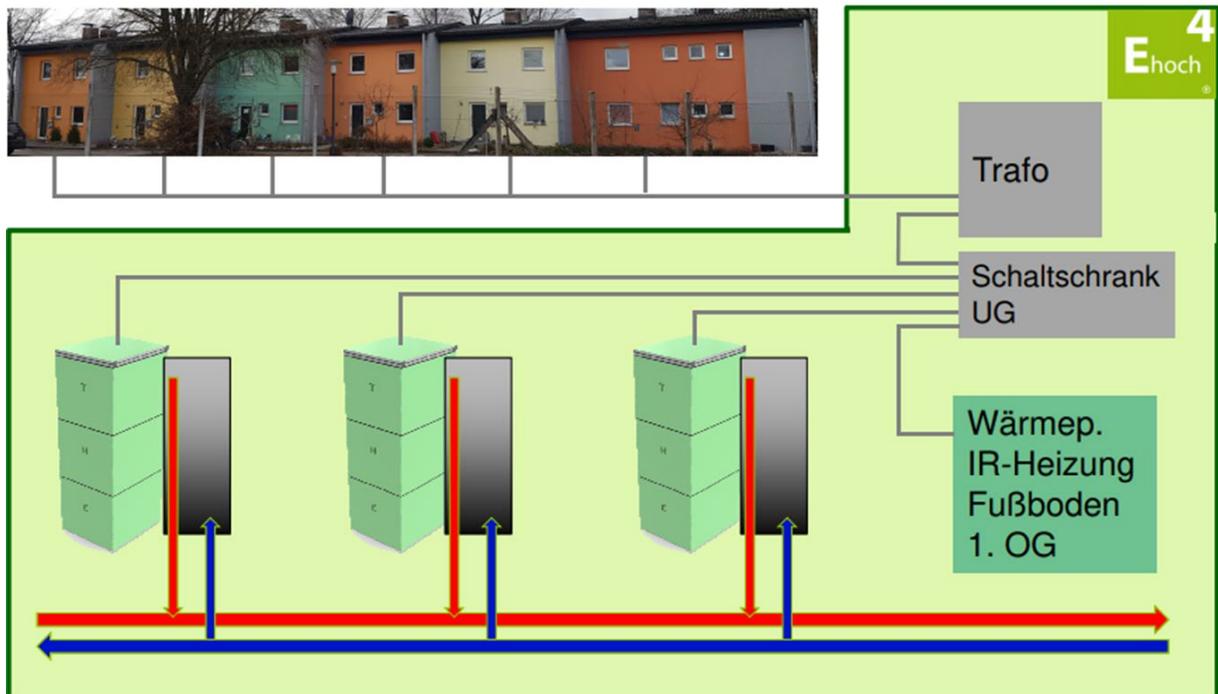


Abb. 15 Schematische Darstellung der vernetzten Einbindung der Energieversorgungs-Einheiten „TH-E Box“ zur flexiblen Energiebereitstellung von Quartier und angrenzender Liegenschaft. Flexibilitätsbereitstellung findet ab Schaltschrank via SMGW/CLS/TLS-Kanal/GWA statt.

### 5.4.3 Geplante Geräte und technische Komponenten

Folgende Geräte und Komponenten sind bereits verfügbar bzw. wurden im Rahmen der Demonstration installiert und eingebunden:

- TH-E Boxen mit eigener Regelung (implementiert durch das ISC)
- Eine 11/22 kW Ladesäulen mit OCPP V1.6
- Funk-Heizkörperthermostate, Raumtemperatursensoren und Tür-/Fenstersensoren (Homematic) zur Nutzung der thermischen Gebäudemasse als zusätzliche Flexibilität.
- PV-Anlagen (2kW<sub>p</sub>, 4kW<sub>p</sub>, 12kW<sub>p</sub>) mit Prognose als Stromlieferant. Das ist Gegenstand der aktuellen Arbeit Einbindung via selbstlernende MPC Algorithmen.
- Alle anderen Lasten werden nicht gemanagt, müssen aber als Prognose in die berechnete Flexibilität, die über das Kataster angeboten wird, eingerechnet werden.
- SMGWs mit Zählern: Relevant ist hier im Wesentlichen eine 2-Richtungszählung am Netzanschluss des Gebäudes #6 und ein SMGW am Netzknotenpunkt zum lokalen Verteilnetz. Evtl. weitere SMGWs zum Monitoring etc. Die Kommunikation mit dem Kataster bzw. einem Flexibilitätsnutzer, der die Flexibilität über das Kataster nutzt, soll über einen CLS-Kanal des SMGW abgesichert erfolgen bis zum Projektende 12/2020.

### 5.4.4 Softwarekomponenten

Folgende Software-Komponenten wurden vorgesehen:

- Flexibilitätsaggregation: Die einzelnen Komponenten der TH-E Boxen inkl. thermischer Gebäudemassen und Elektrofahrzeuge/Ladestelle, stellen jeweils eine eigene Flexibilität bereit. Diese Flexibilitäts-Komponenten müssen dann zu einer gemeinsamen Flexibilität aggregiert werden. Hieraus wird ein CSV-File generiert, der auf eine Flexibilitätsplattform hochgeladen werden muss, was nach aktuellem Kenntnisstand nur manuell erfolgen kann.

- Alternativ könnte ggf. auch ein OGEMA-System die Teil-Flexibilitäten aufnehmen und darauf mittels eines einfachen Algorithmus eine Gesamt-Flexibilität berechnen und an das C/sells-Kataster weitergeben.
- Die Flexibilität des TH-E-Gebäudesystems zu managen und zu berechnen ist eine relativ komplexe Aufgabe. Ein Ansatz ist, dass das IEE ein Managementsystem bereitstellt, das die thermische Flexibilität des Gebäudes berechnet und über eine Schnittstelle bereitstellt, über die dann auch eine Aktivierung dieser Flexibilität erfolgt. Das ISC erweitert dann die vorhandene Optimierung des Betriebs der TH-E-Box so, dass die mögliche elektrische Flexibilität berechnet und dabei auch die Gebäude-Flexibilität mit einbezogen werden kann – z.B. kann die gemeldete thermische Flexibilität dann als zusätzlicher „virtueller“ thermischer Speicher an den TH-E Boxen eingerechnet werden.
- Zur Berechnung der Flexibilität der Ladesäule werden vor allem Nutzerangaben benötigt, wann voraussichtlich ein E-KFZ angeschlossen wird und bis wann dieses geladen werden muss. Aktuelle Planung für die verbleibenden Projektzeit bis Ende 2020 ist, dass das ISC hier GUI/Berechnung übernimmt und das IEE einen OCPP-Treiber für OGEMA bereitstellt.
- Monitoring und Überwachung: Erster Ansatz war, alle Daten zwischen EmonCMS- und OGEMA-System zu synchronisieren. In OGEMA sollte auf jeden Fall ein Alarming für wichtige Größen definiert werden. (ISC / IEE)
- Anbindung SMGW: Nach aktuellem Stand können nur aktuelle Zählerdaten per Email im MSCONS-Format empfangen werden. Ein Konzept für den Empfang und die weitere Verarbeitung/Einbindung ist in Arbeit.
- Zur Aktivierung durch einen Flexibilitätsnutzer wird eine geeignete Schnittstelle benötigt. Evtl. könnte das aber auch eine einfache OGEMA-Server-Instanz sein, über die eine Flexibilität im Kataster ausgewählt und aktiviert werden kann.



## **5.5 FhG ISE: Scope und Systemaufbau Zelle Stuttgart Fellbach**

Nachreichung in 2. Version des Ergebnisdokumentes

## 5.6 FST: Scope und Systemaufbau Arealzelle Flughafen Stuttgart

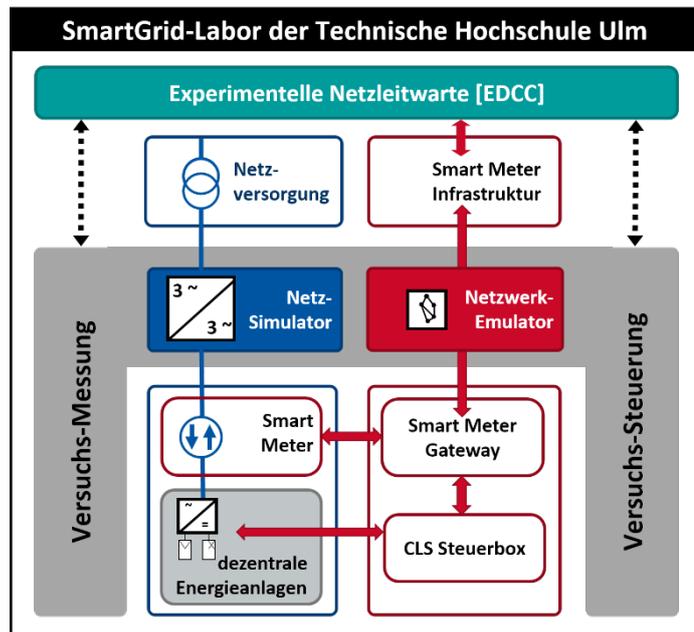
### Systembeschreibung

Für den Flughafen, ist die unterbrechungsfreie Verfügbarkeit mit Energie sehr wichtig, um auch sicherheitsrelevante Systeme versorgen zu können. Zusätzlich ist es dem Flughafen Stuttgart wichtig, den Verbrauch von Primärenergieträgern zu senken und die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren. Daher ist der Flughafen Stuttgart sowohl DIN EN ISO 50001 als auch EMAS zertifiziert. Hierfür werden sowohl operative als auch strategische Ziele definiert. Zur Überwachung des Fortschritts wird ebenfalls eine energetische Bewertung der Effizienz durchgeführt. Dafür werden Energiekennzahlen verwendet und eine Stoffstromanalyse durchgeführt. Ein Großteil der Anlagen sind beim Flughafen Stuttgart an die Gebäudeleittechnik angeschlossen, um die Daten zu sammeln und weiterverwendet werden zu können.

Die Flexibilität spielt dabei eine immer wichtigere Rolle. Der Ausbau von vorallem PV-Anlagen und E-Ladestationen stellt das bestehende Energiemanagementsystem zunehmend vor Herausforderungen. Im Unterarbeitspaket 7.3.1 wurde das bestehende Energiemanagementsystem bezüglich der neuen Anforderungen aufgerüstet.

## 5.7 THU: Scope und Systemaufbau Verteilnetzzelle Ulm

Die Pilottests für TP5 sind im Smart Grids Labor der THU verortet. Dieses umfasst eine experimentelle Netzleitwarte, die sich in Typ und Ausstattung an der Netzleitwarte unseres Partners Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm Netze GmbH orientiert. Mithilfe der CLS-Steuerboxen werden verschiedene dezentrale Energieanlagen über IEC 61850 an die Netzleitwarte angebunden. Zunächst kamen CLS-Boxen der Firma iGrids zum Einsatz, diese sind über das CLS-Center von ZENNER Hessware und einen Proxy-Server an die Netzleitwarte angebunden. Inzwischen steht eine weitere Lösung zur Verfügung: CLS-Mehrwertboxen der Firma Theben kommunizieren mit einer Laborversion des Mehrwertconnectors der Firma MTG, der wiederum mit der Netzleitwarte verbunden ist. Bei der zweiten Lösung wurde die Kommunikation über Smart Meter Gateways erprobt. Der von Theben bereitgestellte Gateway Administrator ist ebenfalls innerhalb des Labors installiert. Die Geräte befinden sich in der Test PKI. Um den Plattformwechsel zu bewerkstelligen wurde im Rahmen des Projekts die CLS-Anwendung der Technischen Hochschule Ulm portiert. Die Pilottests wurden zunächst auf der ersten Lösung umgesetzt und später auf der zweiten Lösung wiederholt sowie verfeinert.



Die Geräte befinden sich in der Test PKI. Um den Plattformwechsel zu bewerkstelligen wurde im Rahmen des Projekts die CLS-Anwendung der Technischen Hochschule Ulm portiert. Die Pilottests wurden zunächst auf der ersten Lösung umgesetzt und später auf der zweiten Lösung wiederholt sowie verfeinert.

Die Technische Hochschule Ulm fokussiert sich auf die Einbindung kleiner dezentraler Energieanlagen im Prosumer-Umfeld. Darüberhinaus verfügt der Partner Stadwerke Ulm/Neu-Ulm Netze GmbH über 90 Ladestationen für Elektrofahrzeuge, deren Potential zur Bereitstellung von Flexibilität untersucht wird. Diese Fokussierung spiegelt sich in den Versuchsaufbauten des Smart Grid Labors wieder. Als Energieanlagen können PV-Wechselrichter, PV-Monitoringsystem, unterschiedliche Elektro-Ladesäulen, Heimbatteriespeicher und Heizstab (PtH) angebunden werden. Die vorhandene CLS-Anwendung wurde kontinuierlich weiterentwickelt und um neue Protokolle erweitert.

Weiterhin wurde eine Oli-Box integriert, um gemeinsam mit der Firma Oli Systems die Integration von Blockchain-Anwendungen an dezentralen Energieanlagen zu testen.

Ferner steht Labortechnik zur Verfügung um sowohl auf Leistungs-Seite als auch auf Daten-Seite messen und steuernd eingreifen zu können. Auf diese Art und Weise wurden beispielsweise Messkonzepte und Datenübertragungswege auf Fehlerquellen und Fehlerresilienz getestet (Software- und Hardware- in- the- Loop). So soll die entstandene Lösung bestmöglich auf den Einsatz unter Feldtest- sowie Real-Bedingungen geprüft werden.

Ein besonderes Augenmerk liegt auch auf den Erweiterungen der Netzleitwarte. So wurde der Import von Netzmodellen automatisiert und eine Maßnahmengenerator eingebunden. Da insbesondere für TP5 auch die Übertragung von Fahrplänen eine Rolle spielt wurde ein Skript zum Austausch von Fahrplänen auf Basis der IEC 61850 integriert. Auch die CLS-Anwendung unterstützt IEC 61850 Fahrpläne.

## 5.8 SWM: Scope und Systemaufbau Wärmestelle München

### Umfang

Im Unterarbeitspaket 7.4.1 „Intelligente Wärme München“ werden Power-to-Heat-Anlagen kommunikationstechnisch erschlossen und an das Virtuelle Kraftwerk (VKW) der Stadtwerke München angebunden. Es erfolgt eine tägliche Bewirtschaftung durch das VKW anhand der Börsenpreise. In einem ersten Schritt erfolgt die Optimierung am Day-Ahead-Markt, später dann auch Intraday. Die Erbringung von Regelleistung bzw. Redispatch wird getestet.

### Komponenten und Funktionen

Die Kernkomponente der IWM-Leittechnik stellt die Zeitreihendatenbank dar. Hier werden Istdaten aus dem Feld gespeichert und vom Optimierungskern für Rechnungen heran gezogen. Außerdem können hier von den Kunden Daten über die Bewirtschaftung sowie Zählerstände usw. abgerufen werden (Kundenschnittstelle).

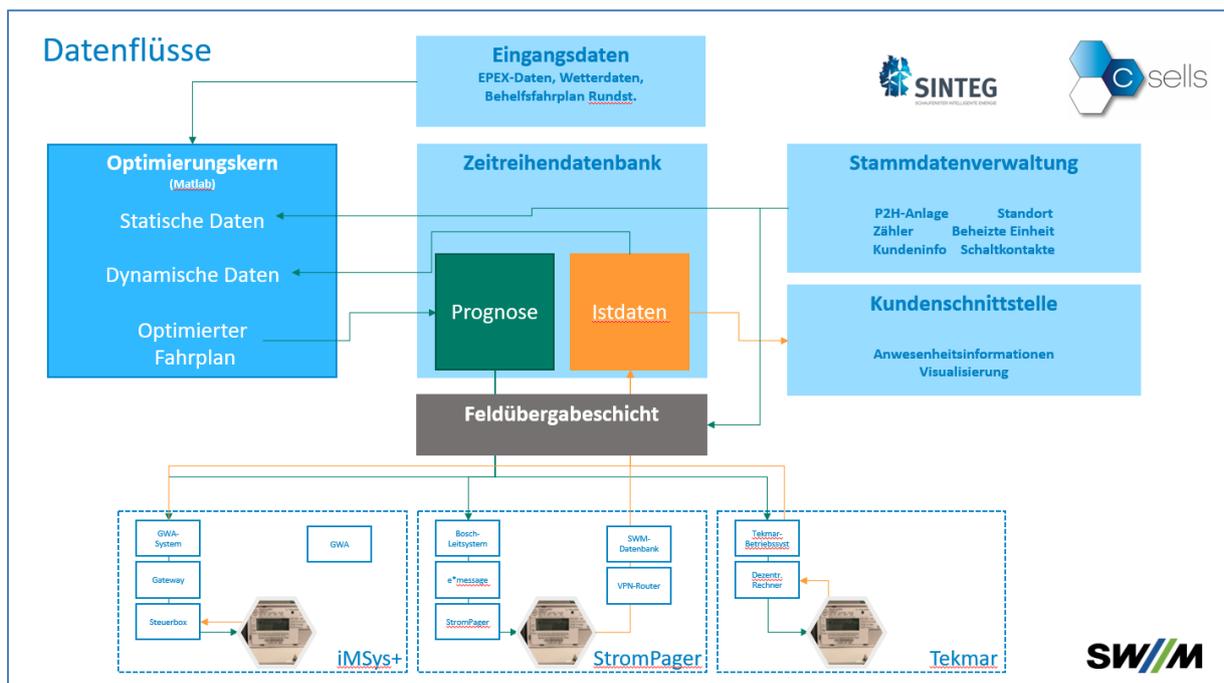
Die Optimierung erfolgt in mehreren Schritten:

1. Import statischer Daten (z. B. Gebäude- und Nutzerinformationen)
2. Import dynamischer Daten (Börsenpreise, Wetterdaten einerseits, Istdaten der Anlagen der Vergangenheit und von Vergleichstagen andererseits)
3. Optimierung des Fahrplans
4. Schreiben von Prognosezeitreihen und
5. Übergabe an die Feldsysteme

Durch eine sog. Feldübergabeschicht werden die erforderlichen Attribute dem Fahrplan zugeordnet und an das jeweilige System übertragen. Das IWM-Konzept verfolgt derzeit drei Ansätze

1. Das Intelligente Messsystem (SWM stellen hier alle notwendigen Systeme und Rollen)
2. Das Strompager-System
3. Das Tekmar-System (Hier steht eine Optimierung des Wärmekomforts im Mittelpunkt)

Die Messdaten werden je nach System sekundlich bzw. minütlich übertragen.

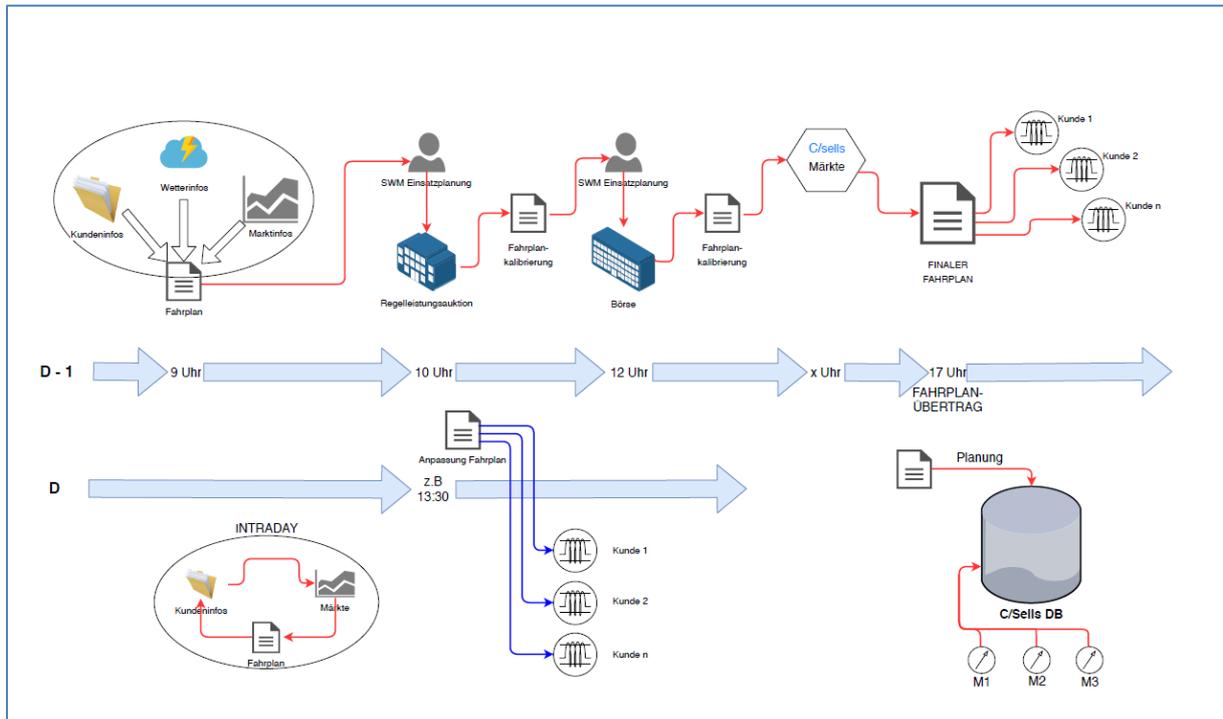


## Bewirtschaftungsprozess

Zwischenzeitlich hat sich ein Bewirtschaftungsprozess etabliert, der sich am bestehenden Vermarktungsprozess des Handels orientiert. Das ergab sich aus der Verfügbarkeit von geeigneten Prognosen und an den Gate-Closure-Zeiten der Börsen. Eine Kalibrierung des Fahrplans anhand verschiedener Produkte (Stundenauktion, Viertelstundenauktion ist möglich).

Gegen 16 Uhr erfolgt eine Übergabe der Fahrpläne an die Kundenanlagen.

Bei der Intradaybewirtschaftung ist zu berücksichtigen, dass die betroffenen Anlagen im Normalfall neu gerechnet werden müssen, wobei der Initialfahrplan wegen der notwendigen Wärmebedarfsrechnung als Referenz gilt.





Wärmeaufnahmekapazität, um diese zusätzliche Wärme aufzunehmen. Im Idealfall wird die Nutzung der Regelenergie mit der Beimischstation verbunden, sodass diese in Zeiten der Regelenergienutzung gedrosselt wird.

### 6.1.2 Szenario „intelligente Steuerung Wärmenetz über Heizpufferspeicher“

Die Wärmeerzeugung im Mannheimer Stadtquartier FRANKLIN basiert auf einem Niedertemperatur-Nahwärmenetz, das über eine Beimischstation mit dem Hochtemperatur-Fernwärmenetz der Stadt gekoppelt ist. Insbesondere in Zeiten geringer Wärmeabnahme – beispielsweise im Sommer – kann die Temperatur an den Endpunkten des Netzes aufgrund geringer Wärmedurchflüsse absinken. Zugleich erhöht sich die zeitliche Trägheit des Wärmenetzes. Ein zu geringer Wärmefluss im Netz führt dazu, dass neu erzeugte Wärme zeitlich stark verzögert an Gebäuden ankommt.

Problematisch wird dies, wenn die Temperatur am Hausanschlusspunkt, hinter dem ein Wärmespeicher angeschlossen ist, unter die Mindesttemperatur für die Trinkwasseraufbereitung fällt. Durch eine gezielte Wärmeaufnahme in den Wärmespeichern kann der Durchfluss erhöht werden. Die Wärmespeicher fungieren hierbei wie eine Batterie. Die Wärme wird zunächst aus dem Netz in den Speicher übertragen und danach an die Verbraucher wie Heizung und Trinkwassererwärmung abgegeben.

Die Wärmespeicher sollen im Schwarm eingesetzt werden, um im Netz eine Wirkung analog zum Großspeicher erzielen zu können. Hierfür werden die Speicher mit Mess- und Steuereinrichtungen ausgerüstet und über das Kommunikationssystem des Wärmenetzes mit dem Wärmemanagementsystem verbunden.

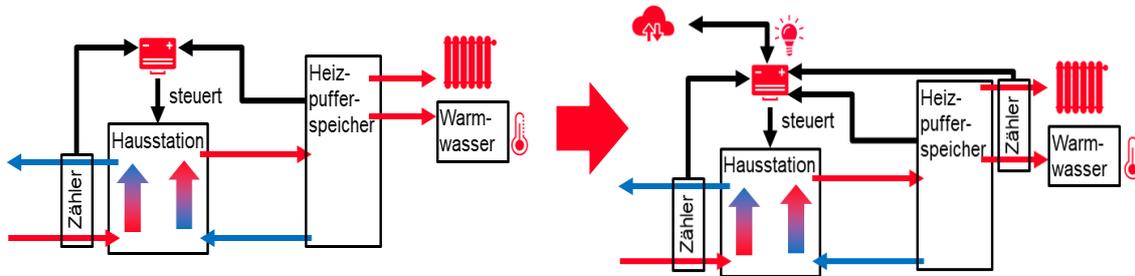


Abb. 17: Steuerung von Wärmespeichern und Hausstationen

Auf Grundlage eines Leitsystems zum umfassenden Energiemanagement im Stadtquartier, das das Wärmemanagement beinhaltet, wird die Steuerung der Wärmespeicher gekoppelt mit der Steuerung des Betriebs von Photovoltaik-Anlagen (PV) und Anlagen zur Strom-Wärme-Umwandlung. Zu niedrige Temperaturen im Wärmenetz können durch zusätzliche Wärmeinspeisung in Verbindung mit der Steuerung der Wärmespeicher ausgeglichen werden. Die PV-Anlagen liefern den dazu notwendigen Strom.

Weiterhin wird es mit der Einführung intelligenter Wärmemesseinrichtungen möglich sein, das Verbrauchsverhalten im Wärmenetz zu analysieren und so zukünftig die Ansteuerung der einzelnen Gruppen von Wärmespeichern durch die Anwendung künstlicher Intelligenz zu optimieren.

Die eingespeiste Wärme verbreitet sich hauptsächlich durch den Volumenstrom des Trägermediums, in diesem Fall Wasser. Daher ist es nicht nur erforderlich, Wärme in das Netz einzuspeisen, sondern diese muss auch zum Verbraucher transportiert werden. Um diesen Transport zu ermöglichen, muss genügend Durchfluss herrschen. Dieser Durchfluss wiederum wird durch die Wärmeabnahme seitens des Endkunden erzeugt.

Die Heizpufferspeicher fungieren hierbei wie eine Batterie, die Wärme wird zunächst aus dem Netz in den Puffer übertragen und danach an die Verbraucher wie Heizung und Trinkwassererwärmung abgegeben.

Die Steuerung bzw. Regelung der Fernwärme-Hausstationen und den zugehörigen Heizpufferspeicher erfolgt über den sog. Heizregler. Dieser verfügt über Sensoren am Heizpufferspeicher, welche die aktuelle Temperatur im Speicher messen. Bei Unterschreitung der Mindesttemperatur wird der Speicher solange geladen, bis die vorgegebene Temperatur erreicht wird.

Durch Zusammenschalten mehrerer Haushalte als Gruppen können diese als virtuelle Verbraucher (analog zum virtuellen Kraftwerk) betrachtet werden. Durch die gezielte Steuerung des Verbrauchsverhaltens der einzelnen Gruppen kann im Strang „Offiziersiedlung“ des Nahwärmenetzes ein konstanter Durchfluss der Versorgungsleitungen generiert werden, somit können Netzschlechtpunkte vermieden werden.

Die Ansteuerung der Heizpufferspeicher soll auf die Boosterung des Netzes mittels P2H abgestimmt erfolgen, sodass die erzeugte Wärme im Strang „Offizierssiedlung“ abgenommen wird.

Gleichzeitig ist zu beachten, dass ein Abfall der Temperatur im Heizpufferspeicher unter die Mindesttemperatur nicht erfolgen darf, da sonst Probleme bei der Trinkwasseraufbereitung entstehen können. Eine Zwangsladung kann daher erfolgen, eine durch das System erzwungene „nicht-Ladung“ darf in keinem Fall möglich sein.

Zusätzlich soll ein zweiter Wärmemengenzähler hinter dem Heizpufferspeicher montiert und durch den Heizregler ausgelesen werden, sodass der reale Verbrauch des Netzanschlussnutzers dokumentiert werden kann.

Die hierbei gewonnenen Daten sollen auf lange Sicht ermöglichen, das Verbrauchsverhalten des Netzanschlussnutzers zu analysieren und so die Ansteuerung der einzelnen Gruppen von Heizpufferspeichern durch die Anwendung künstlicher Intelligenz zu optimieren. Gleichzeitig sollen diese Daten mit in die Generierung von Mehrwertdiensten einfließen.

### **6.1.3 Szenario „flexible Ladeinfrastruktur im Quartier und in Gebäuden“**

Das Flexibilitätspotenzial öffentlicher- und halböffentlicher Ladeinfrastruktur scheint kaum bis gar nicht vorhanden zu sein. Dies liegt daran zum einen daran, dass der Zeitpunkt der Ladevorgänge und die Ladedauer nicht vorhersehbar ist. Zudem bieten nur wenige Automobil- und Ladeinfrastrukturhersteller die Möglichkeit zur gesteuerten Ladung an. Folglich findet in der Regel eine Sofortladung statt, die lediglich durch die verfügbare Maximallast beschränkt ist. Eine schnelle ununterbrochene Ladung entspricht auch dem Wunsch vieler Kunden (vgl. Arbeiten in AP 2.4 Anreize für Prosumenten), insbesondere im Bereich des öffentlichen und halb-öffentlichen Ladens. Ziel ist es aufzuzeigen, wie trotz unvorhersehbarer Fahrzeugnutzung das Flexibilitätspotenzial aus dem Areal genutzt werden kann, damit immer eine schnelle, ununterbrochene Ladung an den Ladepunkten sichergestellt werden kann. Auf dem Gebiet des Mannheimer Stadtquartieres FRANKLIN wird eine öffentliche Ladeinfrastruktur errichtet. Im ersten Schritt werden dazu zwölf Ladesäulen aufgebaut. Es handelt sich überwiegend um Stationen mit einer Ladeleistung von 22 Kilowatt. Für deren Einsatz wird die Garantie ausgesprochen, dass die Maximalleistung jederzeit an allen Stationen zur Verfügung steht. Somit steht die Option eines marktgetriebenen Lastmanagement der Ladeinfrastruktur zur Quartiersoptimierung sowie zur Bereitstellung von Flexibilität für den Netzbetreiber nicht zur Verfügung.

Die Herausforderung besteht also darin, bei kritischen Netzsituationen aufgrund maximaler Ladeleistung aller Ladesäulen flexible Verbraucher anzusteuern, die die Möglichkeit zur Leistungsbegrenzung als Systemdienstleistung bereitstellen, um die maximale Ladeleistung sicherzustellen.

Die für die Ladeinfrastruktur benötigte Flexibilität kann durch mit PV-Anlagen und dem Wärmenetz gekoppelte Power-to-Heat-Anlagen als auch durch die Energiemanagementsysteme flexibler Gebäude im Quartier bei entsprechenden Netzsituationen bereitgestellt werden. Damit kann die maximal benötigte Ladeleistung jederzeit garantiert werden. Dies ermöglicht das Energiemanagementsystem des Stadtquartieres, das die Leistung flexibler Anlagen prognostiziert sowie mit den Energiemanagementsystemen der Gebäude im Austausch steht.

Eine Herausforderung bleibt, dass die Ladeleistung an öffentlichen Ladepunkten kaum prognostizierbar ist, weshalb das System in Echtzeit auf Leistungsänderungen reagieren muss. Das Flexibilitätspotenzial öffentlicher- und halböffentlicher, aber auch privater Ladeinfrastruktur, kann nur genutzt werden, wenn der Endnutzer der Mobilitätsdienstleistung nicht in seinen Mobilitätsbedürfnissen eingeschränkt wird. Nur dieser Anteil an technischer Flexibilität ist tatsächlich nutzbar. Die verbleibende Flexibilität kann als sozio-ökonomisches Flexibilitätspotential beschrieben werden (Lehmann et al. 2019).

Deswegen muss für die Nutzer der Mobilitätsanwendungen sichergestellt werden, dass die Ladung nur soweit zeitlich verschoben oder energiemengenmäßig reduziert wird, dass die Mobilitätsbedürfnisse dennoch erfüllt werden können.

Um dies sicherzustellen, sind verschiedene Wege möglich. In Settings mit Reservierungssystemen können bestimmte Zeitslots vor der gebuchten Abfahrt für das Laden geblockt werden, so dass bei Abfahrt immer ausreichende Energiemenge zur Verfügung steht (vgl. Use Case 7.8.3.1). Hierdurch wird das nutzbare Flexibilitätspotential jedoch stark eingeschränkt. Zudem muss ein Weg gefunden werden, mit spontanen Buchungen und Nutzungen der Ladeinfrastruktur umzugehen. Hierzu könnten beispielsweise Mindestladestände (verringern nutzerbares Flexibilitätspotential) oder Mindestvorlaufzeiten vor Buchungen eingeführt werden (verringern Nutzerfreundlichkeit des Buchungssystems). Alternativ könnten in diesem Setting Prognosen über die Nutzung der Ladepunkte helfen das nutzerbare Flexibilitätspotential der Ladeprozesse zu erhöhen oder sicherzustellen, dass ausreichend Leistung zur Erfüllung von unflexiblen Ladeprozessen zur Verfügung steht. Dies könnte beispielsweise erfolgen, indem anhand der Prognosen der Ladeprozesse sichergestellt wird, dass die Wärmeflexibilitäten auf Franklin optimal betrieben werden. Ansätze und Methoden hierzu werden in Use Case 7.8.3.2 beschrieben. Bei privaten und halböffentlichen Ladestationen bestehen unterschiedliche Möglichkeiten das sozio-ökonomische Flexibilitätspotential und

die Präferenzen und der Fahrzeugnutzer zu ermitteln. Zum einen könnten Ladetarife angeboten werden. Hierbei ist zwischen schnellen und flexiblen Tarifen zu unterscheiden. Flexible Tarife bieten ein Laden mit einer Ladeleistung, die unter der technische möglichen liegt und ermöglichen somit eine Flexibilitätsbreitstellung. Somit muss der Fahrzeugnutzer eine relativ simple Entscheidung (Tarifwahl) treffen. Allerdings wird das sozio-ökonomische Flexibilitätspotential dadurch nur recht unpräzise bestimmt. Zudem müssen dennoch eine Annahme oder Prognose getroffen werden, wann das Fahrzeug das nächste Mal genutzt wird, um die Flexibilität sinnvoll zu nutzen. Deutlich präziser und damit auch weniger konservativ kann das Flexibilitätspotential bestimmt werden, wenn der Fahrzeugnutzer seine Präferenzen zu Energiebedarf und Abfahrtszeitpunkt explizit eingibt. Allerdings ist dies zweitaufwändig und unkomfortabel. Solche Eingaben könnten aber teilweise ersetzt werden, wenn ein intelligentes Smart Charging System den Energiebedarf und Abfahrtszeitpunkt prognostiziert und der Nutzer nur bei Bedarf von diesen vorgeschlagenen Default-Werten abweicht und somit eine Eingabe vornehmen muss.

Dies begrenzt aktuell auch die Vermarktbarkeit der Flexibilität entsprechender Anlagen und Gebäudenetzanschlüsse. Untersuchungen zur Prognostizierbarkeit werden in 6.1.4 Use Case 7.8.3.2 Prognose-basiertes Lademanagement durch das FZI vorgenommen.

Die Verbindung zwischen Anlagen und Energiemanagement im Stadtquartier, dem Energiemanagement in den Gebäuden sowie der externen Vermarktung von Flexibilität als Regelleistung unter Berücksichtigung der Leistungsanforderungen der Ladesäulen zeigt nachfolgende Abbildung.

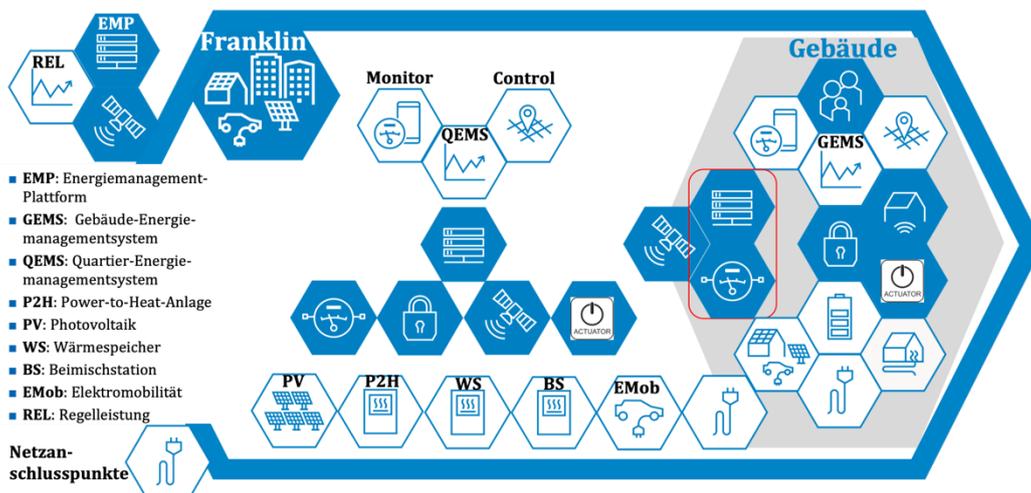


Abb. 18: Energiemanagement im Stadtquartier FRANKLIN

#### 6.1.4 Szenario „hochauflösendes Monitoring der Energieflüsse“

Digitalisierung im Stadtquartier FRANKLIN bedeutet, mittels einer Plattform für das Internet der Dinge (Verknüpfung der realen Welt über das Internet) die Infrastrukturen für Energie, Mobilität, Information und Kommunikation mit Gebäuden, Energieanlagen, Einrichtungen zum Messen und Steuern sowie Systemen zum Gebäudemangement zu verbinden.

Wichtige Grundlage dafür ist die flächendeckende Einführung moderner Messeinrichtungen (**mMe**). Der Datenschutz gewährleisten dabei die Smart Meter Gateways (**SMGW**) als geschützte Kommunikationseinrichtung. Der Messstellenbetreiber (**MSB**) der MVV Energie AG ermittelt den Verbrauch von Strom, Wärme und Wasser, aber auch im Quartier erzeugten Strom und Wärme. Über den geschützten Kommunikationskanal landen die Zählerdaten im Minutentakt beim zertifizierten Betreiber einer geschützten Plattform zur Datenerhebung und Weiterleitung. Hierbei wird sichergestellt, dass der Betrieb nach den Richtlinien des Gesetzgebers und des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationsverarbeitung erfolgt.

Die vom Energienutzer freigegebenen sowie die im öffentlichen Raum erhobenen Daten werden von dieser Plattform an eine sichere Cloud-Infrastruktur der MVV zum Monitoring der Energieflüsse im Stadtquartier weitergeleitet. Damit entstehen Mehrwertdienste zur Erhöhung der Energieeffizienz sowohl für die Bewohner und Nutzer in den Gebäuden als auch für den Betreiber der Smart City-Infrastruktur im Stadtquartier.

Die sichere Datenplattform des Infrastrukturbetreibers ist ebenso Basis der Verwendung von Messdaten zur Energieabrechnung und Vermarktung sowie den Prozessen zur Flexibilitätsbestimmung und für Prognosen als auch zur Steuerung von Anlagen über den sicheren Steuerkanal (CLS). Auf dieser Grundlage wirkt das Energiemanagementsystems von ABB zur effizienten Führung der Energieflüsse im Stadtquartier. Mit dieser Plattform demonstriert die MVV eine konkrete Form der Umsetzung des Infrastruktur-Informationssystems von C/sells im Rahmen der Entwicklung eines Stadtquartieres als Energiezelle.

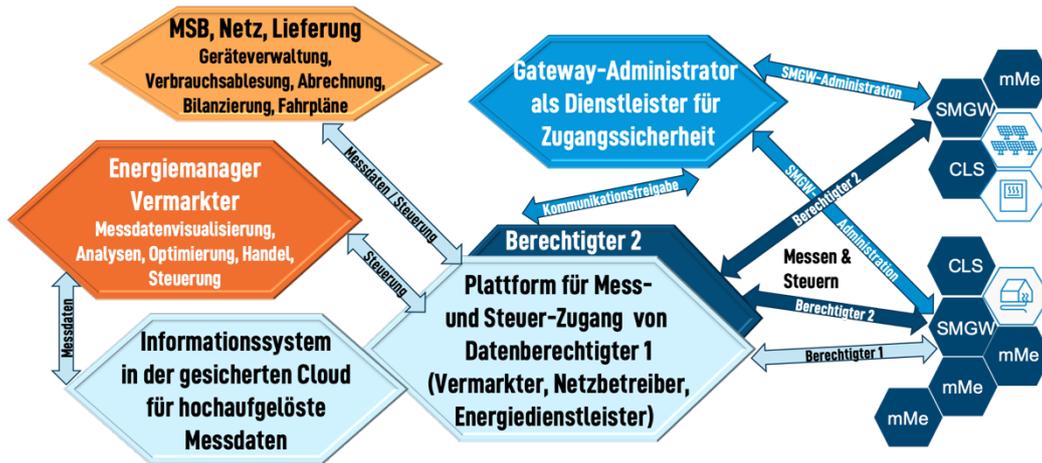


Abb. 19: Architektur der FRANKLIN-Infrastruktur für intelligente Messsysteme

## 6.2 WIRCON: Use Case Szenarien im AutonomieLab Leimen

**Abstrakt:** AutonomieLab Leimen mit Use Case Szenario Eigenverbrauchsoptimierung und Systemdienlichkeit auf Basis der Use Cases „Abgesicherter Übergangsbetrieb bei Spannungsausfall in einer Nachbarschaftszelle“ sowie „flexibler Netzanschluss mit einstellbarer Maximalleistung“

### 6.2.1 Szenario „Eigenverbrauchsoptimierung und Systemdienlichkeit“

#### GROBKONZEPT

Dezentrale Energiekreisläufe, zellulare Systemkonzepte und Digitalisierung bieten neue Möglichkeiten zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit in Gebäuden, Stadtquartieren sowie gewerblichen Arealen und Industriegebieten.

In Gebäuden mit erneuerbaren Energieanlagen und Energiespeichern sowie mit Netzersatzanlagen und Gebäudeenergiemanagementsystemen kann bei externen Netzausfällen die Abtrennung des Gebäudes vom Netz aktiv selbst durch das Gebäude erfolgen. In der Folge wird autark im Gebäude die korrekte Frequenz und Spannung aufrechterhalten sowie der Energiefluss zwischen lokalen Erzeugern, Speichern und Verbrauchern gesteuert. Bei nicht ausreichendem Energie- und Leistungsangebot von Erzeugung und Speichern kann im Gebäude ein Notbetrieb für die wichtigsten Verbraucher umgesetzt werden, wobei nicht zwingend benötigte größere Verbraucher von der Versorgung getrennt werden können.

Wenn der Energiefluss im externen Netz wieder zur Verfügung steht, erfolgt durch die Netzersatzanlage des Gebäudes wieder die Zuschaltung und die Wiedersynchronisierung mit der Umgebung.

Bei einem breiten Einsatz eines solchen Netzersatzbetriebs mit Wiedersynchronisation auf das Netz wäre ggf. ein Netzwiederaufbau nach einer größeren Netzstörung wesentlich erschwert, wenn diese Wiedersynchronisation unkoordiniert abläuft und somit die Lastflüsse im Netz, das sich noch in der Stabilisierungsphase befindet, kaum vorhersehbar werden. Im Rahmen der Demonstration wird die Wiedersynchronisation durch den Verteilungsnetzbetreiber gesteuert. Auf diese Weise kann der Netzersatzbetrieb von einem potenziellen Störfaktor zu einer entscheidenden Unterstützung des Netzwiederaufbaus werden.

Dieser Zustand zur Führung des Energiesystems in einer begrenzten Energiezelle bei Ausfall der Elektrizitätsversorgung in der Umgebung wird Blauphase in Abgrenzung zu den drei Ampelphasen bei Bestehen des Gesamtsystems genannt.

Im Rahmen dieses Dokumentes wird ein Lösungsweg zur Führung einer Energiezelle in der Blauphase am Beispiel des Verbundobjektes aus zwei Reihenhäusern Rudolf-Diesel-Str. 1B / 1F, 69181 Leimen konzipiert, der als Musterlösung implementiert und demonstriert werden soll.

## 6.3 KIT: Use Case Szenario der Campus-Zelle KIT

### 6.3.1 Szenario „Erschließung und Nutzung der Flexibilität von Wohngebäuden“

Die Nutzung der energetischen Flexibilität von Wohngebäuden ist ein wichtiger Bestandteil der Energiewende. Dadurch werden sowohl höhere Anteile erneuerbarer Energien als auch den Bürgern eine Teilhabe am Energiesystem und an den Energiemärkten ermöglicht.

Im Rahmen dieses Szenarios wurde daher ein Wohn- und Laborgebäude (KIT *Energy Smart Home Lab* (ESHL), siehe auch Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) zu einer lokal optimierenden und aggregierenden Zelle mit Möglichkeit der Flexibilitätsbereitstellung für Nachbarzellen und übergeordnete Zellen ausgestaltet.

Hierfür wurde eine Weiterentwicklung und Anpassung des generischen Gebäude-Energiemanagementsystems *Organic Smart Home* (OSH) an die individuellen Anforderungen im Rahmen von C/sells durchgeführt. Dabei wurde das energieträgerübergreifende Energiemanagement und die energetische Optimierung mit dem Ziel der Energiekostenreduktion und Netzdienlichkeit weiterentwickelt. Darauf aufbauend wurden eine beispielhafte Bewertung intelligenter Gebäude unter Verwendung des OSH und eine Quantifizierung der erwarteten Auswirkungen des Gebäudeenergiemanagements und hierauf basierender Maßnahmen des Demand Side Managements vorgenommen.

Um die neuentwickelten Funktionalitäten des OSH im ESHL als Beispiel für ein intelligentes Wohngebäude nutzen zu können und die Nutzerinteraktion zu verbessern wurde die grafische Benutzerschnittstelle Energy Management Panel zur Erschließung der nutzerabhängigen Flexibilität weiterentwickelt und angepasst. Diese interaktive Mensch-Maschine-Schnittstelle ermöglicht die Konfiguration, Parametrisierung und Visualisierung des lokalen Energiesystems. Dies umfasst bspw. die Steuerung lokaler Komponenten, die Abfrage und Visualisierung der Ziele des Nutzers, die Konfiguration und Parametrisierung für (P)HiL-Simulationen sowie die Visualisierung der Energieflüsse und -tarife.

Auf der Basis der beschriebenen Neuentwicklungen wurden darüber hinaus Möglichkeiten geschaffen, das durch das OSH gesteuerte ESHL in einer *Power-Hardware-in-the-Loop*-(PHiL)-Umgebung im Zusammenspiel mit simulierten Gebäuden an einem simulierten Niederspannungsnetz zu betreiben und entsprechende Studien durchgeführt. Hierzu wurde im Anschluss ein Zellverbund-Demonstrator entwickelt. Dieser zeigt das Zusammenspiel von Zellen anhand eines anschaulichen Zellverbund-Szenarios, welches neben dem ESHL und simulierten Gebäuden auch die reale Bürogebäude-Zelle *FZI House of Living Labs* umfasst. Es wurden außerdem Schnittstellen geschaffen, um das ESHL über das OSH in ein übergeordnetes Energiemanagement, wie z. B. die Leitstelleninfrastruktur KIT Energy Lab 2.0, einbinden zu können.

## 6.4 ISC / IEE: Use Case Szenarien der Quartierszelle Hohentengen

### 6.4.1 Autonome elektrische und thermische Versorgung der Liegenschaft

Die autonome Optimierung der Energieversorgung in der Liegenschaft mit einer standardmäßigen Nutzung des öffentlichen Netzes (bedarfsorientierter Strombezug, Vermeidung von Einspeisung) stellt eine Referenz dar für den Use Case der Flexibilitätserbringung. Auf Grund dieser Tatsache wird auch eine Optimierung ohne Flexibilitätsangebote und Abrufe als Variante der Realisierung des Use Case „Bereitstellung von Flexibilität“ realisiert. Die Grundflexibilität soll zum Beispiel während der Heizperioden 2019/2020 laufend berechnet und dargestellt werden. Eine Aktivierung von außen soll aber nur zu ausgewählten Demonstrationszeitpunkten möglich sein und dann auch demonstriert werden. Beispiel: Es kommt via SMGW/Admin eine Anfrage nach zu liefernder (x)kWh oder abzunehmender (y)kWh Energiemenge in einem bestimmten Zeitintervall und muss liegenschaftsintern beantwortet werden. Weitere Details sind bei diesem Use Case beschrieben.

### 6.4.2 Erzeugungs- und Verbrauchsprognosen mit MPC und Wetterprognose

Das Areal IKT-Siedlung Hohentengen ist als Energiezelle mit mehreren hochflexiblen, steuerbaren „stromerzeugenden Heizungen“, sogenannten TH-E Boxen, konzipiert. Die TH-E-Box als modularisierte Technik wird gesteuert über ein am ISC entwickeltes, selbstlernendes und wetterprognosebasiertes Energiemanagementsystem (EMS) „SEAL“ als eigenes Produkt auf Open Source Basis.

Damit Zellen Flexibilität bereitstellen können ist es notwendig, Erzeugung und Verbrauch sowohl qualitativ als auch quantitativ bestmöglich vorherzusagen. Dafür können sowohl die vor Ort in den Zellen aktuell gemessenen, jedoch auch die aus der Vergangenheit aufgezeichneten Erzeugungs-, Verbrauchs- und Wetterdaten genutzt werden. Diese Daten dienen als Input um geeignete, d. h. auf die individuelle Zelle zugeschnittene, Prognosemodelle für die zu erwartende Erzeugung und den zukünftigen Verbrauch von elektrischer und thermischer Energie und Leistung vorherzusagen. Die Prognosen können sowohl vom zelleigenen Energiemanagementsystem erstellt werden oder ein Dienstleister übernimmt diese Aufgabe. Die in C/sells entwickelten Energie- und Flexibilitätsprognosen einzelner Zellen basieren auf stochastischen bzw. deterministischen Simulationen oder sind aus der KI-Forschung entlehnt. Unter letztere sind z.B. trainierte neuronale Netzanwendungen zu verstehen. Durch diese auf die Zellen individuell angepasste Vorgehensweise kann entsprechend genau Erzeugung und Verbrauch für einen vorgegebenen Zeithorizont ermittelt werden, um somit freie, d. h. sowohl positive (Überschuss) als auch negative (Mangel) Energie und Leistung, als entsprechende Flexibilität bereitzustellen. Diese Prognosen dienen somit als Querschnittsanwendungen für die Optimierung der Leistungs- und Energieflüsse einer Liegenschaft zum maximalen Nutzen für Betreiber und Nutzer. Sie sind daher notwendig als Basisdienst für die Digitalisierung der Energiewende.

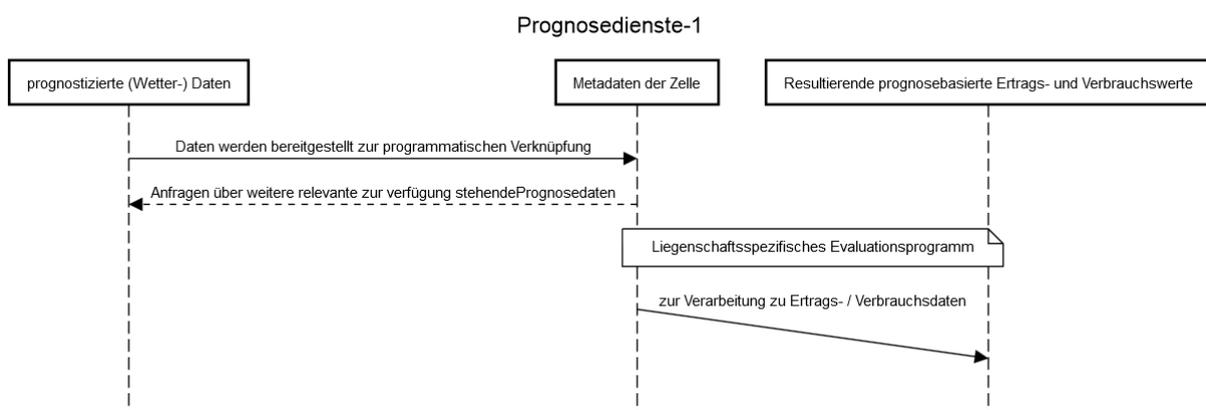


Abbildung 20 Aktivitätendiagramm der Einbindung von Wetter-Prognosen: Inputdaten + Metadaten → Prognosedaten → Kriterium ok → fertig; nicht ok → Modifikation und nächster Iterationsschritt.

### **6.4.3 Einsatz intelligenter Messsysteme**

Das SMGW soll innerhalb der C/sells-Demonstration genutzt werden, da der zuständige Messstellenbetreiber kein Projektpartner ist, kommt jedoch kein zertifiziertes Gateway zum Einsatz (Test-PKI) und dieses wird nicht für eine reale Abrechnung des Stromverbrauchs verwendet. Die praktischen Möglichkeiten auf Basis der C/sells Gateway Administration werden aktuell noch bis Ende 2020 untersucht, weshalb hier noch kein detailliertes Ergebnis vorliegt. In jedem Fall sollen mittels der gesicherten Infrastruktur Zählerdaten in Intervallen kleiner 15 Minuten empfangen und verarbeitet werden. Dies ist sowohl für das Energiemanagement mit lokaler Optimierung als auch für die Flexibilitätserbringung zur kurzfristigen Korrektur der Summe der elektrischen Energieflüsse der Anlagen von wesentlicher Bedeutung (s.a. Abschnitt 5.5.4 Software-Komponenten).

### **6.4.4 Schwarzstartfähigkeit**

Der Ausgleich von Erzeugung und Verbrauch in der Zelle ist ein zentrales Ziel der realisierten Musterlösung mittels regionaler Energieprodukte durch hauptsächlich Photovoltaik Einbindung. Die Optionen Inselbetrieb und Netzwiederaufbau als Systemdienstleistungen können angeboten und netzdienliche Flexibilität über Flexibilitätsplattformen wie etwa ALF zur Verfügung gestellt werden.

### **6.4.5 Bereitstellung von Flexibilität mittels Energiemanagementsystem**

Dieser Use Case erfordert zunächst die laufende Berechnung des Flexibilitätspotenzials und die Aggregation in einer CSV-Datei, die auf einer Flexibilitätsplattform eingestellt werden kann. Als Baseline/Referenz wird immer ein rein lokal optimierter Betrieb verwendet, von dem bei einem Flexibilitätsabruf abgewichen werden kann. Das Konzept geht davon aus, dass eine solche Liegenschaft i.d.R. auf die internen Anforderungen optimiert und Flexibilität eher zu Konditionen anbietet, die auf einen relativ seltenen Abruf zielen.

Zum zweiten erfordert dies die Fähigkeit, auf den Abruf einer Flexibilität zu reagieren, diesen also umzusetzen. Sowohl die Berechnung der Flexibilität als auch die Umsetzung des Abrufs sollen durch eine modulare Lösung erfolgen, bei der für unterschiedliche Teilsysteme (thermische Gebäudemasse, Elektrofahrzeuge) jeweils eine separate Berechnung, Priorisierung und Umsetzung des Abrufs erfolgt. Diese modulare Struktur soll in Form von OGEMA-Apps umgesetzt werden, die mit einer zentralen Flexibilitäts-App interagieren.

Bei der Umsetzung der thermischen Speichermaßen (Wasserspeicher, thermische Gebäudemassen sollen auch der Einfluss der Vorlauftemperatur auf den COP der Wärmepumpen sowie den Wirkungsgrad der KWK berücksichtigt werden. So kann eine Erhöhung der Vorlauftemperatur die nutzbare Speicherkapazität erhöhen, geht allerdings i.d.R. zu Lasten des Wirkungsgrades.

Als weiteres Teil-Ergebnis wird anvisiert, dass sich Elektrofahrzeuge mit stufenlos einstellbarer Leistung laden lassen, am besten via OCPP Version 1.6 Treibersoftware. Die Ladeleistung richtet sich dabei nach Signalen aus der Smart Grid Steuerbox (HAN/CLS). Zudem wird erwogen elektrische Hausspeicher modular in Elektrofahrzeuge als Range-Extender einzusetzen.



## **6.5 FhG ISE: Use Case Szenario der Zelle Stuttgart Fellbach**

Nachreichung in 2. Version des Ergebnisdokumentes

## 6.6 FhG FST: Use Case Szenario der Arealzelle Flughafen Stuttgart

### Use Case: Integration iMsys

Es werden an verschiedenen Stellen iMsys installiert. Dabei werden nicht zertifizierte Gateways verwendet. Die Test-PKI wird von der Schleppen AG betrieben und dient als notwendige Umgebung für die praktischen Untersuchungen vor Ort. Hierbei sollen vor allem Untersuchungen zum Datentransfer, der Datenverfügbarkeit und des Datenhandlings gemacht werden. Ebenfalls werden Untersuchungen zu Nutzung zertifizierter iMsys für das Messkonzept am Flughafen Stuttgart durchgeführt werden.

### Use Case: Erweiterung der Vermarktung von Flexibilität

Die in einem ersten Schritt erarbeiteten Flexibilitätsoptionen am Flughafen Stuttgart sollen zu Märkten zugeordnet werden und anschließend auf Gesamterlöspotenzial untersucht werden. Hierbei sollen jeweils unter anderem der notwendige Aufwand für den Anschluss und die Vermarktung und deren Vorgehensweise und auch die entstehenden Kosten untersucht werden.

Für die Flexibilität-Identifikation werden vor allem technische Einheiten aus den Bereichen Querschnittstechnologien, Eigenerzeugungsanlagen und Elektromobilität weiter betrachtet und auf ihre möglichen Vermarktungsmöglichkeiten untersucht.

Hierfür kann unterschieden werden zwischen:

- Innerbetrieblicher Nutzung, wie z.B. Spitzenlastmanagement
- System- und Netzdienstleistungen, wie Primär-, Sekundär- und Minutenregelleistung
- Handel Bilanzkreismanagement

### E-Mobilität – Flexibilität-Bereitstellung

Durch den Ausbau von Elektromobilität sowohl intern für Dienstfahrzeuge, Mitarbeiter als auch extern für Fluggäste, wird eine immer größere Ladeinfrastruktur notwendig. Hierbei kann das Problem der Gleichzeitigkeit der benötigten Leistung einen großen Einfluss auf die Netzauslastung bedeuten.

Um dies zu reduzieren, kann das Flexibilitätspotential durch ein dynamisches Lastmanagement, das die verfügbare Ladeleistung variiert, genutzt werden und somit beispielsweise Peakspitzen im Bezugslastgang zu vermeiden werden. Hierbei sollen die Ladevorgänge durch interne oder externe Vorgaben gesteuert werden.

Der Betreiber der Ladeinfrastruktur kann die Bedienungssoftware zur Verwaltung durch Automatismen ergänzen, um bei bestimmten Auslösern, wie Preissignalen, Steuerungsbefehle an die Ladestationen weiterzuleiten. Dieses Signal wird vom Lademanagement auf Bedienbarkeit der Anforderung hin überprüft. Ist die Anforderung bedienbar, wird einen Steuerungsbefehl an die Ladestationen weitergeleitet, ist sie nicht bedienbar, wird die Information direkt an den Auslöser zurückgesandt. Zusätzlich kann eine vorgegebene Prioritätenreihenfolge beachtet werden, wodurch eine Durchführung der wichtigsten Geschäftsprozesse gesichert ist, vereinzelt Personen priorisiert oder verschiedene Tarifmodelle angeboten werden können.

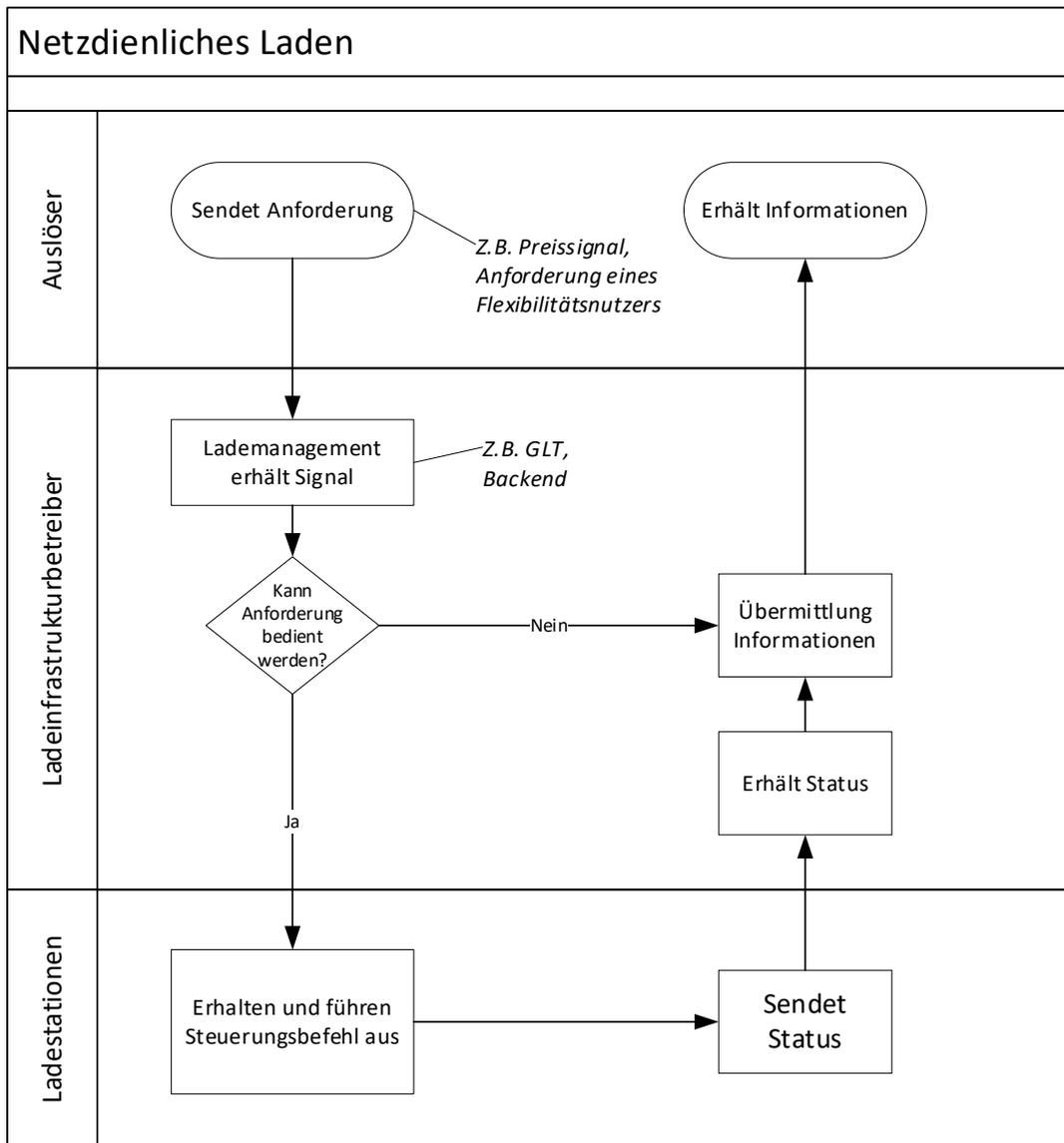


Abb. 21: Prozessbeschreibung des netzdienstlichen Ladens



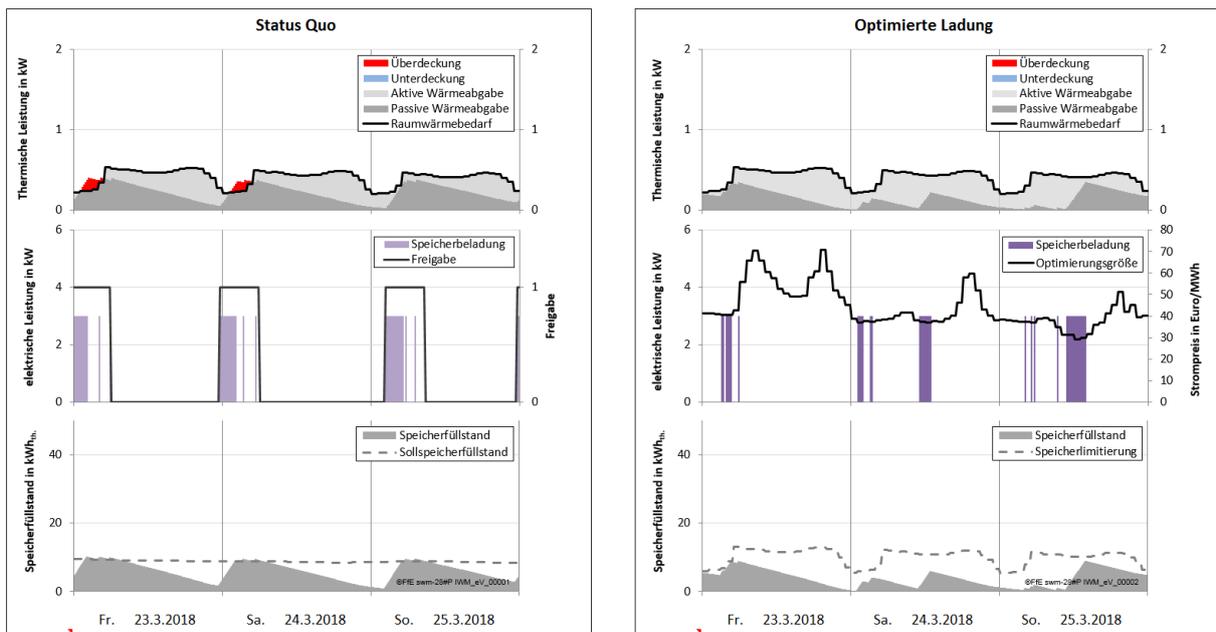
## 6.8 FhG SWM: Use Case Szenario der Wärmestelle München

Der zentrale Use Cases im Unterarbeitspaket 7.4.1 ist die strompreisgetriebene Nutzung des Lastverschubpotenzials von Power-To-Heat-Anlagen.

Dabei verhalten sich die Anlagen je nach Technologie unterschiedlich.

### Elektrospeicherheizungen

Bei Elektrospeicherheizungen handelt es sich um einen funktionalen Speicher. Die Beladung der Speichersteine erfolgt derzeit Nachts, die Abgabe ab dem Zeitpunkt der Beladung, tendenziell aber tagsüber. Entladung kann passiv (bloße Wärmeabgabe über die Isorlierung) oder aktiv (durch Gebläse) erfolgen.



Während derzeit in einem starren Tag-Nacht-System be- und entladen wird, soll durch die „C/sells-Bewirtschaftung“ das Regime dynamisiert werden. Die Optimierungsgröße ist hier der Strombörsenpreis (derzeit Day-Ahead). In der Optimierung wird das Gerät wesentlich effektiver betrieben, da Unter- und Überdeckungen vermieden werden, die für den Nutzer einen geringen Wärmekomfort bedeuten (in der Praxis werden Überdeckungen durch Lüften beseitigt während es bei Unterdeckungen zu Raumtemperaturen unter 18° C kommen kann).

Versuche über den Projektzeitraum haben ergeben, dass bei Elektrospeicherheizungen ein Lastverschubpotenzial von mehreren Stunden vorhanden ist.

### Wärmepumpen

Aktuell erfolgt die Beladung einer Wärmepumpe über eine interne Steuerung, die zwei feste Sperrzeiten einhält. Die SWM Infrastruktur als Netzbetreiber sperrt Wärmepumpen derzeit von 10 bis 12 Uhr und von 17 bis 19 Uhr. In der Praxis im Gespräch mit Probanden und durch Auswertung der Messdaten hat sich gezeigt, dass die Sperrzeiten oft einen Komfort- oder Effizienzeinbußen bedeuten. So war zum Beispiel während der Sperrzeiten regelmäßig Stromabnahme zu verzeichnen, die auf Warmwasserbereitung durch ein Heizschwert hindeutete.

Es gibt zwei Arten von funktionellen Speichern, nämlich Pufferspeicher und die Gebäudemasse selbst als Speicher. Falls beide Speicher optimal genutzt werden können, befindet sich das theoretische Lastverschubpotential in einem Intervall von mehreren Stunden bis Tagen.

Bei größeren Anlagen, die über mehrere Wärmepumpen verfügen, ist es ggf. sinnvoll, nur die Heizwärmepumpe in die Optimierung mit einzubeziehen, da das Lastverschubpotenzial wesentlich höher ist.

Keine der akquirierten Wärmepumpen wird gegenwärtig über ein Smart-Grid-Ready-Signal angesteuert. Man stößt also durchwegs auf Anlagen, die über ein Relais angesteuert werden und damit über ein überschaubares Maß an übertragbarer Intelligenz verfügen. Gleichwohl stellt diese einfache Lösung hinsichtlich der Massenfähigkeit ein Optimum dar.

In der Regel ist bei Optimierungsmaßnahmen die Unterstützung durch einen Heizungsmonteur/ Leittechnikspezialisten notwendig, was die Erschließungskosten wesentlich erhöht.

### **Kälteanlagen**

Im Gegensatz zu Wärmepumpen haben Kälteanlagen keine Sperrzeiten und meistens auch keine Pufferspeicher, weshalb sie die Gebäudemasse als Speicher nutzen. Des Weiteren sind Kälteanlagen stark abhängig von der Kälteverteilung, wobei zwischen der thermischen Bauteilaktivierung und der Raumluftkühlung unterschieden wird.

Bei der thermischen Bauteilaktivierung ist ein theoretisches Lastverschiebepotential von mehreren Stunden möglich, hingegen bei der Raumluftkühlung nur im Minutenbereich. Da Kälteanlagen hauptsächlich im gewerblichen Bereich genutzt werden, stellt die Suche von Partnern für eine Zusammenarbeit mit C/Sells eine Herausforderung für da. Das ist zum einen auf die komplexe Eigentümerstruktur zurück zu führen, zum anderen wurde in Akquisegesprächen der Ansatz der Erschließung von derlei Flexibilitätspotenzial durchweg als Marketing-/Nachhaltigkeitsmaßnahme angesehen.

## 7 Use Cases mit Bezug zu High Level Use Cases 050G,-0H,-0I

### 7.1 Use Cases in Quartierszelle Franklin

#### 7.1.1 Zuordnung von spezifischen Use Cases zu High-Level Use Cases

Die Inhalte der Arbeitsschritte der MVV im Rahmen der C/sells-Teilprojekte 3, 5 und 7 werden in den nachfolgenden vier Use Case-Szenarien der MVV abgebildet:

1. Use Case aus TP 5 und TP 7 **“7.8.1. - Wärmeflexibilität durch P2H-Kopplung“**
2. Use Case aus TP 5 und TP 7 **“7.8.2. - intelligente Steuerung Wärmenetz über Heizpufferspeicher“**
3. Use Case aus TP 5 und TP 7 **“7.8.3. - flexible Ladeinfrastruktur im Quartier und in Gebäuden“**
4. Use Case aus TP 5 und TP 7 **“7.8.4. - hochauflösendes Monitoring der Energieflüsse“**

Auf dieser Grundlage wurden im Lastenheft für das Stadtquartier Franklin als Demonstrationszelle im Teilprojekt 7, Arbeitspaket 7.8 folgende **spezielle Use Cases** definiert.

- 7.8.1.1. - Verstärkung im Wärmenetz mit P2H-Anlage
- 7.8.1.2. - Ermittlung und Angebot von Regelleistung
- 7.8.2.1. - Laden und Entladen eines Heizpufferspeichers entsprechend Zustand Wärmenetz
- 7.8.2.2. – Wärmenetzoptimierung mit Energiemanagementsystem
- 7.8.3.1. - Lademanagement zur öffentlichen Ladeinfrastruktur
- 7.8.4.1. - Bereitstellung und Visualisierung hochaufgelöster Smart Meter Daten
- 7.8.4.2. - Mehrwertdienste auf Basis hochaufgelöster Smart Meter Daten und Prognosen zur Erhöhung der Energieeffizienz und zur Ermittlung von Flexibilität

Diese sieben speziellen Use Cases lassen sich nun den Arbeitsschritten in TP 5 als auch den HLUCs zuordnen.

| Arbeitspaket | Teilaufgabe TA | TA-Bezeichnung   | Use Cases  | HLUCs             |
|--------------|----------------|--|--|-------------------|
| AP 5.3       | 5.3.1, 5.3.3   | Anforderungsanalyse / Umsetzungskonzeption und Pilotbetrieb hochauflösendes Metering für Prosumenten   | 7.8.4.1. - Bereitstellung und Visualisierung hochaufgelöster Smart Meter Daten   | 050C, 050G        |
| AP 5.2       | 5.2.2, 5.2.5   | Konzeption und Pilotbetrieb zur aggregierten Vermarktung der Quartiersflexibilität   | 7.8.1.2. - Ermittlung und Angebot von Regelleistung  | 050L              |
| AP 5.4       | 5.4.1, 5.4.3   | Regelungskonzepte und Betriebsstrategien sowie Evaluation im Umfeld von Quartiersenergiemanagement   | 7.8.2.2. – Wärmenetzoptimierung mit Energiemanagementsystem  | 050B, 050D, 050F  |
| AP 5.4       | 5.4.2          | Use Cases und prototypischer Demonstrator für autonome Betriebsführungsstrategien bei dezentralen Versorgungskonzepten unter Integration von Ladeinfrastrukturen | 7.8.3.1. - Lademanagement zur öffentlichen Ladeinfrastruktur   | 050H              |
| AP 5.4       | 5.4.2          | Daten und Schnittstellen für lokale Regelungskonzepte inkl. der technischen Infrastrukturen aus TP3 (z.B. Flex.kataster)   | 7.8.4.2. - Mehrwertdienste auf Basis hochaufgelöster Smart Meter Daten und Prognosen zur Erhöhung der Energieeffizienz und zur Ermittlung von Flexibilität | 050A, 050C, 050E, |
| AP 5.5       | 5.5.1, 5.5.3   | Anforderungen, Spezifikation und Pilotierung und Tests anlagenbezogener Schnittstellen   | 7.8.1.1. - Verstärkung im Wärmenetz mit P2H-Anlage<br>7.8.2.1. - Laden und Entladen eines Heizpufferspeichers entsprechend Zustand Wärmenetz               | 050G, 050I        |

Inhaltlich sind den in der zweiten Spalte genannten Teilaufgaben folgende Arbeitsschritte (**MVV.xxx**) aus der Teilvorhabensbeschreibung der MVV.

**Teilaufgabe 5.2.2:** Konzepte für ein Marktdesign zur Umsetzung von bidirektionalem Handel

- **MVV.027:** Beiträge zur Konzeption eines Marktdesigns und von Handelsplattformen zur Integration regionaler Mechanismen aus Sicht des EVU sowie Tests der pilotierten Plattform

**Teilaufgabe 5.2.5:** Konzepte für ein Marktdesign zur Umsetzung von bidirektionalem Handel

- **MVV.028:** Flexibilitätsplattform - Konzeptionierung und Pilotbetrieb, Abstimmung Märkte-Netze

**Ergebnis 5.2.1:** Konzept zum Marktdesign und zu Handelsplattform für dezentrale Versorgungskonzepte und zur Vermarktung von Flexibilitäten aus Liegenschaften

**Teilaufgabe 5.3.1:** Anforderungsanalyse für Bidirektionale Dienste von und für Prosumenten

- **MVV.029:** Spezifizierung der Interaktionsprozesse zwischen unterschiedlichen Liegenschaften, Märkten und den Netzen

**Teilaufgabe 5.3.3:** Pilottest bidirektionaler Dienste von und für Prosumenten

- **MVV.030:** Pilottest der entwickelten Methoden zur bidirektionalen Verbindung von unterschiedlichen Liegenschaften (Prosumenten) mit Märkten (EMT)

**Ergebnis 5.3.1:** Konzept für Diensteanforderung und für Dienstbereitstellung von Liegenschaften und Quartieren untereinander sowie integriert in regionale und überregionale Marktmechanismen für Energieaustausch, Flexibilität und Effizienz

**Teilaufgabe 5.4.1:** Konzeption und Modellierung von Werkzeugen für das spartenübergreifende Energiemanagement

- **MVV.031:** Anforderungen und Use Cases für lokale Regelungskonzepte auf Basis der in TP3 geschaffenen technischen Infrastrukturen aus Sicht der Zellen in AP7.8

**Teilaufgabe 5.4.2:** Datenbereitstellung und Schnittstellen für das spartenübergreifende Energiemanagement

- **MVV.032:** Daten und Schnittstellen für lokale Regelungskonzepte auf Basis der in TP3 geschaffenen technischen Infrastrukturen aus Sicht der Zellen in AP7.8

**Teilaufgabe 5.4.3:** Betriebsstrategien und Regelungskonzepte für das spartenübergreifende Energiemanagement

- **MVV.033:** Betriebsstrategien und Test von Piloten für automatisiertes Energiemanagement in Liegenschaften

**Ergebnis 5.4.1:** Use Cases und prototypischer Demonstrator für autonome Betriebsführungsstrategien bei dezentralen Versorgungskonzepten unter Integration von Ladeinfrastrukturen

**Teilaufgabe 5.5.1:** Anforderungen wirtschaftlicher, interoperabler und sicherer Einbindung von Erzeugern und Lasten

- **MVV.035:** Beiträge zur Anforderungsanalyse zur Einbindung von Geräte und Anlagen in Form von PV- und Solarthermieanlagen, Wärmepumpen, Ladepunkten der Elektromobilität und von Wärmespeichern

**Teilaufgabe 5.5.3:** Prozesse / Schnittstellen für Interoperabilität und zur wirtschaftlichen Marktintegration dezentraler Erzeuger, Speicher, Lasten (inkl. Ladepunkte)

- **MVV.036:** Tests und Bewertung zu prototypischen Implementierungen und deren Einsatzmöglichkeiten
- **MVV.037:** Ergebnisdokumentation zum Demonstrator aus AP5.4 bezüglich der Geräte- und Anlagenintegration
- **MVV.038:** Beschreibung von Schnittstellen zu in AP7.8 zu integrierenden Geräten und Anlagen

**Ergebnis 5.5.1:** Anforderungsspezifikation zur interoperablen Geräte- und Anlagenintegration sowie Beschreibung interoperabler Schnittstellen für Demonstrationen in AP7.8

Beiträge der MVV zu **Meilensteinen (MS)** der Gesamtvorhabensbeschreibung in TP 5 werden in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

| <b>MS</b> | <b>AP</b> | <b>Meilenstein</b>  | <b>Datum</b> |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 5.001     | 5.5       | Anforderungsanalyse, Spezifikation von Prozesse und Schnittstellen in Version 1 zur interoperablen Einbindung von Geräten / Anlagen unterschiedlicher Hersteller in das dezentrale Energiemanagement in Gebäuden/Quartieren | 09.2017      |
| 5.002     | 5.3       | Abschluss Anforderungsanalyse bidirektionaler Dienste von und für Prosumenten   | 10.2017      |
| 5.003     | 5.4       | Anforderungen an Regelungskonzepte und Betriebsstrategien für spartenübergreifendes Energiemanagement   | 10.2017      |
| 5.007     | 5.4       | Datenbereitstellung und Schnittstellenanforderungen   | 06.2018      |
| 5.008     | 5.5       | Implementierung und Test von anlagen-/gerätebezogenen Schnittstellen (inkl. Ladepunkt) als prototypische Pilotierung auf Basis Version 1-Spezifikation des MS5.5.2  | 06.2018      |
| 5.013     | 5.2       | Konzepte für Handelsplattformen (UAP 5.2.2)   | 12.2018      |
| 5.014     | 5.2       | Produktdefinition für den standardisierten Handel an bidirektionalen Märkten (UAP 5.2.3)  | 12.2018      |
| 5.015     | 5.4       | Spartenübergreifende Optimierungsmodelle  | 12.2018      |
| 5.017     | 5.2       | Konzeption Marktdesign zur Umsetzung von bidirektionalem Handel (UAP 5.2.2)   | 06.2019      |
| 5.018     | 5.2       | Aufbau der virtuellen Handelsplattform und Integration der Akteure (UAP 5.2.4, 5.2.5)   | 08.2019      |
| 5.023     | 5.3       | Implementierung von Interfaces für bidirektionale Handelsdienste und ihre Anpassung auf individuelle Eigenschaften der Prosumenten  | 12.2019      |
| 5.027     | 5.4       | Evaluation von Regelungskonzepten und Betriebsführungsstrategien im Spannungsfeld Netz- bzw. Marktorientiertes Energiemanagement  | 06.2020      |
| 5.028     | 5.2       | Pilotbetrieb und Dokumentation (UAP 5.2.4, 5.2.5)   | 08.2020      |
| 5.029     | 5.4       | Integration der Werkzeuge und Modelle zur Validierung in Demonstrationsvorhaben in TP 3, 6 und 7  | 08.2020      |
| 5.031     | 5.5       | Evaluationsdokument und Version 2 zu Prozessen und Schnittstellen zur interoperablen Einbindung von Geräten / Anlagen unterschiedlicher Hersteller in das dezentrale Energiemanagement in Gebäuden/Quartieren               | 09.2020      |
| 5.032     | 5.2       | Schlussbericht  | 12.2020      |
| 5.034     | 5.4       | Dokumentation der Werkzeuge, Betriebsführungsstrategien und Schnittstellen  | 12.2020      |

## 7.1.2 Use Case 7.8.1.1 “Verstärkung im Wärmenetz mit P2H-Anlagen”

### Name des Use Cases

Titel: Verstärkung im Wärmenetz mit P2H-Anlagen

### Konzept des Use Cases, Geschäftsdienste, Geschäfts- oder Handlungsnutzen (SGAM-Geschäftsebene)

#### Geltungsbereich und Ziele geplanter Geschäftsdienste:

Durch zwei Power-to-Heat (P2H) Anlagen soll das Nahwärmenetz flexibilisiert werden. Dabei bilden die P2H-Anlagen zwei Funktionen ab. Zum einen soll durch den Einsatz der P2H-Anlagen das Netz im Bedarfsfall nachgeboostert werden, d.h. es wird durch die Anlagen zusätzliche Wärme eingespeist, um die Temperatur des Netzes in den weiter vom Einspeisepunkt entfernten Gebieten zu erhalten. Zum anderen soll die Flexibilität der Anlagen als Regelleistung vermarktet werden, wenn diese nicht zum Boostern eingesetzt werden.

Zumindest während des Boosterns sollen die P2H-Anlagen mit Strom aus PV-Anlagen betrieben werden, welche sich in der Nähe der P2H-Anlagen befinden. Während der Zeit, in der keine P2H-Anlage läuft, wird der PV-strom ins Netz eingespeist.

#### Kurzbeschreibung Konzept und Hauptprozesse zum High-Level Use Case: Etwas ausführlicher Formulieren +Bild

Dieser Use-Case hat den Zweck, den Use-Case „Laden und Entladen eines Heizpufferspeichers entsprechend Zustand Wärmenetz“ zu unterstützen. Zum einen soll bei der dort beschriebenen Zwangsladung gleichzeitig Wärme über die P2H-Anlagen eingespeist werden, um diese zu unterstützen und effizienter zu gestalten. Diese verbesserte Effizienz ergibt sich aus den kürzeren Transportwegen der Wärme von P2H zu den Hausstationen und die umweltfreundliche, dezentrale Erzeugung der Wärme. Zum anderen unterstützt dieser Use-Case die Flexibilitätsbereitstellung in Form von Regelleistung, wenn die Boosterung nicht benötigt wird. Die Anlagen sollen hierbei über den CLS-Kanal angesteuert werden können.

Daher sind in diesem Use-Case die folgenden Prozesse vorhanden.

Prozess Wärmeerzeugung: Die Wärmeerzeugung findet durch die P2H-Anlagen statt. Diese erzeugen Wärme auf ein Signal von außen hin, die entsprechenden Verwendungszwecke entsprechen den anderen Prozessen. Technisch wird in diesem Prozess Wasser aus dem Rücklauf entnommen und in einem beheizten Rohr aufgeheizt und dann in den Vorlauf des Nahwärmenetzes eingespeist.

Prozess Boostern: Dieser Prozess entspricht der Betriebsart „Boostern“. Es wird mit maximaler Leistung Wärme aus Strom erzeugt und ins Netz eingespeist. Die fernsteuerbaren Hausstationen mit Pufferspeicher sorgen für entsprechende Abnahme.

Prozess PV: Die PV-Anlagen sollen normal ins Stromnetz eingebunden werden, nur der Übergabepunkt zum Stromnetz der öffentlichen Versorgung soll räumlich bei dem Anschluss der P2H-Anlagen liegen. Dies dient in der Planung dazu, dass die Kabeltrasse für den Anschluss der P2H-Anlagen auch für die PV-Anlagen mitgenutzt werden kann. Eine direkte Anbindung PV zu P2H ist nicht vorgesehen, somit wird der Strom für die P2H-Anlagen bilanziell „grün“. Zudem kann so die P2H auch unabhängig von der PV-Erzeugung betrieben werden.

#### Weitere Dokumentation des Use Cases mit Use Case-Template:

**Siehe Dokumentation Teilprojekt 7, Arbeitspaket 7.8 mit dem Lastenheft [MVV, C/sells AP 7.8, Lastenheft, (04/2020)]**

Anforderungen an intelligentes Energiesystem der Quartierszelle Mannheim Franklin mit

1. Wärmeflexibilität durch Power-to-Heat-Kopplung,
2. intelligenter Steuerung Wärmenetz über Heizpufferspeicher,
3. flexibler Ladeinfrastruktur im Quartier und in Gebäuden
4. hochauflösendem Monitoring der Energieflüsse

### 7.1.3 Use Case 7.8.1.2 “Ermittlung und Angebot von Regelleistung”

#### Name des Use Cases

Titel: Ermittlung und Angebot von Regelleistung

#### Konzept des Use Cases, Geschäftsdienste, Geschäfts- oder Handlungsnutzen (SGAM-Geschäftsebene)

Geltungsbereich und Ziele geplanter Geschäftsdienste: Etwas ausführlicher Formulieren

Durch zwei Power-to-Heat (P2H) Anlagen soll das Nahwärmenetz flexibilisiert werden. Dabei bilden die P2H-Anlagen zwei Funktionen ab. Zum einen soll durch den Einsatz der P2H-Anlagen das Netz im Bedarfsfall nachgeboostert werden, d.h. es wird durch die Anlagen zusätzliche Wärme eingespeist, um die Temperatur des Netzes in den weiter vom Einspeisepunkt entfernten Gebieten zu erhalten. Zum anderen soll die Flexibilität der Anlagen als Regelleistung vermarktet werden, wenn diese nicht zum Boostern eingesetzt werden.

Zumindest während des Boosterns sollen die P2H-Anlagen mit Strom aus PV-Anlagen betrieben werden, welche sich in der Nähe der P2H-Anlagen befinden. Während der Zeit, in der keine P2H-Anlage läuft, wird der PV-Strom ins Netz eingespeist.

Kurzbeschreibung Konzept und Hauptprozesse zum High-Level Use Case: Etwas ausführlicher Formulieren +Bild

Dieser Use-Case hat den Zweck, die Verwendung der P2H-Anlagen außerhalb des Booster-Zeitraums zu definieren. Die nötige Hardware zum REL-Betrieb soll über den CLS-Kanal und ein verbundenes SMGW angesteuert werden.

Daher sind in diesem Use-Case die folgenden Prozesse vorhanden.

Prozess Wärmeerzeugung: Die Wärmeerzeugung findet durch die P2H-Anlagen statt. Diese erzeugen Wärme auf ein Signal von außen hin, die entsprechenden Verwendungszwecke entsprechen den anderen Prozessen. Technisch wird in diesem Prozess Wasser aus dem Rücklauf entnommen und in einem beheizten Rohr aufgeheizt und dann in den Vorlauf des Nahwärmenetzes eingespeist.

Prozess Regelleistung: Dieser Prozess entspricht der Betriebsart „REL“. Die Anlage befindet sich im Ruhezustand und darf nur durch die Anforderung von Regelleistung über einen entsprechenden Kanal abgerufen werden. Eine anderweitige Nutzung in dieser Zeit ist nicht nötig und möglich. Die Regelleistung kann in 4-Stunden-Scheiben angeboten und abgerufen werden. Die erzeugte Wärme wird ins Netz eingespeist. Dieses wiederum kann aufgrund seiner hohen Speicherfähigkeit entsprechende Wärmemengen problemlos aufnehmen.

Prozess offline: Wenn die Anlagen über keinerlei Netzwerkverbindung mehr verfügen, kann und soll entsprechend auch keine Regelleistung mehr angeboten werden.

Prozess PV: Die PV-Anlagen sollen normal ins Stromnetz eingebunden werden, nur der Übergabepunkt zum Stromnetz der öffentlichen Versorgung soll räumlich bei dem Anschluss der P2H-Anlagen liegen. Dies dient in der Planung dazu, dass die Kabeltrasse für den Anschluss der P2H-Anlagen auch für die PV-Anlagen mitgenutzt werden kann. Eine direkte Anbindung PV zu P2H ist nicht vorgesehen, somit wird der Strom für die P2H-Anlagen bilanziell „grün“. Zudem kann so die P2H auch unabhängig von der PV-Erzeugung betrieben werden. In der Betriebsart REL speisen die PV-Anlagen in das Netz der öffentlichen Versorgung ein.

Weitere Dokumentation des Use Cases mit Use Case-Template:

**Siehe Dokumentation Teilprojekt 7, Arbeitspaket 7.8 mit dem Lastenheft [MVV, C/sells AP 7.8, Lastenheft, (04/2020)]**

Anforderungen an intelligentes Energiesystem der Quartierszelle Mannheim Franklin mit

1. Wärmeflexibilität durch Power-to-Heat-Kopplung,
2. intelligenter Steuerung Wärmenetz über Heizpufferspeicher,
3. flexibler Ladeinfrastruktur im Quartier und in Gebäuden
4. hochauflösendem Monitoring der Energieflüsse

## 7.1.4 Use Case 7.8.2.1 “Laden und Entladen eines Heizpufferspeichers entsprechend Zustand Wärmenetz”

### Name des Use Cases

Titel: Laden und Entladen eines Heizpufferspeichers entsprechend Zustand Wärmenetz

### Konzept des Use Cases, Geschäftsdienste, Geschäfts- oder Handlungsnutzen (SGAM-Geschäftsebene)

Geltungsbereich und Ziele geplanter Geschäftsdienste: Etwas ausführlicher Formulieren

Die Wärmeversorgung wird auf FRANKLIN durch ein Nahwärmenetz realisiert. Dieses funktioniert wie ein Fernwärmenetz, nur mit niedrigeren Temperaturen. Die Wärme wird durch eine sogenannte Beimischstation aus dem vorhandenen Fernwärmenetz entnommen und in den Vorlauf des Nahwärmenetzes eingespeist. Über Rohrleitungen wird die Wärme durch das Übertragungsmedium Wasser zum Netzanschlussnutzer transportiert. Dieser verfügt über eine Hausstation (Fern- und Nahwärme sind baugleich) über die die Wärme an den Konsumenten übergeben wird. Das nun abgekühlte Übertragungsmedium strömt über den Rücklauf zurück zur Beimischstation, wo es erneut erwärmt wird.

Dieser Use-Case beschäftigt sich mit der Fernwärmeversorgung und ist schon seit langer Zeit ein etabliertes Geschäftsmodell.

Kurzbeschreibung Konzept und Hauptprozesse zum High-Level Use Case: Etwas ausführlicher Formulieren +Bild

Der Hauptprozess dieses Use-Cases ist die Versorgung durch das bestehende Nahwärmenetz.

Wie oben beschrieben erfolgt die Versorgung der Netzanschlussnutzer durch ein Netz aus bestehenden Rohrleitungen. Vor Eintritt in die Hausstationen wird die Wärmemenge gemessen, welche durch den Hausanschluss bezogen wird. Dabei wird die Differenz der bezogenen Wärme und der ins Netz rückgeführten Wärme (Rücklauf) ermittelt. In der Hausstation wird die Wärme durch einen Wärmeübertrager in einen Heizpufferspeicher geleitet, dieser kann die Wärme speichern. Aus dem Heizpufferspeicher wird die Wärme nach Bedarf an die Heizung und Warmwasserversorgung des Haushalts abgegeben.

Der Prozess der Ladung eines Heizpufferspeichers bzw. die Wärmeversorgung ohne einen Heizpufferspeicher wird durch einen Heizregler gesteuert bzw. geregelt. Dieser öffnet bei Bedarf ein Ventil, sodass das Übertragungsmedium fließen und die Wärme übertragen werden kann. Der Regler verfügt über verschiedene Einstellungen, welche manuell (z.B. Urlaubsmodus oder Frostschutz) oder automatisiert (Tag-Nacht-Steuerung) geändert werden können. Diese Steuerung arbeitet lokal und ist in jedem Fall zu erhalten, um eine Unterversorgung der Netzanschlussnutzer zu vermeiden.

Weitere Dokumentation des Use Cases mit Use Case-Template:

**Siehe Dokumentation Teilprojekt 7, Arbeitspaket 7.8 mit dem Lastenheft [MVV, C/sells AP 7.8, Lastenheft, (04/2020)]**

Anforderungen an intelligentes Energiesystem der Quartierszelle Mannheim Franklin mit

1. Wärmeflexibilität durch Power-to-Heat-Kopplung,
2. intelligenter Steuerung Wärmenetz über Heizpufferspeicher,
3. flexibler Ladeinfrastruktur im Quartier und in Gebäuden
4. hochauflösendem Monitoring der Energieflüsse

## 7.1.5 Use Case 7.8.2.2 “Wärmenetzoptimierung mit Energiemanagementsystem”

### Name des Use Cases

Titel: Wärmenetzoptimierung mit Energiemanagementsystem

### Konzept des Use Cases, Geschäftsdienste, Geschäfts- oder Handlungsnutzen (SGAM-Geschäftsebene)

Geltungsbereich und Ziele geplanter Geschäftsdienste: Etwas ausführlicher Formulieren

Die Wärmeverteilung im Netz wird durch die Fernwärmehausstationen in Verbindung mit den entsprechenden Heizpufferspeichern gesteuert, um optimale Netzauslastung zu erreichen. Dabei wird durch die Hausstationen ein künstlicher Fluss im Wärmenetz erzeugt, indem die Heizpufferspeicher geladen werden. Die Ladung der Speicher erfolgt nach dem Kriterium des Netzzustands, sodass die Speicher nicht unbedingt leer sein müssen, um geladen zu werden. Wenn das Nahwärmenetz zu weit abkühlt, werden die Pufferspeicher geladen, um so einen Durchfluss im Netz zu erzeugen. Dieser ist erforderlich, um eine zu große Abkühlung des Netzes zu vermeiden. Um einen höheren Fluss der Wärme im Netz zu erzielen, sollen mehrere Speicher in einem Schwarm zusammengefasst und gleichzeitig geladen werden. Die Möglichkeit, Wärme in mehreren Heizpufferspeichern aufzunehmen, wird in diesem Use-Case als Flexibilität betrachtet. Dabei ist zu beachten, dass diese netzoptimierte Steuerung der Speicher nicht den technischen Anschlussbedingungen widerspricht. Vorrangig ist eine sichere Versorgung der Haushalte mit Wärme. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit einer lokalen Steuerung für den Fall eines Ausfalls des Kommunikationsnetzes zwischen den Stationen, sowie eine Schwelle, ab der die Heizpufferspeicher unabhängig vom Netzzustand geladen werden müssen.

Kurzbeschreibung Konzept und Hauptprozesse zum High-Level Use Case: Etwas ausführlicher Formulieren +Bild

Der Use-Case setzt sich aus vier Hauptprozessen zusammen. Zum einen muss die Flexibilität gemessen und dokumentiert werden, zum anderen müssen die Hausstationen gesteuert und die Wärmespeicher geladen werden.

Prozess Messung und Feststellung Flexibilität: Die Flexibilität bzw. der Ladezustand der Heizpufferspeicher wird über den Regler der Fernwärmehausstation ausgelesen. Am Heizpufferspeicher sind mehrere Temperatursensoren angebracht, welche die Temperatur des Wassers im Speicher messen. Dabei wird die gespeicherte Wärmemenge über die Temperatur bestimmt. Anhand der Messdaten und der bekannten Kennwerte des Heizpufferspeichers lässt sich bestimmen, wie viel Wärme durch den Speicher aufgenommen werden kann, dies ist dann gleichbedeutend mit der Flexibilität des Heizpufferspeichers bzw. des Anschlusses.

Prozess Flexibilität in Katastern aufnehmen: Die ermittelte Flexibilität wird in ein Kataster aufgenommen. Dazu werden die Daten (Menge) der Flexibilität mit der entsprechenden Zeit, in der diese verfügbar ist in ein sog. Kataster aufgenommen. Hierbei können auch die Fernwärmehausstationen, welche in einem Schwarm miteinander verbunden sind, aggregiert werden, d.h. diese werden wie ein einzelner großer Speicher betrachtet.

Prozess Regelung: Die Steuerung der Speicher erfolgt über den in den Stationen verbauten Heizregler, der über eine TCP/IP-Verbindung fernsteuerbar ist, wobei die Schnittstelle zu den Reglern zu definieren ist. Eine lokale Regelungsroutine kann auf den Reglern hinterlegt werden, um so die Wärmeversorgung bei Kommunikationsausfall sicherzustellen. Die Regelung erfolgt anhand der Flexibilitäten, welche im vorherigen Prozess beschrieben werden. Um eine netzseitige Optimierung zu erreichen, wird die Ladung der Speicher so angestrebt, dass die Netzanschlussnutzer bei Bedarf sofort über warmes Wasser an der Hausstation verfügen.

Prozess Ladung Wärmespeicher: Die Ladung der Wärmespeicher erfolgt über die Öffnung des entsprechenden Ventils in der Hausstation. Dadurch kann das heiße Wasser der Nahwärme in den Wärmeübertrager strömen, welcher den Heizpufferspeicher auflädt. Ist das Wasser im Heizpufferspeicher heiß genug, wird das Ventil wieder geschlossen. Ebenfalls kann die Ladung ferngesteuert abgebrochen werden.

Weitere Dokumentation des Use Cases mit Use Case-Template:

**Siehe Dokumentation Teilprojekt 7, Arbeitspaket 7.8 mit dem Lastenheft [MVV, C/sells AP 7.8, Lastenheft, (04/2020)]**

Anforderungen an intelligentes Energiesystem der Quartierszelle Mannheim Franklin mit

1. Wärmeflexibilität durch Power-to-Heat-Kopplung,
2. intelligenter Steuerung Wärmenetz über Heizpufferspeicher,
3. flexibler Ladeinfrastruktur im Quartier und in Gebäuden
4. hochauflösendem Monitoring der Energieflüsse

## 7.1.6 Use Case 7.8.3.1 Lademanagement zur öffentlichen Ladeinfrastruktur

### Name des Use Cases

Titel: Lademanagement zur öffentlichen Landeinfrastruktur

### Konzept des Use Cases, Geschäftsdienste, Geschäfts- oder Handlungsnutzen

Geltungsbereich und Ziele geplanter Geschäftsdienste: Etwas ausführlicher Formulieren

Auf dem Gebiet des Mannheimer Stadtquartieres FRANKLIN wird eine öffentliche Ladeinfrastruktur errichtet. Im ersten Schritt werden dazu zwölf Ladesäulen aufgebaut. Es handelt sich überwiegend um Stationen mit einer Ladeleistung von 22 Kilowatt. Für deren Einsatz wird die Garantie ausgesprochen, dass die Maximalleistung jederzeit an allen Stationen zur Verfügung steht. Somit steht die Option eines marktgetriebenen Lastmanagement der Ladeinfrastruktur zur Quartiersoptimierung sowie zur Bereitstellung von Flexibilität für den Netzbetreiber in der Gelbphase der Netzampel nicht zur Verfügung.

Kurzbeschreibung Konzept und Hauptprozesse zum High-Level Use Case

Die Herausforderung besteht also darin, bei kritischen Netzsituationen aufgrund maximaler Ladeleistung aller Ladesäulen flexible Verbraucher anzusteuern, die die Möglichkeit zur Leistungsbegrenzung bereitstellen.

Die für die Ladeinfrastruktur benötigte Flexibilität kann durch mit PV-Anlagen und dem Wärmenetz gekoppelte Power-to-Heat-Anlagen als auch durch die Energiemanagementsysteme flexibler Gebäude im Quartier bei entsprechenden Netzsituationen bereitgestellt werden. Damit kann die maximal benötigte Ladeleistung jederzeit garantiert werden. Dies ermöglicht das Energiemanagementsystem des Stadtquartieres, das die Leistung flexibler Anlagen prognostiziert sowie mit den Energiemanagementsystemen der Gebäude im Austausch steht.

Eine Herausforderung bleibt, dass die Ladeleistung an öffentlichen Ladepunkten kaum prognostizierbar ist, weshalb das System in Echtzeit auf Leistungsänderungen reagieren muss. Dies begrenzt auch die Vermarktbarkeit der Flexibilität entsprechender Anlagen und Gebäudenetzanschlüsse.

Die Verbindung zwischen Anlagen und Energiemanagement im Stadtquartier, dem Energiemanagement in den Gebäuden sowie der externen Vermarktung von Flexibilität als Regelenergie unter Berücksichtigung der Leistungsanforderungen der Ladesäulen zeigt nachfolgende Abbildung.

**Prozess Charging Forecast:** Die IoT-Plattform/QEMS orchestriert alle Infrastrukturkomponenten. Dafür wird als Teil des QEMS ein Werkzeug zur Prognose von öffentlichen Ladevorgängen benötigt.

**Prozess Optimierung:** Die Optimierung ist nicht eventbasiert, sondern folgt drei Optimierungsstufen (siehe nachfolgende Tabelle).

|                | Realtime Optimierung | Intraday Optimierung       | Day-Ahead Optimierung  |
|----------------|----------------------|----------------------------|------------------------|
| Zeitraum       |                      | 2-5 Stunden in die Zukunft | > 1 Tag in die Zukunft |
| Aktualisierung | 15 minütlich         | Stündlich                  | Täglich                |

*Tabelle 4: Optimierungsstufen des Lastmanagements für den Ladepark*

**Prozess gesteuertes Laden:** Die sich aus dem Fahrplan ergebenden Echtzeit-Sollwerte werden an das lokale Lastmanagement gesendet, dass wiederum die einzelnen Ladepunkte ansteuern kann. Jeder einzelne Ladepunkt kann dabei priorisiert und die maximal verfügbare Leistung zum Zeitpunkt t vorgegeben werden.

Weitere Dokumentation des Use Cases mit Use Case-Template:

**Siehe Dokumentation Teilprojekt 7, Arbeitspaket 7.8 mit dem Lastenheft [MVV, C/sells AP 7.8, Lastenheft, (04/2020)]**

Anforderungen an intelligentes Energiesystem der Quartierszelle Mannheim Franklin mit

1. Wärmeflexibilität durch Power-to-Heat-Kopplung,
2. intelligenter Steuerung Wärmenetz über Heizpufferspeicher,
3. flexibler Ladeinfrastruktur im Quartier und in Gebäuden
4. hochauflösendem Monitoring der Energieflüsse

## 7.1.7 Use Case 7.8.3.2 Prognose-basiertes Lademanagement

### **Schritt 1: Business Use Case und Use Case Konzept**

#### **Name des Use Cases**

Titel: Prognosebasiertes Lademanagement

#### **Versionsmanagement**

Version: 1.1

Datum: 28.08.2020

Name Autor oder Komitee: Julian Huber

Status (Entwurf, in Kommentierung, zur Abstimmung, final): Entwurf

#### **Einordnung**

Domänen und Betriebszonen:

Domänen – Quartier

Betriebszonen – Prozess und Betriebsführung

#### **Basisinformationen zum Use Case**

Quellen / Literatur: Lehmann, N., Huber, J., & Kießling, A. (2019, September). Flexibility in the context of a cellular system model. In 2019 16th International Conference on the European Energy Market (EEM) (pp. 1-6). IEEE., Huber, J., Dann, D., & Weinhardt, C. (2020). Probabilistic forecasts of time and energy flexibility in battery electric vehicle charging. Applied Energy, 262, 114525.

Link: AP 5.2 - Flexibilitätsportfolios

Bedingungen / Limitierungen: Vorhandensein historischer Ladedaten von Elektrofahrzeugen (Ankunft, Abfahrt, bezogene Energiemenge)

Beziehungen zu anderen Use Cases: Bestandteil der IoT Plattform

Reife des Anwendungsfalles: Konzept

Priorität (1 - MUSS, 2 - SOLL, 3 - KANN): 3 - KANN

Schlüsselwörter zur Kategorisierung:

Energiemanagement, Elektromobilität, Lastmanagement, Peak Shaving, Prognosen

#### **Konzept des Use Cases, Geschäftsdienste, Geschäfts- oder Handlungsnutzen**

Um diese (in Kapitel 6.1.3 beschrieben) Herausforderungen zu lösen müssen geeignete Prognoseverfahren entwickelt werden, die die Standzeit und den Energiebedarf einzelner Ladeprozesse vorhersagen können und dabei eine Auskunft über die Konfidenz der Prognosen liefern. Diese Prognosen sollen sowohl für privates als auch öffentliches und Flottenladen nutzbar sein und deswegen auf einem Minimalsatz an Daten funktionieren (Daten die an jeder Ladestation erfasst werden können. Beispielsweise können die Prognosen auf das System der Ladepunkte auf Franklin angewendet werden.

#### Kurzbeschreibung Konzept und Hauptprozesse zum High-Level Use Case

Die Flexibilität eines Ladeprozesses lässt sich in einen zeitlichen und eine energetische Zeit aufteilen. Die Parkdauer an der Ladestation gibt an wie viel Zeit zur Erfüllung des Energiebedarfs zur Verfügung steht. Der Energiebedarf der Ladung hängt von der Lademenge zum Zeitpunkt des Anschlusses an die Ladestation und den Energiebedarf des Fahrzeugnutzers (der nächsten Fahrtstrecke ab). Ein sinnvoller Prognoseursprung, um die energetische und Zeitliche Flexibilität event-basiert vorherzusagen ist der Anschluss des Fahrzeuges an die Ladestation, da zu diesem Zeitpunkt sichergestellt ist, dass das Fahrzeug als Flexibilitätsanbieter zur Verfügung steht und beispielsweise eine Assistenzfunktion für Nutzer (Vorschlag von Ladeeinstellung) angeboten werden kann.



Abbildung 22: Zeitlicher Ablauf der Fahrzeugnutzung

Die zu diesem Zeitpunkt erstellen Prognosen für Parkdauer und Energiebedarf müssen zudem Information über die Konfidenz in die Prognose beinhalten, da übliche Punktprognosen die wahre Parkdauer und Energiebedarf in ca. 50% der Fälle über oder unterschätzen würden und damit zu häufig zu einer zu geringen Ladung führen. Deswegen muss die Unsicherheit der Prognose mit geeigneten Mitteln angegeben werden (indem z.B. eine Parkdauer vorhergesagt wird, die mit 90% Wahrscheinlichkeit übertroffen wird). Output sind damit probabilistische Prognosen der Parkdauer und des Energiebedarfs, die für anschließende Use Cases genutzt werden können (siehe auch Prozess Charging Forecast in Use Case 7.8.3.1). Als Input für die Prognosen werden die Daten genutzt, welche an der Ladestation zum Zeitpunkt der Prognoseursprung erfasst werden können.

#### Skizzierung des Handlungsnutzens

Durch Prognosen der Parkdauer und des Energiebedarfs kann die Flexibilität aus Elektrofahrzeugen besser genutzt werden, da diese präziser beschrieben und damit planbarer wird. Zudem können Nutzer von Elektrofahrzeugen in ihrer Entscheidung unterstützt werden, wie viel Flexibilität sie bereitstellen möchten. Zudem lässt sich die Belegtheit von Ladestationen somit besser vorhersagen, was ggf. zu einer besseren Auslastung der vorhandenen Infrastruktur führen kann.

#### Akteure, Rollen, Verantwortlichkeiten

- Erläuterungen zum Inhalt siehe C/sells-Kochbuch zur Use Case Methodik
- Auswahl der Rollen aus Tabelle im Kapitel „Rollen im Energiesystem“

| Rollen                            | Verantwortlichkeiten (Übernahme von bestimmten Funktionen)   | Akteure, die bestimmte Verantwortungen übernehmen (z.B. Individuen, Geräte, Anlagen, Softwaresysteme) | Nutzen und sonstige Anforderungen (Wertversprechen) für Akteure   |
|-----------------------------------|--|---|---|
| Konsument (Elektrofahrzeugnutzer) | Nutzer und Fahrer welcher das Elektrofahrzeug nutzen möchte, um seine Mobilitätsbedürfnisse zu erfüllen. | Individuen mit Mobilität und Sicherheitsbedürfnis   | Intrinsischer oder finanzieller Nutzen durch Bereitstellung von Flexibilität. Komfort beim Flexiblen Laden. Hohe Zuverlässigkeit, dass trotz flexiblem Laden das Mobilitätsbedürfnis erfüllt werden kann. |
| Konsument (Ladestationsbetreiber) | Bezieht Strom als Anschlussnutzer, um die Fahrzeuge über Ladesäulen zu laden                             | Anbieter (halb-)öffentlicher Ladestationen oder Besitzer einer privaten Ladestation.                  | Möchte Flexibilität aus Ladeprozess für erfassen und nutzbar machen.  |
| Netzanschlussnutzer               | Netzanschlussnutzer ist zugleich Konsument   | Siehe Konsument (Ladestationsbetreiber)   | Siehe Konsument (Ladestationsbetreiber)   |
| EMT-Plattform-Betreiber           | Vorhaltung der historischen Ladedaten.   | Datenplattform, welche historischen Ladedaten vorhält und über Schnittelle anbietet.                  | Vergütung für Datenhaltung.   |

| Rollen                          | Verantwortlichkeiten (Übernahme von bestimmten Funktionen)   | Akteure, die bestimmte Verantwortungen übernehmen (z.B. Individuen, Geräte, Anlagen, Softwaresysteme) | Nutzen und sonstige Anforderungen (Wertversprechen) für Akteure   |
|---------------------------------|--|---|---|
| Prognose-Dienst                 | Erstellung der Prognosen   | Service-Schnittstelle (z.B. IIS Komponente)   | Vergütung für Prognosen.<br>Ggf. Wissensgewinn aus Daten für andere Zwecke  |
| Flexibilitätsanbieter / -nutzer | Bewohner und Nutzer der Gebäude mit Bereitschaft Wärmespeicher in die Steuerung durch den Smart City-Betreiber einzubeziehen | Siehe Konsument (Ladestationsbetreiber)   | Möchte Flexibilität aus Ladeprozess für erfassen und nutzbar machen (ggf. identisch mit Konsument (Ladestations-betreiber)) |

#### Rahmenbedingungen aus Politik, Regulierung (legislativ, regulatorisch, technisch)

- Erläuterungen zum Inhalt siehe C/sells-Kochbuch zur Use Case Methodik
- Nachfolgende Tabellenstruktur der Sammlung von Rahmenthemen verwenden
- Tabelle kann zum frühen Stadium des Use Cases eventuell nicht vollständig ausgefüllt werden, weshalb am Ende der Schritt 2 und 3 der Use Case-Beschreibung hier aktualisiert werden sollte
- Problemstellungen (gesetzliche und regulatorische Festlegungen, z.B. Gesetzgeber, BNetzA, BSI, Gremien bei BDEW, FNN, ENTSO-E; sonstige geschäftliche, technische und informationstechnische Randbedingungen)

| Rahmenbedingungen (z.B. Datenschutz, Anschlussbedingungen, Zeitverhalten, Verfügbarkeit, usw.) | Wirkung des Themas auf den Anwendungsfall   | Verweise auf Gesetze und Regelungen   |
|--|---|---|
| Gewährleistung von Datenschutz   | Einsatz von personenbezogenen Daten   | Digitalisierungsgesetz, Schutzprofil und techn. Richtlinie BSI, DSGVO         |
| Messdatenbereitstellung in Echtzeit  | aktuell nur überwiegend über proprietäre Schnittstellen an Ladestation und Backend  | Jeweilige Dokumentation je nach Technologie.                                  |
| Kopplung an externe Systeme  | Für die Kopplung mit Nutzerinterfaces, Apps, Buchungssysteme, Fahrzeug sind die Schnittstellen aktuell nur teilweise standardisiert |   |
| Koordinationsrolle des Netzbetreibers  | Ggf. Zeiten mit Bedingter und unbedingter Leistung beachten   | Aktuelle Diskussion um §14a   |
| Technische Anschlussbedingungen Netzbetreiber  | Besonderheiten bei Ladeinfrastruktur beachten   | TABs der MVV Netze auf <a href="http://www.mvv-netze.de">www.mvv-netze.de</a> |

## Schritt 2: Prozess- und Systembeschreibung

### Prozessabläufe, Komponenten und Funktionsgruppen

- Erläuterungen zum Inhalt siehe C/sells-Kochbuch zur Use Case Methodik
- Nachfolgende Tabellenstruktur zur Sammlung von Vor- und Nachbedingungen zum geplanten Handeln des Use Cases verwenden

- Nach Erläuterung der Prozesse mit einem zugehörige Prozessdiagramm oder mit Darstellung des Zusammenwirkens auf Basis der SGAM-Komponenten- und Funktionsebenen verdeutlichen

| Vor- oder Nachbedingung für Handeln des Akteurs | Auslösungsereignis  | Annahmen (z.B. zum Eintreten der Bedingungen)  |
|---|---|--|
| Vor: Ladestation ist frei und nutzbar           | Fahrzeug wird von Fahrzeugnutzer mit der Ladestation verbunden. | -  |
| Vor: Fahrzeug ist mit Ladestation verbunden.    | Fahrzeug wird von Fahrzeugnutzer von der Ladestation getrennt.  | -  |
| -   | Festgelegter Updateintervall                                    | Es wird ein Intervall festgelegt, wann die Modelle erneut trainiert werden, um aktuell zu bleiben. |

### Erläuterungen zur Prozess- und Systembeschreibung mit Beispiel für Prozessdiagramm

#### Prozesskonzept Datenerfassung und Modelltraining

Um Prognosen zu erstellen, wird eine Datenbasis über die historischen Werte der zu prognostizierenden Variablen (Parkdauer und Energiebedarf benötigt). Diese können direkt nach Abschluss des Ladeprozesses (Auslöseereignis: Fahrzeug wird von Ladestation getrennt) durch die Ladestation erfasst und in der EMT-Plattform dokumentiert werden.

Anhand der so erhobenen historischen Daten (z.B. auch Startzeitpunkt der Ladeprozesses oder Nutzer-ID) können Prognosemodelle trainiert werden. In Huber et al. 2020 werden hierfür geeignet Modelle und Eingabegrößen diskutiert und ausgewertet. Da zu diesem Zeitpunkt noch keine Daten der Zelle Franklin vorliegen, wurde die Auswertung anhand von Daten aus dem Deutschen Mobilitätspanel vorgenommen. Ein regelmäßiges Training der Modelle sorgt dafür, dass diese sich durch eine zunehmende Menge an Daten und Anpassung an strukturelle Änderungen in der Nutzung kontinuierlich verbessern können.

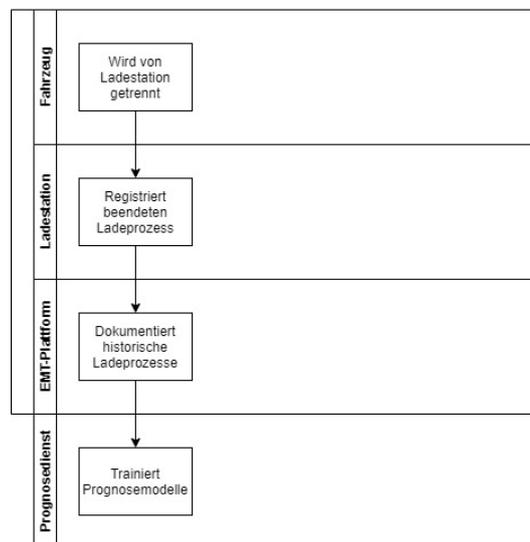


Abbildung 23: Swimlane Diagramm für Datenerfassung und Modelltraining

#### Prozesskonzept Prognose von energetischer und zeitlicher Flexibilität

Eventbasiert (Auslöseereignis: Fahrzeug wird mit Ladestation verbunden) werden für jeden gestarteten Ladeprozess sowohl die Parkdauer als auch der Energiebedarf prognostiziert. Hierzu muss das Fahrzeug identifiziert werden (sofern der Nutzer oder das Fahrzeug in den Modellen berücksichtigt werden) und eine Benachrichtigung über den Anschluss des Fahrzeuges an die Ladestation an den Prognoseservice übermittelt werden. Dieser erstellt auf Basis der Benachrichtigung die Prognosen für Prognose von energetischer und zeitlicher Flexibilität und übermittelt diese an die EMT-Plattform, welche die

so vorhergesagt Flexibilität nutzen kann, um die Ladeprozess zu planen (oder Fahrzeugnutzern Information zu über erwartete Flexibilität zu geben).

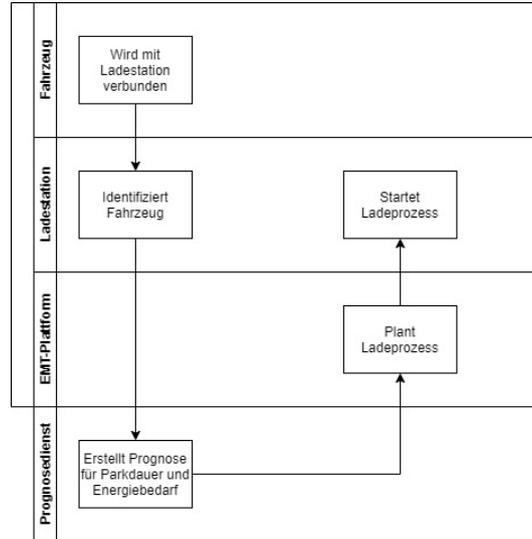


Abbildung 24: Swimlane Diagramm für Prognose von energetischer und zeitlicher Flexibilität

Um die Unsicherheit in den Prognosen mit anzugeben, werden Quantilprognosen eingesetzt. Quantilprognosen erstellen anstelle einer Mittelwertsprognose, Prognosen für beliebige Quantile bereit. Beispielweise prognostiziert eine 50%-Quantilprognose den Wert, von dem das Prognosemodell erwartet, dass dieser in 50% der Beobachtungen unterschritten wird. Analog gibt eine 90%-Quantilprognose (siehe Abbildung) den Wert an, von dem davon ausgegangen werden kann, dass dieser in 90% aller Fälle unterschritten wird. Da die in Huber et al. 2020 entwickelten Modelle dazu in der Lage sind beliebige Quantile vorherzusagen, lassen sich so Prognosen erzeugen, die beliebige Sicherheitsbedürfnisse abbilden. Somit lassen sich z.B. Ladeinstellungen vorschlagen, die die Mobilitätsbedürfnisse der Elektrofahrzeugnutzer zu 99%er Sicherheit erfüllen.

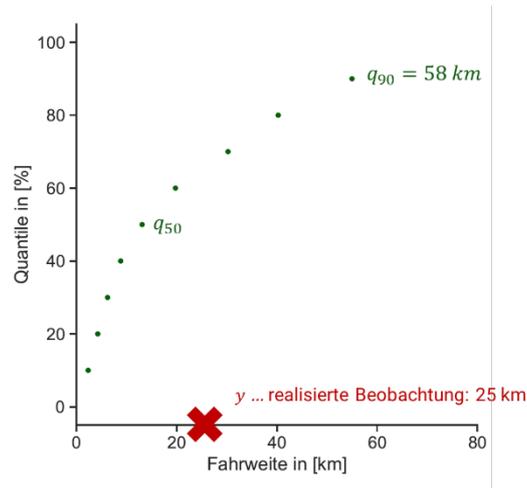


Abbildung 25: Beispielhafte Darstellung einer Quantilprognose für die Fahrweite eines Elektrofahrzeuges

#### Beschreibung System aus Systemen (SGAM-Komponenten- und Funktionsebene)

- Erläuterungen zum Inhalt siehe C/sells-Kochbuch zur Use Case Methodik
- Bei Bedarf auch eine Zerlegung des geplanten Systems in Teilsysteme mit nachfolgender Tabelle

| System   | Teilsysteme              | Komponenten        |
|----------|--------------------------|--------------------|
| Fahrzeug | Physische Schnittstellen | Stecker-Verbindung |

|                 |                          |  |
|-----------------|--------------------------|--|
| Ladesäule       | Physische Schnittstellen | Stecker-Verbindung                     |
|                 | Backend / EMT-Plattform  | Service Notification Start Ladeprozess |
|                 |                          | Service Notification Ende Ladeprozess  |
|                 |                          | Service Historische Daten              |
| Prognoseservice | Services                 | Service Prognosenerstellung            |
|                 |                          | Service Training                       |
|                 | IT-Infrastruktur         | -                                      |

Die Verortung der von Use Cases benutzten Komponenten im Rahmen einer Systemarchitektur wird mittels Domänen und Betriebszonen festgelegt. Dabei beschreiben Domänen (deutsch auch „Fachgebiete“) eine gewisse physikalische Gliederung der Wertschöpfungskette.

Dagegen beschreiben Zonen die Betriebsorte für ein Fachgebiet.

Komponenten können verantwortliche Akteure mit dem entsprechenden Rollenbegriff zugeordnet werden.

Aus Architekturmodellen können unterschiedliche Domänen und Betriebszonen entnommen werden. Sollten die unten aufgeführten Domänen und Zonen nicht zu einem Use Case passen, können andere Modelle verwendet oder eigene Domänen und Betriebszonen eingeführt werden. Diese sollten jedoch ausführlich erläutert werden.

#### Domänen

- Zentrale Erzeugung
- Übertragung
- Verteilung (öffentlich)
- Dezentrale Erzeugung (DER)
- Liegenschaftsareal (privat) - Property / Premise
- Gebäude
- Wohnung - Dwelling / Büro / kommerzielles Unterobjekt
- Raum / Zimmer

#### Betriebszonen

- Prozess (Gerät / Anlage)
- Feld (Sensor / Aktor)
- Station (Trafo / Managementsystem im Gebäude oder Unterobjekt)
- Betriebsführung (Leitwarten im Netz oder Markt / Arealmanagement / IIS-Komponenten, Blockchain)
- Enterprise (Dienstleister, z.B. Aggregator, virtuelles KW, Lieferanten, Händler, Abrechner, MSB)
- Markt (Börse, Handelsplattformen)

Alle im Use Case benötigten Komponenten sind nun in nachfolgender Tabelle zu erfassen. Eine Benennung der Funktionen ist an dieser Stelle im ersten Entwurf vorgesehen, aber noch nicht zwingend vollständig zu beschreiben. Die Einbeziehung der Funktionen in Abläufe sowie deren weitere Detaillierung erfolgt im Schritt 3.

| Komponente (evtl. mit verantwortlicher Rolle) | D: Domäne<br>B: Betriebszone           | Funktionen   |
|---|--|--|
| Stecker-Verbindung                            | D: Liegenschaftsareal<br>B: Prozess    | Übertragung von elektrischer Energie und Steuerungsinformation für den Ladeprozess                           |
| Stecker-Verbindung                            | D: Liegenschaftsareal<br>B: Prozess    | Übertragung von elektrischer Energie und Steuerungsinformation für den Ladeprozess                           |
| Service Notification Start Ladeprozess        | D: Liegenschaftsareal<br>B: Feld       | Benachrichtigung über Start eines Ladeprozesses mit relevanten Kenngrößen (Vorgangs-ID, Nutzer-ID, Uhrzeit)  |
| Service Notification Ende Ladeprozess         | D: Liegenschaftsareal<br>B: Feld       | Benachrichtigung über Ende eines Ladeprozesses mit relevanten Kenngrößen (Vorgangs-ID, Dauer, Energiebedarf) |
| Service Historische Daten                     | D: Liegenschaftsareal<br>B: Station    | Bereitstellung von historischen Daten zu allen Ladeprozessen   |
| Service Prognosenerstellung                   | D: Liegenschaftsareal<br>B: Enterprise | Übermittlung von Quantilsprognosen zu einem gestarteten Ladeprozess  |
| Service Training                              | D: Liegenschaftsareal<br>B: Enterprise | Training der Prognosemodelle anhand historischer Daten   |
| IT-Infrastruktur (des Prognose-Service)       | D: Liegenschaftsareal<br>B: Enterprise | Betrieb der Services Prognosenerstellung und Training sicherstellen  |
|   |  |  |
|   |  |  |

#### Informationsobjekte (SGAM-Informationsebene)

- Erläuterungen zum Inhalt siehe C/sells-Kochbuch zur Use Case Methodik „Schritt 2: Prozess- und Systembeschreibung
- Nachfolgende Tabellenstruktur zur Sammlung von Informationsobjekten nutzen

| Informations-objekt            | Teilobjekte | Inhalte   | Kurzbeschreibung                                   |
|--------------------------------|-------------|---|--|
| Notification Start Ladeprozess | ?           | Nutzer-ID oder Fahrzeug-ID<br>Startzeitpunkt  | Benachrichtigung über Start eines Ladeprozesses    |
| Notification Ende Ladeprozess  | ?           | Nutzer-ID oder Fahrzeug-ID,<br>Endzeitpunkt, Energiebedarf                                    | Benachrichtigung über Ende eines Ladeprozesses     |
| Historische Daten              | ?           | Nutzer-ID oder Fahrzeug-ID,<br>Ladeprozess-ID, Startzeitpunkt,<br>Endzeitpunkt, Energiebedarf | Liste historischer Ladeprozesse an der Ladestation |
| Prognosen                      | Prognose    | Ladeprozess-ID, Quantil,<br>Parkdauer, Energiebedarf  | Quantilsprognose der Flexibilität                  |

#### Kommunikationsanforderungen (SGAM-Kommunikationsebene)

- Erläuterungen zum Inhalt siehe C/sells-Kochbuch zur Use Case Methodik
- Nachfolgende Tabellenstruktur zur Sammlung von Kommunikationsanforderungen nutzen

| Kommunikationsschnittstelle |                             | Inhalt der Nachricht           | Weitere Anforderungen an Nachricht<br>(bei Bedarf auch Zeitpunkt oder Frequenz der Übertragung)                                    |
|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--|
| Von                         | Bis                         |                                |  |
| Backend / EMT-Plattform     | Service Prognosenerstellung | Notification Ladeprozess Start | Möglichst in Echtzeit (>1 s, wenn Feedback für den Endnutzer gewünscht). Für andere Anwendungsfälle evtl. auch <5 min ausreichend. |
| Backend / EMT-Plattform     | Backend / EMT-Plattform     | Notification Ladeprozess Ende  | Nicht weiter aufgeschlüsselt, da bereits Teil der meisten Backendsysteme   |
| Service Prognosenerstellung | Backend / EMT-Plattform     | Prognosen                      | Möglichst in Echtzeit (>1 s, wenn Feedback für den Endnutzer gewünscht). Für andere Anwendungsfälle evtl. auch <5 min ausreichend. |
| Backend / EMT-Plattform     | Service Training            | Historische Daten              | Je nach Bedarf täglich oder wöchentlich  |
|                             |                             |                                |  |

### **Schritt 3: Ablaufspezifikationen (Sequenzdiagramme)**

Eine Anwendung der hier beschriebenen Prognosen wird in High-Level-Use-Case 050L 'Vielfalt ermöglichen und optimal nutzen' weiter beschrieben. Hierbei wird gezeigt, wie die Prognosen dazu eingesetzt werden können mehrere Ladeprozesse, die z.B. parallel auf einem Areal wie Franklin stattfinden, intelligent zu koordinieren, um die Spitzenlast zu reduzieren und gleichzeitig ausreichend Ladeenergie für alle Fahrzeuge bereitzustellen.

## 7.1.8 Use Case 7.8.4.1 Bereitstellung und Visualisierung hochaufgelöster Smart Meter Daten

### Name des Use Cases

Titel: Bereitstellung und Visualisierung hochaufgelöster Smart Meter Daten

### Konzept des Use Cases, Geschäftsdienste, Geschäfts- oder Handlungsnutzen (SGAM-Geschäftsebene)

#### Geltungsbereich und Ziele geplanter Geschäftsdienste

Das Gebäude im Quartier Franklin sollen jeweils mit modernsten hochauflösenden Smart Metern in den Sparten Strom, Wärme und ggf. Wasser und einem entsprechenden Smart Meter Gateway ausgestattet werden, um das Potenzial von feingranularen Echtzeitinformationen sektorübergreifend nutzen und bewerten zu können. Die Smart Meter Daten werden pro Haushalt ausgewertet und für jeden Bewohner abgebildet. Auf Basis dieser Daten sollen Mehrwertdiensten für die einzelnen Zielgruppen entwickelt, die Akzeptanz und Zahlungsbereitschaft bewertet werden.

#### Kurzbeschreibung Konzept und Hauptprozesse zum High-Level Use Case

In der sich im Aufbau befindlichen Zelle und zugleich Stadtquartier FRANKLIN wird ein hochaufgelöstes sektorübergreifendes Echtzeitmetering aller Energieflüsse umgesetzt. Die dadurch geschaffene messtechnische Transparenz ist Grundlage für die Schaffung von Mehrwertdiensten und Akzeptanz durch den Bürger. Die Entwicklung von neuen Anwendungen und Diensten gemeinsam mit den Bewohnern steht folglich im Fokus des Use Cases. Die Partizipation der Quartiersbewohner erfolgt zum einen durch eine Applikation, die die entwickelten Dienste und Energiedaten abbildet und zum anderen durch die Visualisierung von Quartiersinformationen im öffentlichen Raum.

Im nächsten Schritt werden die hochaufgelösten spartenübergreifenden Zählerdaten analysiert, um Mehrwertdienste abzuleiten, die anschließend im Praxistest implementiert werden. Die entwickelten Anwendungen und Dienste werden dem Bürger für praktische Tests zugänglich gemacht. Daraus wird sowohl die technische Eignung als auch die Akzeptanz von hochauflösendem Metering und darauf aufbauende Mehrwertdienste bestimmt. Abschließend erfolgt die wirtschaftliche Bewertung.

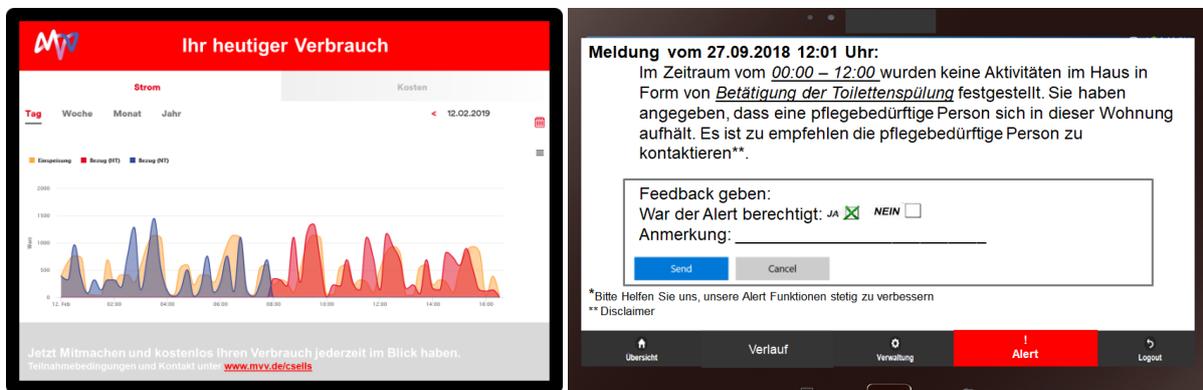


Abb. 26: Visualisierung des Stromverbrauchs (rechts) eines Haushaltes und Bereitstellung eines Mehrwertdienstes (links)

#### Weitere Dokumentation des Use Cases mit Use Case-Template:

Siehe Dokumentation Teilprojekt 7, Arbeitspaket 7.8 mit dem Lastenheft [MVV, C/sells AP 7.8, Lastenheft, (04/2020)]

Anforderungen an intelligentes Energiesystem der Quartierszelle Mannheim Franklin mit

1. Wärmeflexibilität durch Power-to-Heat-Kopplung,
2. intelligenter Steuerung Wärmenetz über Heizpufferspeicher,
3. flexibler Ladeinfrastruktur im Quartier und in Gebäuden
4. hochauflösendem Monitoring der Energieflüsse

## 7.1.9 Use Case 7.8.4.2 Mehrwertdienste auf Basis hochaufgelöster Smart Meter Daten und Prognosen

### Name des Use Cases

Titel: Mehrwertdienste auf Basis hochaufgelöster Smart Meter Daten und Prognosen zur Erhöhung der Energieeffizienz und zur Ermittlung von Flexibilität

### Konzept des Use Cases, Geschäftsdienste, Geschäfts- oder Handlungsnutzen (SGAM-Geschäftsebene)

#### Geltungsbereich und Ziele geplanter Geschäftsdienste

Das Gebäude im Quartier Franklin sollen jeweils mit modernsten hochauflösenden Smart Metern in den Sparten Strom, Wärme und ggf. Wasser und einem entsprechenden Smart Meter Gateway ausgestattet werden, um das Potenzial von feingranularen Echtzeitinformationen sektorübergreifend nutzen und bewerten zu können. Beginnend mit einer vollständigen energetischen Abbildung des Quartiers. Des Weiteren soll kontinuierlich eine energetische Bilanz erstellt und das Cross Energy Potenzial hinsichtlich energetischer Flexibilität und Aufnahmefähigkeit für lokale und überregionale erneuerbare Energien ermittelt werden. Im Zusammenspiel mit dem Quartiersenergiemanagement und dem Infrastruktur Informationssystem (IIS) erfolgt die energetische Optimierung.

#### Kurzbeschreibung Konzept und Hauptprozesse zum High-Level Use Case

In der sich im Aufbau befindlichen Zelle und zugleich Stadtquartier FRANKLIN wird ein hochaufgelöstes sektorübergreifendes Echtzeitmetering aller Energieflüsse umgesetzt. Die dadurch geschaffene messtechnische Transparenz ist Grundlage für die energetische Optimierung des Quartiers.

Das Quartier wird sektorübergreifend mit hochaufgelösten Echtzeitmesssystemen ausgestattet. Durch eine hoch performante Kommunikationsanbindung werden die Messdaten permanent übertragen. Die Messdaten der Messdaten für Strom, Wärme und ggf. weitere Sparten werden in einem entsprechenden hoch performanten Metering Backend gesammelt und an das Energiemanagementsystem gesendet, wo die Daten aufbereitet und in einem Dashboard dargestellt werden.

Die Herausforderung besteht darin, die Informationen aus den einzelnen Sektoren zu vernetzen, um das Lastverschiebungspotenzial und das Verbrauchsverhalten abzuleiten und dem Cross Energy Management zuführen zu können. Im Zusammenspiel mit dem Quartiersenergiemanagement und dem Infrastruktur Informationssystem (IIS) erfolgt die energetische Optimierung.

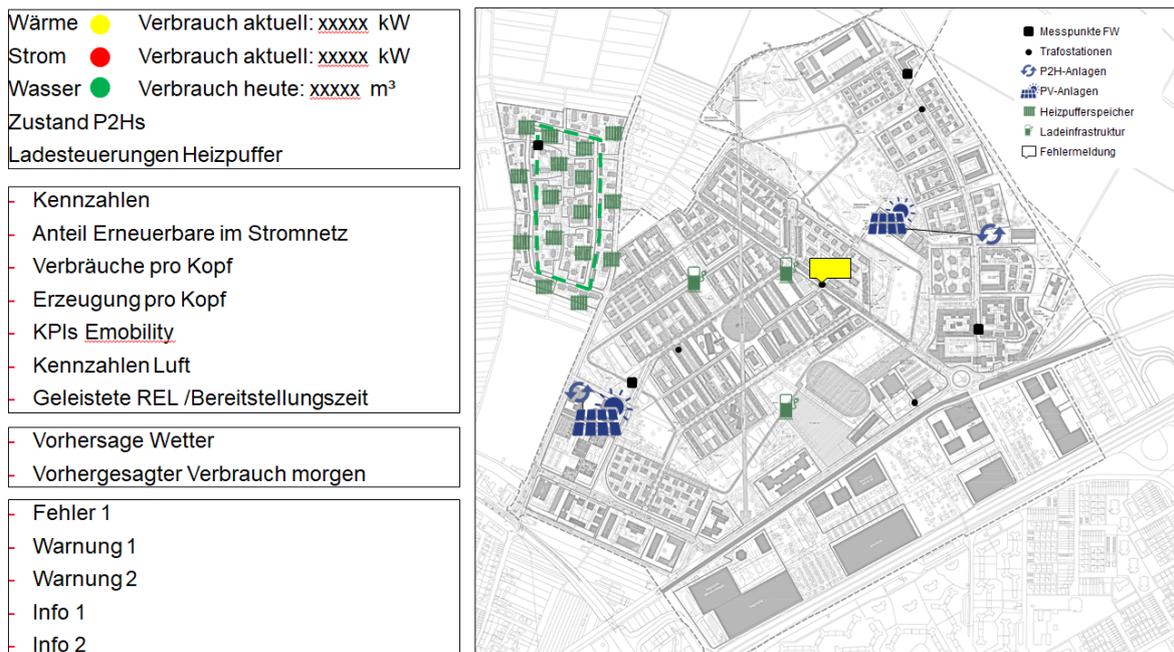


Abb. 27 Entwurf Quartiersdashboard

Weitere Dokumentation des Use Cases mit Use Case-Template:

**Siehe Dokumentation Teilprojekt 7, Arbeitspaket 7.8 mit dem Lastenheft [MVV, C/sells AP 7.8, Lastenheft, (04/2020)]**

Anforderungen an intelligentes Energiesystem der Quartierszelle Mannheim Franklin mit

1. Wärmeflexibilität durch Power-to-Heat-Kopplung,
2. intelligenter Steuerung Wärmenetz über Heizpufferspeicher,
3. flexibler Ladeinfrastruktur im Quartier und in Gebäuden
4. hochauflösendem Monitoring der Energieflüsse

## 7.2 Autonome und systemdienliche Gebäudezelle - AutonomieLab Leimen

### 7.2.1 Abgesicherter Übergangsbetrieb bei Spannungsausfall in einer Nachbarschaftszelle

#### Name des Use Cases

Titel: Abgesicherter Übergangsbetrieb bei Spannungsausfall in einer Nachbarschaftszelle

#### Konzept des Use Cases, Geschäftsdienste, Geschäfts- oder Handlungsnutzen (SGAM-Geschäftsebene)

##### Geltungsbereich und Ziele geplanter Geschäftsdienste

Ziel des Use Cases ist die Herstellung des abgesicherten Übergangsbetriebs innerhalb eines Quartiers / Areals als Insel durch Netzabtrennung im Falle begrenzter Spannungsausfälle in der Umgebung der Zelle sowie die Wiedersynchronisierung zum externen Netz nach Eintreffen eines Signales zu Wiederherstellung der Verbindung.

Der Inselbetrieb wird durch ein lokales Energiemanagement zur Steuerung der Energieflüsse in der Gebäudezelle von Prosumenten nach der Abtrennung vom externen Netz bis zur Wiederverbindung ermöglicht. Die erneute Verbindung mit dem externen Netz wird durch den Versand eines Signales durch den Netzbetreiber über den gesicherten Kanal einer intelligenten Messeinrichtung und einer geschützten Steuerreinrichtung ermöglicht.

Der Use Case soll derartig konzipiert werden, dass die allgemein definierte Lösung auch auf Quartiere und Areale anderer Größenordnung übertragen werden kann, wobei natürlich die einzusetzenden technischen Komponenten in Abhängigkeit von der Leistungsklasse der jeweiligen Zelle speziell auszuwählen sind.

##### Kurzbeschreibung Konzept und Hauptprozesse zum High-Level Use Case

Um den Betrieb einer Quartiers- / Arealzelle als Insel zu ermöglichen, werden technische Einrichtungen benötigt, die den Ausfall des externen Netzes erkennen, um dann die elektrische Verbindung zum externen Netz abzutrennen, die Gebäudezelle nachfolgend zu einer autarken Insel für den Notstrombetrieb innerhalb der Zelle zu konfigurieren sowie den Notstrombetrieb in der Zelle zu starten.

Weiterhin ist der Ablauf und die notwendige Einrichtung zu definieren, dass nach dem externen Netzausfall ein Signal des Netzbetreibers in der Zelle den Prozess zur Wiederverbindung zum externen Netz mit Wiedersynchronisierung einleitet.

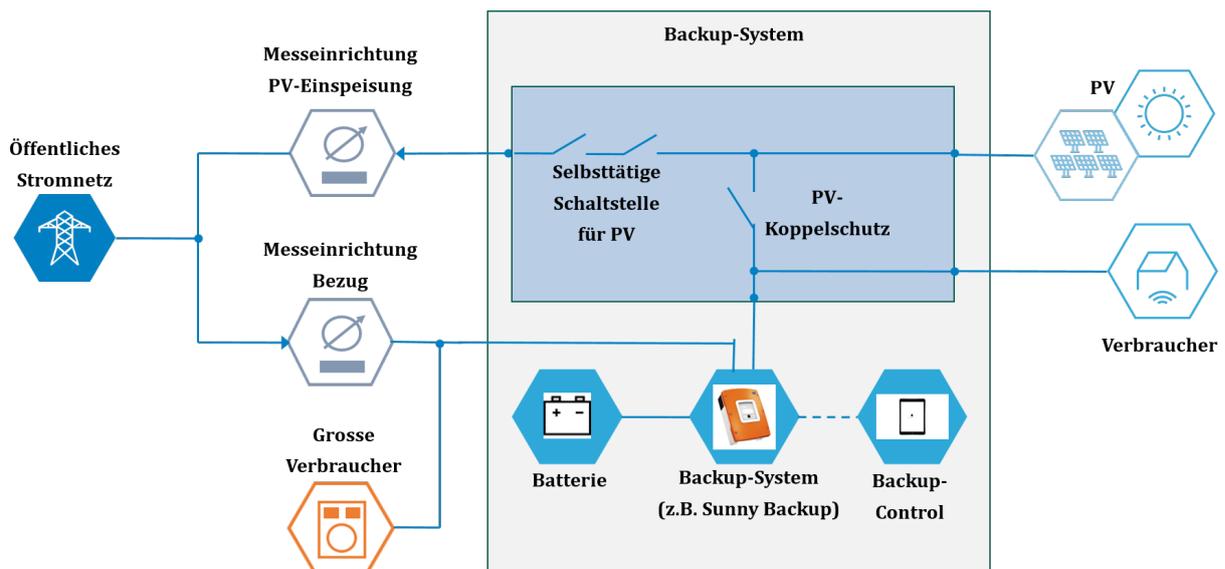


Abb. 28: Beispieldarstellung nach SMA zur Ermöglichung einer Netzabtrennung

Mittels eines Energiemanagementsystem in der Gebäudezelle wird dafür gesorgt, dass während des Inselnetzbetriebs die vom Wechselrichter bereitgestellte Notstromleistung durch die angeschlossenen Lasten nicht überschritten wird und auch der Batteriestand für eine entsprechende Überbrückungszeit ausreicht. Das heißt, dass Lastspitzen in vorgegebenen maximalen Zeiträumen bis zu einem bestimmten Leistungsmaximums möglich sind, ansonsten die Durchschnittsleistung auf einen gewählten Betrag begrenzt wird. Damit auch dreiphasig angeschlossene Geräte (z.B. Elektroherd) zeitweise genutzt werden können, ist ein dreiphasiger Wechselrichter für die Kombination aus PV-Anlage und Batterie notwendig. Alle Lasten, die betrieben werden sollen, werden über fernsteuerbare Schaltboxen mit dem Netz verbunden. Kleinere Lasten wie Telekommunikationseinrichtungen können ohne Zwischenstecker dauerhaft betrieben werden.

#### Skizzierung des Handlungsnutzens

Die zunehmende Wirtschaftlichkeit dezentraler Energiekreisläufe bis in die Liegenschaften auf Basis von PV-Anlagen, Batterien, KWK-Anlagen und Wärmepumpen, usw. ermöglicht den zeitweisen autarken Betrieb von Wohnobjekten im Falle externer Störungen.

Abzuwägen ist dabei der Schaden auf Basis des Risikos externer Ausfälle gegenüber den zusätzlichen Kosten der für den autarken Betrieb notwendigen technischen Ausstattung. Moderne inselfähige Wechselrichter mit der Fähigkeit zum unterbrechungsfreien Weiterbetrieb nach externem Ausfall sowie zur Synchronisierung, wenn das externe Netz wieder zur Verfügung steht sowie Energiemanagementsysteme im Rahmen intelligenter Gebäude sind zukünftig zunehmend Teil der Gebäudeausstattung. Mit steigender Verfügbarkeit und sinkenden Kosten, werden sich Facility-Betreiber in wachsendem Maße für Lösungen interessieren, die die zeitweise Inselfähigkeit ermöglichen.

Aber auch im gewerblichen Bereich und auf öffentlichen Arealen ist das Ausfallrisiko in einer Zeit der zunehmenden Vernetzung der kritischen Infrastruktur, verbunden mit weltweiten Cyber-Angriffen, den sinkenden Kosten für in eigener Hoheit geregelte Energiekreisläufe, die verbunden agieren, aber auch zeitweise als Insel bestehen können, entgegenzustellen.

Hinzu kommt, dass eine derartige Lösung nicht nur bei kompletten Netzausfällen eingesetzt, sondern im Falle kritischer Netzsituationen die Flexibilität entsprechender Gebäude und Areale vom Netzbetreiber genutzt werden kann, gezielte Abschaltungen oder Leistungsbegrenzungen vorzunehmen, um das Netzproblem zu lösen, bevor das komplette Netz ausfällt. Ebenso wird beim Netzwiederaufbau eine gezielte Zuschaltung von Anschlussobjekten möglich. Ein derartiges Angebot des Facility-Betreiber könnte vom Netzbetreiber mit geringeren Netzentgelten belohnt werden.

*Die weitere Spezifikation des Use Cases erfolgt in [C/sells – IOP Teil G. (05/2020)].*

### **7.2.1 Use Case Flexibler Netzanschluss mit einstellbarer Maximalleistung**

**Name des Use Cases**

Titel: Flexibler Netzanschluss mit einstellbarer Maximalleistung

**Konzept des Use Cases, Geschäftsdienste, Geschäfts- oder Handlungsnutzen (SGAM-Geschäftsebene)**

Geltungsbereich und Ziele geplanter Geschäftsdienste

Text

Nachreichung in 2. Version des Ergebnisdokumentes

## 7.3 KIT: Use Cases zur Campus-Zelle KIT

### 7.3.1 Zuordnung von spezifischen Use Cases zu High-Level Use Cases

Die Inhalte der Arbeitsschritte des KIT-AIFB im Rahmen der C/sells-Teilprojekte 5 und 7 werden im Use Case-Szenario „Erschließung und Nutzung der Flexibilität von Wohngebäuden“ abgebildet. Davon ausgehend wurden in den jeweiligen Use Case Dokumenten folgende **spezielle Use Cases** definiert:

- 7.6.4.1 - ORGANIC SMART HOME im KIT ENERGY SMART HOME LAB: Gebäude-Energiemanagementsystem für ein Wohn- und Laborgebäude
- 7.6.4.2 - Nutzung einer grafischen Benutzerschnittstelle zur Erschließung der Flexibilität

Diese zwei speziellen Use Cases lassen sich nun den Teilaufgaben in TP 5, den Arbeitsschritten aus der TVB des KIT und den HLUCs zuordnen (siehe folgende Tabelle).

| Arbeitspaket | Teilaufgabe | Arbeitsschritt aus KIT TVB   | Use Cases           | HLUCs         |
|--------------|-------------|--|---------------------|---------------|
| AP 5.4       | 5.4.2       | Analyse der Anforderungen zur Energiemarktintegration von Smart Homes  | 7.6.4.1             | 050E          |
| AP 5.4       | 5.4.2       | Adaption der externen Kommunikationsschnittstelle des Organic Smart Home zum Anbieten von Flexibilitäten an übergeordnete Koordinationsebenen                                  | 7.6.4.1,<br>7.6.4.2 | 050E          |
| AP 5.4       | 5.4.4       | Modellierung und Kategorisierung von Privathaushalten bezüglich Flexibilitäten   | 7.6.4.1             | 050E          |
| AP 5.5       | 5.5.1       | Analyse der Anforderungen zur generischen Einbindung von Erzeugern, Lasten und Speichern sowie deren Flexibilitäten  | 7.6.4.1,<br>7.6.4.2 | 050G          |
| AP 5.5       | 5.5.5       | Weiterentwicklung der Modellierungskonzepte des Organic Smart Home unter Berücksichtigung von Interdependenzen zwischen Komponenten und Energieträgern                         | 7.6.4.1             | 050G          |
| AP 5.5       | 5.5.5       | Adaption der internen Schnittstellen des Organic Smart Home unter Berücksichtigung von Interdependenzen zwischen Komponenten und Energieträgern                                | 7.6.4.1             | 050G          |
| AP 5.5       | 5.5.5       | Erweiterung des lokalen Energiemanagements des Organic Smart Home zur Integration der modellierten energieträgerübergreifenden Komponenten und Flexibilitäten                  | 7.6.4.1,<br>7.6.4.2 | 050G          |
| AP 5.5       | 5.5.5       | Vorbereitung des Energy Smart Home Lab auf dem KIT-Campus in Karlsruhe für den Einsatz als Hardware-in-the-Loop-Komponente   | 7.6.4.1,<br>7.6.4.2 | 050E,<br>050G |
| AP 5.5       | 5.5.5       | Erweiterung der grafischen Benutzerschnittstelle zur Erschließung der Flexibilität und der Betrieb des Energy Smart Home Lab sowie deren Integration in das Organic Smart Home | 7.6.4.1,<br>7.6.4.2 | 050E,<br>050G |

### 7.3.2 Use Case 7.6.4.1 „Organic Smart Home im KIT Energy Smart Home Lab: Gebäude-Energiemanagementsystem für ein Wohn- und Laborgebäude“

#### Name des Use Cases

Titel: Organic Smart Home im KIT Energy Smart Home Lab: Gebäude-Energiemanagementsystem für ein Wohn- und Laborgebäude

#### Konzept des Use Cases, Geschäftsdienste, Geschäfts- oder Handlungsnutzen (SGAM-Geschäftsebene)

##### Geltungsbereich und Ziele geplanter Geschäftsdienste:

Ein Wohn- und Laborgebäude (*KIT Energy Smart Home Lab*) soll zu einer lokal optimierenden, aggregierenden und temporär vom Netz trennbaren Zelle mit Möglichkeit der Flexibilitätsbereitstellung für Nachbarzellen und übergeordnete Zellen ausgestaltet werden.

##### Kurzbeschreibung Konzept und Hauptprozesse zum High-Level Use Case:

Das KIT-AIFB führt, auch im Hinblick auf den übergeordneten Use Case „Aggregation des Anlagen/Speicherverbunds Karlsruhe/Stuttgart für das Energiemanagement mit Flexibilitätsbereitstellung“ und das Energiemanagement im *KIT Energy Lab 2.0*, eine Weiterentwicklung und Anpassung des generischen Gebäude-Energiemanagementsystems (GEMS) *Organic Smart Home* an die individuellen Anforderungen durch.

Hierzu werden Schnittstellen implementiert, die sowohl eine Einbindung des GEMS auf der Kommunikationsebene in ein übergeordnetes Energiemanagement (z.B. Leitstelleninfrastruktur *KIT Energy Lab 2.0*) als auch in einen Zellverbund mit anderen simulierten und realen Gebäudezellen in Verbindung mit einer Verteilnetzsimulation ermöglichen. Darüber hinaus werden unterschiedliche Regelungs- und Betriebsstrategien mit Blick auf die Ausbalancierung von Netz- oder Marktanforderungen in lokalen, energieträgerübergreifenden (multi-modalen) Energiesystemen und deren Auswirkungen auf das lokale Verteilnetz, auch in Hardware-in-The-Loop-Studien, untersucht.

Die wichtigsten Prozesse in diesem Use-Case sind die folgenden:

**Prozess Energetische Optimierung:** Hierbei findet eine Optimierung der Energiekosten in Abhängigkeit von variablen Stromtarifen, Nutzerzielen und den Charakteristika der im Gebäude befindlichen und in das GEMS eingebundenen Geräte statt. Dabei wird durch die Nutzung codierter Gerätemodelle und eines Blackbox-Optimierungstools, welches einen evolutionären Algorithmus verwendet, eine generische Einbindung verschiedener Geräte in einer gemeinsamen hochperformanten und energieträgerübergreifenden Optimierung ermöglicht.

**Prozess Flexibilitätsbereitstellung an übergeordnetes Energiemanagement:** Hierbei wird die durch das weiterentwickelte GEMS erschlossene Flexibilität des *Energy Smart Home Labs* über eine neu geschaffene Kommunikationsschnittstelle entweder direkt, durch die Entgegennahme und Umsetzung von Steuersignalen, oder indirekt durch das Abrufen von und die Optimierung auf variable Stromtarife einer höheren Energiemanagementebene, wie z. B. dem *KIT Energy Lab 2.0*, zur Verfügung gestellt.

**Prozess Systemdienstleistungserbringung für das lokale Verteilnetz:** Hierbei erhält das GEMS eines realen oder simulierten Gebäudes in einer kritischen Netzsituation verschiedene Vorschläge für variable Tarife von einem regionalen Energiemanagementsystem (REMS). Das GEMS erstellt in Abhängigkeit dieser Tarifenvorschläge eine Auswahl optimierter Lastprofile und sendet diese an das REMS zurück. Das REMS entscheidet nun abhängig vom aktuellen Netzzustand, welches dieser Lastprofile zur Unterstützung des Netzes am geeignetsten ist und bestätigt dem GEMS daraufhin den entsprechenden Tarif. Im Anschluss optimiert das GEMS die tatsächlichen Abläufe im Gebäude entsprechend des bestätigten Tarifs und trägt damit zur Behebung der kritischen Netzsituation bei.

##### Weitere Dokumentation des Use Cases mit Use Case-Template:

**Siehe Use Case Dokument „Use Case 7.6.4.1 KIT-AIFB“**

### 7.3.3 Use Case 7.6.4.2 „Nutzung einer grafischen Benutzerschnittstelle zur Erschließung der Flexibilität“

#### Name des Use Cases

Titel: Nutzung einer grafischen Benutzerschnittstelle zur Erschließung der Flexibilität

#### Konzept des Use Cases, Geschäftsdienste, Geschäfts- oder Handlungsnutzen (SGAM-Geschäftsebene)

##### Geltungsbereich und Ziele geplanter Geschäftsdienste:

Umsetzung einer grafischen Benutzerschnittstelle zur Erschließung der Flexibilität in einem energieträger- und spartenübergreifenden Gebäude-Energiemanagementsystem (Organic Smart Home) für ein Wohn- und Laborgebäude (KIT Energy Smart Home Lab), welches eine lokal optimierende und aggregierende Zelle mit der Flexibilitätsbereitstellung für Nachbarzellen und übergeordnete Zellen bildet.

##### Kurzbeschreibung Konzept und Hauptprozesse zum High-Level Use Case:

Das KIT-AIFB führt, auch im Hinblick auf den Use Case „Gebäude-Energiemanagementsystem für ein Wohn- und Laborgebäude“, eine Weiterentwicklung und Anpassung der grafischen Benutzerschnittstelle zur Erschließung der Flexibilität im Betrieb des Energy Smart Home Lab sowie deren Integration in das Organic Smart Home durch.

Die interaktive Mensch-Maschine-Schnittstelle *Energy Management Panel* (EMP) ermöglicht die Konfiguration, Parametrisierung und Visualisierung des lokalen Energiesystems. Dies umfasst bspw. die Steuerung lokaler Komponenten, die Abfrage und Visualisierung der Ziele des Nutzers, die Konfiguration und Parametrisierung für Hardware-in-the-Loop-Simulationen sowie die Visualisierung der Energieflüsse.

Die wichtigsten Prozesse in diesem Use-Case sind die folgenden:

Prozess Erfassung der Nutzerziele: In diesem Prozess werden Nutzerziele, wie Zieltemperaturen für Heizungs- und Klimaanlage und Gerätestartzeiten durch die Eingabe über einen Touchscreen erfasst und an das Gebäude-Energiemanagementsystem weitergegeben. Die erfassten Ziele werden im Anschluss in der energieträgerübergreifenden Energiekostenoptimierung berücksichtigt.

Prozess Informationsbereitstellung für Nutzer: Über den Bildschirm des EMP können Oberflächen zur Veranschaulichung verschiedener Informationen über den Gebäudezustand und dessen Optimierung ausgewählt und angezeigt werden. Dies umfasst unter anderem den aktuellen Stromtarif, den Batterieladestand, die Temperaturen von Warm- und Kaltwasserspeichern, Innenräumen und der Umgebung, den aktuellen und historischen Stromverbrauch und dessen Aufteilung auf verschiedene Geräte und im Falle der Nutzun als Laborgebäude Informationen über die aktuelle Konfiguration im Kontext von Hardware-in-the-Loop-Versuchen.

Prozess Gebäudesteuerung: Über den Bildschirm des EMP können Oberflächen zur Steuerung verschiedener Komponenten des Gebäude wie Rollläden und Lampen ausgewählt und angezeigt werden, welche Befehle über einen Touchscreen erfassen und über die Kommunikationsinfrastruktur die entsprechenden Aktoren im Gebäude ansteuern.

##### Weitere Dokumentation des Use Cases mit Use Case-Template:

Siehe Use Case Dokument „Use Case 7.6.4.2 KIT-AIFB“

## 7.4 ISC / IEE: Use Cases zur Quartierszelle Hohentengen

Auf dem Gebiet der ehemaligen Oberschwabenkaserne im Landkreis Sigmaringen nahe Hohentengen wird die Energiesiedlungen „IKT-Siedlung Hohentengen“ hinsichtlich intelligenter nachbarschaftlicher Quartiersverbände zur Versorgung mit Wärme, Kälte und Strom mit einem hohen Anteil erneuerbarer Energien, überwiegend aus PV, entwickelt.

Die Entwicklung läuft dahin, dass die Lasten nicht nur nach dem Subsidiaritätsprinzip dem lokalen Energieangebot angepasst, sondern auch mittels des innerhalb von C/sells entwickelten Infrastruktur-Informationssystems, kurz IIS, netzdienlich koordiniert werden können. Lastspitzen und damit einhergehend hohe Anschlussleistungen der Quartiersverbände können somit vermieden werden und zusätzlich dem Netzbetreiber positive und negative Regelernergie angeboten werden.

In der Quartierszelle „IKT-Siedlung Hohentengen“ wird das Konzept umgesetzt mit kompakten Energie-Modulen, den TH-E Boxen, das Areal energieautark zu versorgen und außerdem zu jeder Jahreszeit und zu jeder Wetterlage dem Netzbetreiber je nach Bedarf, positive und negative Regelernergie bis zu einer systemgegebenen Leistungsgrenze zu bieten.

Die Einordnung der Use Cases zu den HLUCs im Teilprojekt 5 erfolgt durch die Umsetzung der genannten Punkte für UAP7.9.1 in den entsprechenden Teilaufgaben (TA) von AP5.5.

|   |          |
|---|----------|
| Spezifikation der Schnittstelle für WP/BHKW/PV/Speicher                                   | TA 5.5.4 |
| Spezifikation der Ladeinfrastruktur für Elektromobilität und elektrische Speicherelemente | TA 5.5.3 |
| Spezifikation benötigter Software-Schnittstellen der Demonstratoranlagen zum IIS          | TA 5.5.3 |

Die liegenschaftsinterne Umsetzung erfolgte in einem ersten 12 Monate dauernden Demonstrationslauf 2019 und wird nun bis Ende 2020 modifiziert weitergeführt. Dabei sind sogenannte „Single Board Computer“ Typ Raspberry Pi das Herzstück der vernetzten TH-E Boxen Steuerboxen mit einem auf EmonCMS basierenden lokalen EMS „SEALS“.

Die einzelnen HLUCs des TP5 wurden über die Use Case Methodik für diesen hier betrachteten „Use Case“ evaluiert, bewertet und nach deren Relevanz für die Vorbereitung und Durchführung der Anwendung eingebunden. Eine Bewertung wurde grob vorgenommen inwieweit Relevanz zum Anwendungsfall besteht und zwar wie folgt:

+ : wichtig / 0 : unentschieden / - : ohne große Relevanz für die Use Case Methodik in der Anwendung für UAP7.9.1 IKT-Siedlung Hohentengen.

HLUC 050...(A+, B+, C+, D+, E+, F0, G+, H+, I+, J-, K-, L-, M-)

„+“: relevant

„0“: kann relevant werden

„-“: nicht relevant mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht relevant zu werden

für den betrachteten Use Case (Anwendungsfall) UAP7.9.1 IKT-Siedlung Hohentengen.

Nachfolgend sind die HLUCs aus TP5 gelistet mit Kurz- und Textbezeichnung, dem verantwortlichen Koordinator und dem zugeordnetem Arbeitspaket.

HLUC 050A AP5.3: ISC

Energie- und Flexibilitätsprognosen der Zelle

HLUC 050B AP 5.3: HSU

Quantifizierung und Bereitstellung Energie- und Flexibilitätsdaten

HLUC 050C AP 5.3: IEE

Messdaten Bereitstellung für Prosumer

HLUC 050D AP 5.3: KIT-IIP

Aggregation lokaler Energieflüsse und Flexibilität

HLUC 050E AP 5.4: FZI/HSO

Bereitstellung von Energie und Flexibilität einer Zelle



HLUC 050F AP 5.4: TUM

Regelungskonzepte / Betriebs-strategien zur Flexibilitätsbereitstellung

HLUC 050G AP 5.4: MVV

Integration von Geräten/Anlagen mit EMG in lokales EMS, Markt und Netz

HLUC 050H AP 5.4: IAO

Integration von E-Mobilität in lokales EMS, Markt und Netz

HLUC 050I AP 5.5: Andreas Kießling

HAN / CLS-Nutzung

HLUC 050J AP 5.2: TTG

Flex-Plattform für System-/Netzdienstleistungen

HLUC 050K AP 5.2: LEA

Direkthandels-umgebungen (Peer-to-Peer)

HLUC 050L AP 5.2: KIT-IIP

Vermarktung von Flexibilität auf parallel existierenden Märkten

HLUC 050M AP 5.2: EDH

Virtuelle Handelsplattform

Quelleangabe zum Hauptdokumenten: Individueller Abschlussbericht des Zuwendungsempfängers ISC Konstanz e. V. „UAP7.9.1 IKT-Siedlung Hohentengen“ folgt bis Juni 2021.



## **7.5 FhG ISE: Use Cases zur Zelle Stuttgart Fellbach**

Nachreichung in 2. Version des Ergebnisdokumentes



## **7.6 FST: Use Cases zur Arealzelle Flughafen Stuttgart**

Individueller Abschlussbericht des Zuwendungsempfängers Flughafen Stuttgart GmbH mit „UAP7.3.1 Flexibles Energiemanagement“ folgt bis Juni 2021.

## 7.7 FST: Use Cases zur Verteilnetzzelle Ulm

### 7.7.1 Zuordnung von spezifischen Use Cases zu High-Level Use Cases

Ein großer Teil der Inhalte der Arbeitsschritte der THU im Rahmen der C/sells-Teilprojekte 3, 4, 5 und 7 werden in den nachfolgenden Use-Case der THU für die UAP's in TP6 abgebildet:

1. UC01 – Netzzustandsbestimmung: Datenerfassung mittels iMsys, keine Steuerung
2. UC02 – Prosumerumfeld: Lokale Spannungsregelung, Eigenverbrauchsoptimierung
3. UC03 – Engpassmanagement: Direkte Anlagensteuerung und Vergleich mit Echtzeitsimulation
4. UC04 – Abstimmungskaskade: Umsetzung Einspeisemanagement
5. UC05 – Marktanbindung: Teilnahme an Flexibilitäts-Markt
6. UC06 - Sub-Metering: Abrechnung für Nachbarstrom über SMGW
7. UC07 - THU Neubau-Reallabor: Energie-Effizienz-Haus Plus

Die Arbeiten in AP5.5 hat bei der THU im Fokus Pilottest zur Vorbereitung des Feldtest in TP6 und der dafür definierten Use Cases durchzuführen. Dabei sind in AP5.5 insbesondere Pilottests die die Kommunikation mit der Netzleitwarte und Gewerbe Anwendungen beinhalten im Fokus. Die Use-Case UC01, UC03 und UC05 für TP6 wurden in AP5.5 im Pilottest erprobt.

Diese Use Cases lassen sich den Arbeitsschritten in TP 5 als auch den HLUCs zuordnen.

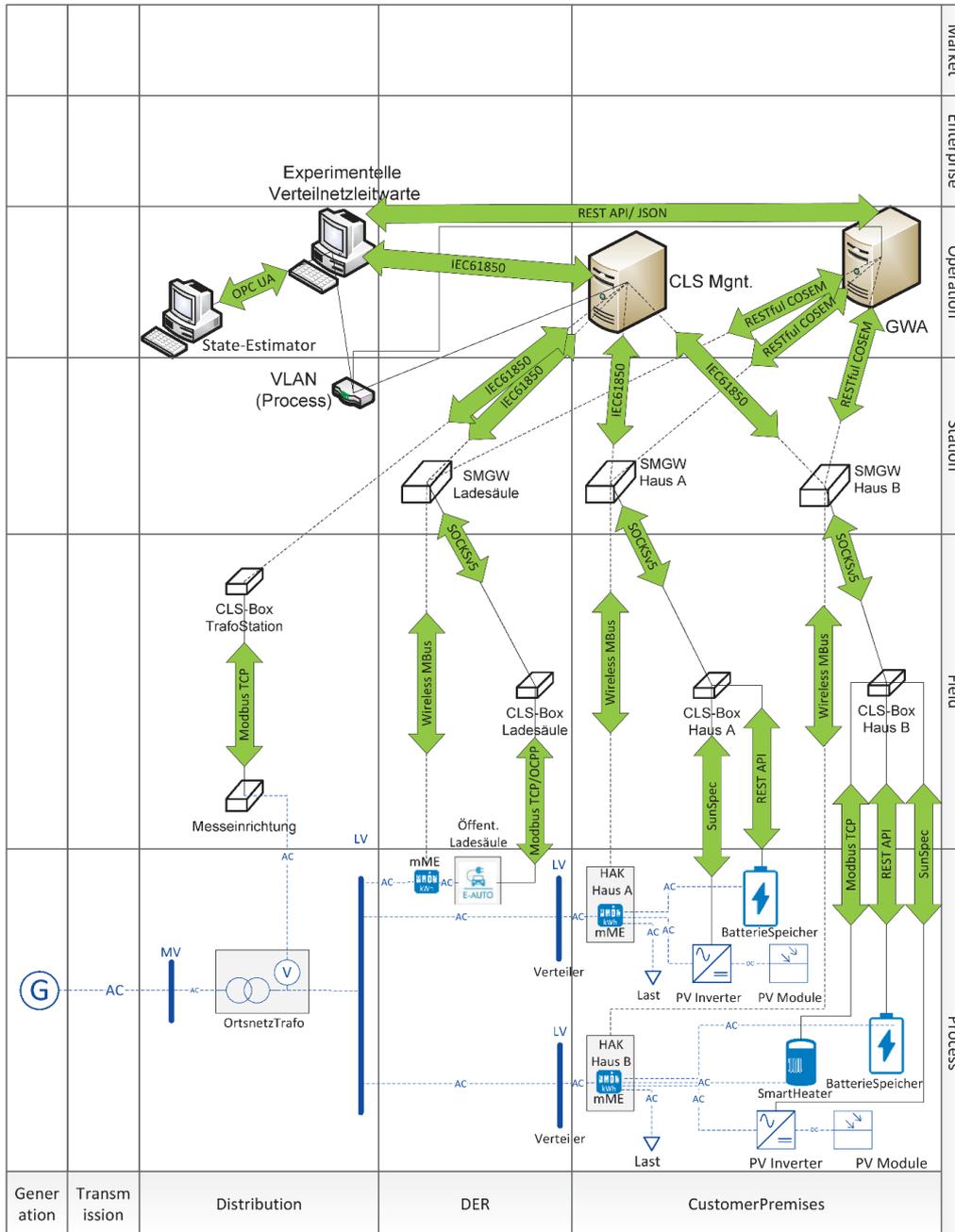
| Arbeitspaket | Teilaufgabe TA | TA-Bezeichnung   | Use Cases        | HLUCs     |
|--------------|----------------|--|------------------|-----------|
| AP 5.5       | 5.5.4          | Spezifikation für HAN/CLS-Schnittstelle steuerbarer Lasten im Gewerbe, für steuerbare Kühlung und für steuerbare Speicher        | UC01, UC03, UC05 | HLUC 050I |
| AP 5.5       | 5.5.3          | Definition von Prozessen und Schnittstellen für steuerbare Lasten im Gewerbe, für steuerbare Kühlung und für steuerbare Speicher | UC01, UC03, UC05 | HLUC 050I |
| AP 5.5       | 5.5.5          | Prototypische Implementierung und Tests von HAN/CLS Komponenten  | UC01, UC03, UC05 | HLUC 050I |

Beiträge der THU zu **Meilensteinen (MS)** der Gesamtvorhabensbeschreibung in AP5.5 werden in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

| MS    | AP  | Meilenstein   | Datum   |
|-------|-----|---|---------|
| 5.001 | 5.5 | Anforderungsanalyse, Spezifikation von Prozesse und Schnittstellen in Version 1 zur interoperablen Einbindung von Geräten / Anlagen unterschiedlicher Hersteller in das dezentrale Energiemanagement in Gebäuden/Quartieren | 09.2017 |
| 5.008 | 5.5 | Implementierung und Test von anlagen- /gerätebezogenen Schnittstellen (inkl. Ladepunkt) als prototypische Pilotierung auf Basis von Version 1- Spezifikation des TA 5.5.2   |         |
| 5.016 | 5.5 | Studie zur Bewertung und Einsatzszenarien von Geräten / Anlagen und Elektromobilen in Liegenschaften zur Organisation dezentraler Energieflüsse und von Flexibilitäten in der Abstimmung lokaler und externer Bedürfnisse   |         |
| 5.031 | 5.5 | Evaluationsdokument und Version 2 zu Prozessen und Schnittstellen zur interoperablen Einbindung von Geräten / Anlagen unterschiedlicher Hersteller in das dezentrale Energiemanagement in Gebäuden/ Quartieren              |         |

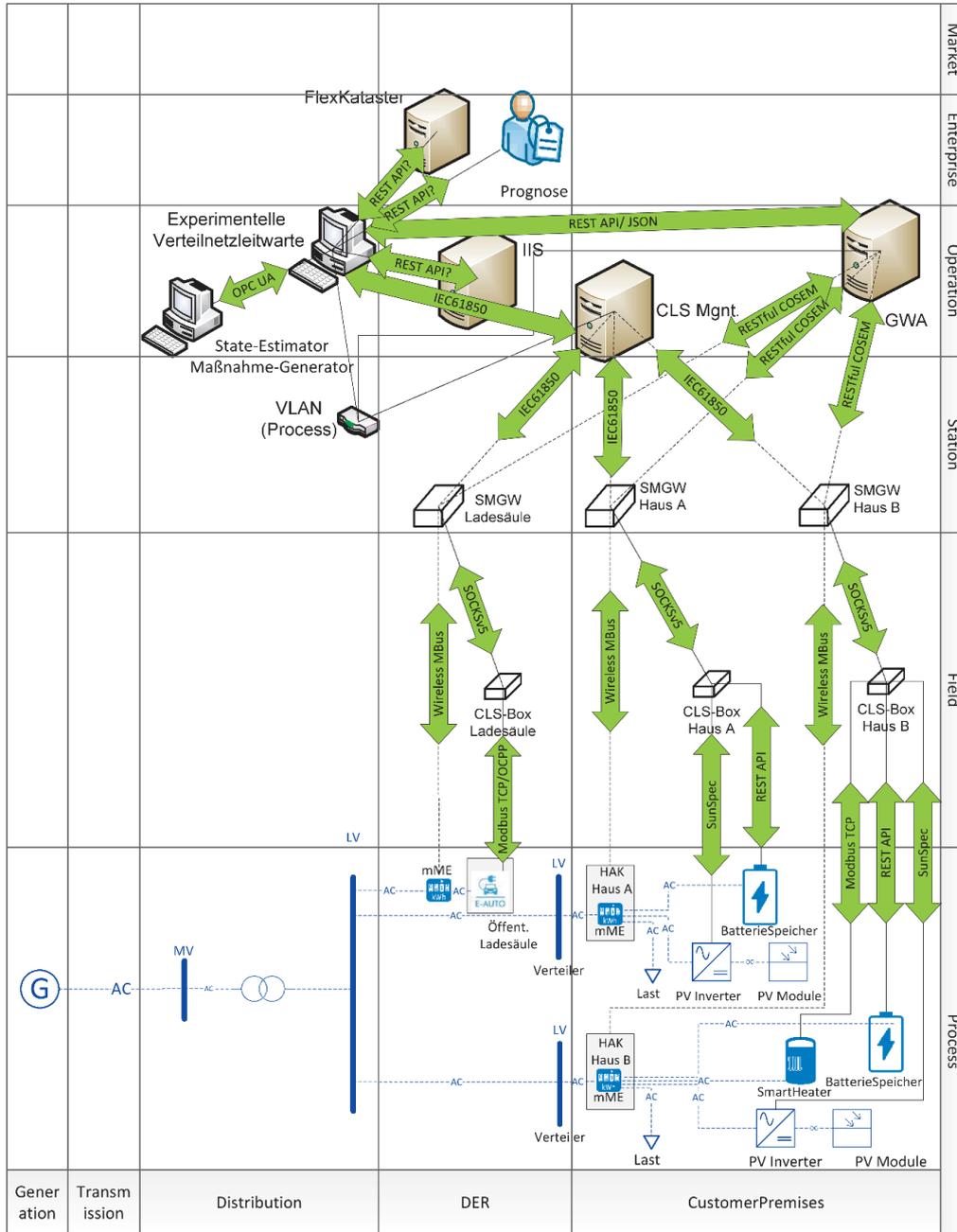
### 7.7.2 UC01 - Netzzustandsbestimmung: Datenerfassung mittels iMsys, keine Steuerung

Dieser Use-Case liefert innerhalb des Pilottest an der THU die Basis für die Entwicklung von Geschäftsmodellen. Die erhobenen Informationen ermöglichen sowohl eine transparente Netzbetriebsführung, sowie die Datengrundlage für darauf aufbauenden Flexibilitätsvermarktung von dezentralen Prosumer-Analgen an regionalen Flex.-Märkten. Das nachfolgende SGAM-Diagramm visualisiert die Kommunikation-Ebene und zeigt die verwendeten Protokolle und Smart-Grid-Infrastruktur. Eine detaillierte Beschreibung des Use-Case wurde im der Use-Case-Dokumentation der THU durchgeführt.



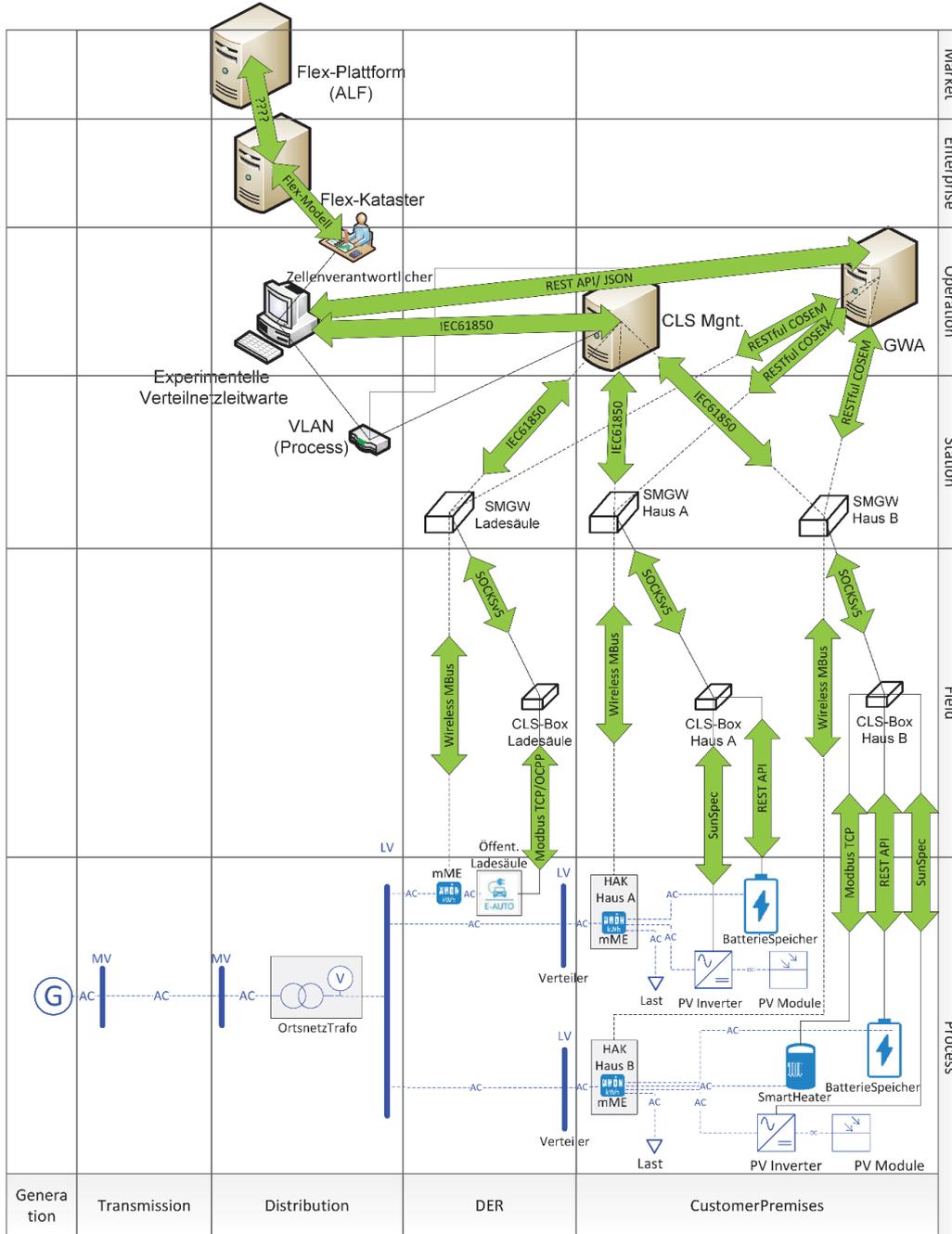
### 7.7.3 UC03 - Engpassmanagement: Direkte Anlagensteuerung und Vergleich mit Echtzeitsimulation

Dieser Use-Case liefert innerhalb des Pilottest an der THU die Basis für die direkte Anlagensteuerung aus der Netzleitwarte heraus. Erst diese Funktion ermöglicht den Abruf von Flexibilität auf Basis der in UC01 erhobenen Informationen und damit die eine Grundlage zur aktiven Partizipation an Märkten und Vermarktungskonzepten. Das nachfolgende SGAM-Diagramm visualisiert die Kommunikation-Ebene und zeigt die verwendeten Protokolle und Smart-Grid-Infrastruktur. Eine detaillierte Beschreibung des Use-Case wurde im der Use-Case-Dokumentation der THU durchgeführt.



### 7.7.4 UC05 - Marktanbindung: Teilnahme an Flexibilitäts-Markt

Dieser Use-Case liefert innerhalb des Pilottest an der THU die Basis für die Partizipation von Anlagen die von Prosumer betrieben werden an regionalen Märkten. Mit dieser Funktion wurde im Pilottest die Koppelung an einen regionalen Markt (z.B. Flex.-Zelle-Altendorf) demonstriert. Dies geschieht aufbauend auf den beiden AP5.5 zugeordneten Use-Cases, UC01 und UC03. Das nachfolgende SGAM-Diagramm visualisiert die Kommunikationsebene und zeigt die verwendeten Protokolle und Smart-Grid-Infrastruktur. Eine detaillierte Beschreibung des Use-Case wurde in der Use-Case-Dokumentation der THU durchgeführt.



## 8 High-Level Use Cases zur sicheren Geräteintegration

### 8.1 C/sells: Musterlösung

#### Schritt 1: Business Use Case und Use Case Konzept

##### **Name des Use Cases**

Titel: HLUC-Cluster 050G, 050H, 050I - Sichere Integration von einzelnen Geräten/Anlagen (inkl. Ladepunkten der Elektromobilität), Anlagengruppen, Netzanschlüssen und lokalen Energiemanagementsystemen in Markt und Netz mit IIS-Infrastruktur aus Administrations- und Koordinationsdiensten sowie geschützten intelligenten Messsystemen, Steuerungseinrichtungen und interoperablen Kommunikationswegen

##### **Versionsmanagement**

Version: 3.0

Datum: 04. Mai 2020

Name Autor oder Komitee: Andreas Kießling, Marilen Ronczka, Ralf Növer, Maximilian Arens

Status (Entwurf, in Kommentierung, zur Abstimmung, final): Entwurf

##### **Einordnung**

Domänen und Betriebszonen:

Domänen – DER sowie Liegenschaft als Zelle mit den Liegenschaftstypen Gebäude, Quartier, Areal

Betriebszonen – Prozess, Feld, Betriebsführung

##### **Basisinformationen zum Use Case**

Quellen / Literatur: keine

Link: keiner

Bedingungen / Limitierungen: Einsatzfälle in Zusammenhang mit iMSys und GWA als auch sonstige Kommunikationswege sind zu betrachten

Beziehungen zu anderen Use Cases: HLUC050C „Messdatenbereitstellung, HLUC050F „Regelungskonzepte / Betriebsstrategien zur Flexibilitätsbereitstellung“, HLUC050A „Energie- und Flexibilitätsprognosen der Zelle“

Reife des Anwendungsfalles: in der Einführungsphase

Priorität (1 - MUSS, 2 - SOLL, 3 - KANN): MUSS

Schlüsselwörter zur Kategorisierung:

Sicherheit, Datenschutz, Smart Metering, modernes Messsystem (mMe), intelligentes Messsystem (iMSys), Smart Meter Gateway (SMGW), aktive und passive Energiemarktteilnehmer (aEMT, pEMT), Gateway Administration, Controllable Local Systems (CLS), Kommunikation, Datenschutz, Infrastruktur-Informationssystem

##### **Verwendete Abkürzungen**

|         |  |
|---------|--|
| A       | Komponentenklasse Assets                         |
| B1      | Komponentenklasse IIS Sensorik / Aktorik         |
| B2      | Komponentenklasse IIS Kommunikation              |
| B3      | Komponentenklasse IIS Basisinfos - / -dienste    |
| C       | Komponentenklasse Betrieb                        |
| D       | Komponentenklasse Austausch                      |
| E, S, V | Komponententypen Erzeuger, Speicher, Verbraucher |
| CEMS    | Kunden (Customer) Energiemanagementsystem        |

|        |   |
|--------|---|
| CLS    | Controllable local system   |
| CLS-T  | Controlable Local System - Terminierung                                 |
| DER    | Dezentrale Energieressource   |
| DL     | Dienstleister   |
| EMF    | Energiemanagement Framework   |
| EMS    | Energiemanagementsystem   |
| aEMT   | aktiver, externer Marktteilnehmer                                       |
| pEMT   | passiver, externer Marktteilnehmer                                      |
| ERP    | Enterprise Ressource Planing  |
| GEMS   | Gebäude-Energiemanagementsystem   |
| GW     | Gateway   |
| GWA    | Gateway-Administrator   |
| HLUC   | High Level Use Case   |
| HRM    | High Resolution Metering Data   |
| iMSys  | intelligentes Messsystem  |
| IIS    | Infrastruktur-Informationssystem  |
| IIS-GW | IIS-Gateway   |
| IKT    | Informations- und Kommunikationstechnologie                             |
| IP     | Internetprotokoll   |
| LAN    | Local Area Network  |
| LMN    | Local Metering Network  |
| mME    | moderne Messeinrichtung   |
| MSB    | Messstellenbetreiber  |
| PV     | Photovoltaik  |
| QEMS   | Gebäude-Energiemanagementsystem   |
| SMGW   | Smart Meter Gateway   |
| WAN    | Wide Area Network (Weitkommunikation)                                   |
| LAN    | Local Area Network (lokale Gebäudekomm.)                                |
| HAN    | Home Area Network (Anschlussnutzer-Schnittstelle zu SMGW für Messdaten) |
| S      | Schnittstelle   |
| EMT    | Energiemarktteilnehmer  |
| ÜNB    | Übertragungsnetzbetreiber   |
| VNB    | Verteilnetzbetreiber  |

#### **Konzept des Use Cases, Geschäftsdienste, Geschäfts- oder Handlungsnutzen (SGAM-Geschäftsebene)**

- Erläuterungen siehe C/sells-Kochbuch zur Use Case Methodik [C/sells – IOP Teil F. (03/2020)], [C/sells – IOP Teil G. (05/2020)]; [Bogensberger, Köppl, Kießling, Fallner. (10/2018)]
- Geltungsbereich und Ziele geplanter Geschäftsdienste sowie Kurzbeschreibung des Gesamtkonzeptes

#### Geltungsbereich und Ziele geplanter Geschäftsdienste

Die High Level Use Cases beziehen sich auf die Integration von

- Einzelanlagen und Geräten sowohl im öffentlichen Raum freistehend als auch in Gebäuden installiert,
- Ladepunkten in Gebäuden und Ladessäulen im öffentlichen Raum,
- bezüglich der Maximalleistung steuerbaren Netzanschlüssen an Gebäuden,
- Anlagegruppen (z.B. System aus PV-Anlage, Wechselrichter und Batterie mit Systemsteuerungskomponente oder Wärmepumpe, Solarthermie und Wärmespeicher mit Steuerungskomponente für Wärmesystem),
- Energiemanagement-Systemen (EMS) in Gebäuden als innerhalb einer Zelle die Geräte und Anlagen dezentral aggregierende Systeme.

Zweck der Integration ist sowohl die autonome Gestaltung und das autonome Management der Energieflüsse in privaten Räumen und öffentlichen Räumen (Eigenverbrauchsgemeinschaften) sowie die Integration in eine Vielzahl von Marktinteraktionen (globale und regionale Energiemärkte, Energie-Communities) als auch die systemdienliche Einbindung zur Unterstützung der Stromnetze. Dabei gilt es, die Flexibilität der Zellen im Sektorenverbund (Strom, Wärme, Gas,

Energieträger für Mobilität) zu erschließen, d.h. sowohl elektrisch betriebene Geräte als auch Wärme- und Gasanlagen einzubinden.

Die Verbindung zu Anlagen und Geräten ist dabei durch interoperable Prozesse sowohl über ein lokales Energiemanagementsystem als auch über die direkte Verbindung über eine durch das intelligente Messsystem geschützte Steuereinrichtung umzusetzen. Dies erfolgt unter Nutzung des sogenannten CLS-Kanales als Use Case-übergreifender, gesicherter Transporttunnel und interoperable Anwendungsschnittstellen.

Das grundsätzliche Ziel besteht in der Integration dezentraler Anlagen, Geräte und Liegenschaften auf Basis des Infrastruktur-Informationssystems (IIS) mit einer gemeinsamen Mess-, Steuerungs- und Kommunikationsinfrastruktur in Verbindung mit Plattformen für Basisfunktionen.

#### Kurzbeschreibung Konzept und Hauptprozesse zum High-Level Use Case

Der Use Case umfasst den Zugriff auf eine zuvor ausgewählte Anlage (bzw. Anlagengruppe)/EMS über ein SMGW sowie ein CLS-Gerät durch einen externen Marktteilnehmer (EMT), typischerweise einen Marktnutzer, wie Aggregatoren oder Marktplatzbetreiber, oder Netzbetreiber (Rollendefinition in [C/sells – IOP Teil F. (03/2020)]).

Hierbei greift der EMT über die IIS-Zugriffsdienste „GWA“ „EMT-Plattform“ auf die Komponenten SMGW über den CLS-Kanal und eine diesen Kanal sicher abschließende (CLS-T) Steuereinrichtung auf Anlagen/Anlagegruppen, Netzanschlüsse sowie EMS zu.

Das Verschlüsseln und der Versand der Nachricht über den CLS-Kanal erfolgt durch eine Komponente der EMT-Plattform als Dienst für verschiedene aEMTs, wobei für kombinierte Markt- / Netzfunktionen auf der aEMT-Plattform auch eine Komponente zur Koordination verschiedener, konkurrierender Zugriffe zum Einsatz kommen kann.

Das Entschlüsseln der Nachricht und die Bereitstellung für weitere zellinterne Verarbeitungsfunktionen (z.B. Direktsteuerung einer Anlage, Kommunikations-Mapping, Verarbeitung durch EMS der Zelle) wird durch eine zellinterne Komponente zur Terminierung des CLS-Kanales (z.B. digitale Steuerbox als gesonderte Komponente, als Bestandteil einer Steuereinrichtung in den Energie-Assets oder im EMS) vorgenommen.

Ebenso muss dies CLS-Komponente eine vorliegende zell-interne Nachricht aktiv über den CLS-Kanal an einen aEMT versenden können (Einsatz z.B. bei Sub-Metering oder dem Versenden von Statusnachrichten der Assets).

#### Kurzbeschreibung Konzept und Hauptprozesse zum High-Level Use Case

Für die große Bandbreite der zu integrierenden Geräte und Anlagen verschiedener Hersteller und Anlagentypen im Niederspannungsbereich der Gebäude und gewerblichen Objekte ist eine gemeinsame Infrastruktur aufzubauen.

Um IKT-Verlässlichkeit, Informationssicherheit und Datenschutz zu gewährleisten, soll die Kommunikation mit den genannten Geräten und Anlagen über zugehörige Mess- und Steuereinrichtungen mittels Smart Meter Gateway (SMGW) des intelligenten Messsystems nach BSI-Schutzprofil sichergestellt werden. Zu beachten ist aber auch, dass eventuelle Steuereinrichtungen mit auf Marktlösungen basierenden Schutzprofilen ohne Nutzung des SMGWs Anwendung finden. Sicherheits- und Koordinationskonzepte müssen diesem Umstand berücksichtigen.

Das Monitoring von Geräten und Anlagen erfolgt über

- moderne Messeinrichtungen entsprechend dem Digitalisierungsgesetz sowie über
- sonstige Messeinrichtungen (Submeter, beliebige gesonderte spezifische Sensoren oder Statusdaten aus Geräten und Anlagen zu deren Überwachung und zum Monitoring der Umweltparameter).

**Verschiedene Lösungen zur Einbindung von Geräten und Anlagen von der Direktsteuerung durch externe Akteure bis zur Aggregation der Anlagen über ein lokales Energiemanagementsystem müssen sicherlich noch für eine jahrelange Übergangszeit beachtet werden.** Zur Geräteintegration für Steuerungsprozesse werden deshalb folgende Umsetzungsvarianten benötigt:

- Direktsteuerung der Anlage über ein externes Signal ohne Nutzung des SMGW
- Direktsteuerung der Anlage über externe Signale mit SMGW-Nutzung und FNN-Mindestfunktion einer Steuerbox
- Direktsteuerung der Anlage über ein externes Signal mit SMGW-Nutzung und digitaler Steuereinrichtung
- Indirekte Steuerung der Anlage durch Integration in ein lokales Energiemanagementsystem

Der Einbau und die Konfiguration der **SMGWs** sowie der zugehörigen **Messeinrichtungen** übernimmt der Messstellenbetreiber zusammen mit dem Gateway-Administrator.

Den ordnungsgemäßen Betrieb des SMGW verantwortet der **GW-Administrator**. Die Weiterverteilung der Messdaten an passive EMTs sowie die Weitergabe von über den CLS-Kanal als sicherer Kommunikationstunnel von und an aEMTs ermöglicht als Infrastrukturdienst ein Betreiber einer **aEMT-Plattform**.

Ein weiterer IIS-Basisdienst im Rahmen eines **Informationssystems für Messdaten** übernimmt die Verwaltung von hochaufgelösten Messdaten sowie den Weitergabe an verschiedene Markt- und Netzakteure in Abhängigkeit von deren Berechtigungen. Diese Funktion kann sowohl ein unabhängiger Messstellenbetreiber als auch der grundzuständige Netzbetreiber übernehmen.

Der **Messstellenbetreiber** als passiver Energiemarktteilnehmer erhält die Informationen moderner Messeinrichtungen und der Submeter sowie der Statusinformationen über die aEMT-Plattform entsprechend den vertraglichen Vereinbarungen als Messdatenkoordinator und nutzt die Daten für Abrechnungs- und Visualisierungsfunktionen.

Eine Komponente zur Administration und Koordination des CLS-Kanales auf der aEMT-Plattform (**CLS-Management**) sichert die abgestimmte Steuerung bei mehreren zur Steuerung berechtigten Akteuren. Zur Gewährleistung interoperabler Prozesse werden offene Interoperabilitätsprofile bereitgestellt. Zur automatisierten Geräteintegration nutzen diese Prozesse eine gemeinsame Registry, in die Stammdaten der Geräte / Anlagen mit Kommunikationsprofilen eingetragen werden, sowie gemeinsame Flexibilitätsinformationen in einem Flexibilitätskataster.

Die Fernwirkungsinfrastruktur des Netzbetreibers nutzt die hier beschriebenen Möglichkeiten zur Direktsteuerung von Netzanschlüssen an Gebäudezellen Übergabe von Maximalleistungen auf Basis vorliegender Vereinbarungen oder Anwendungsregeln mit dem Betreiber.

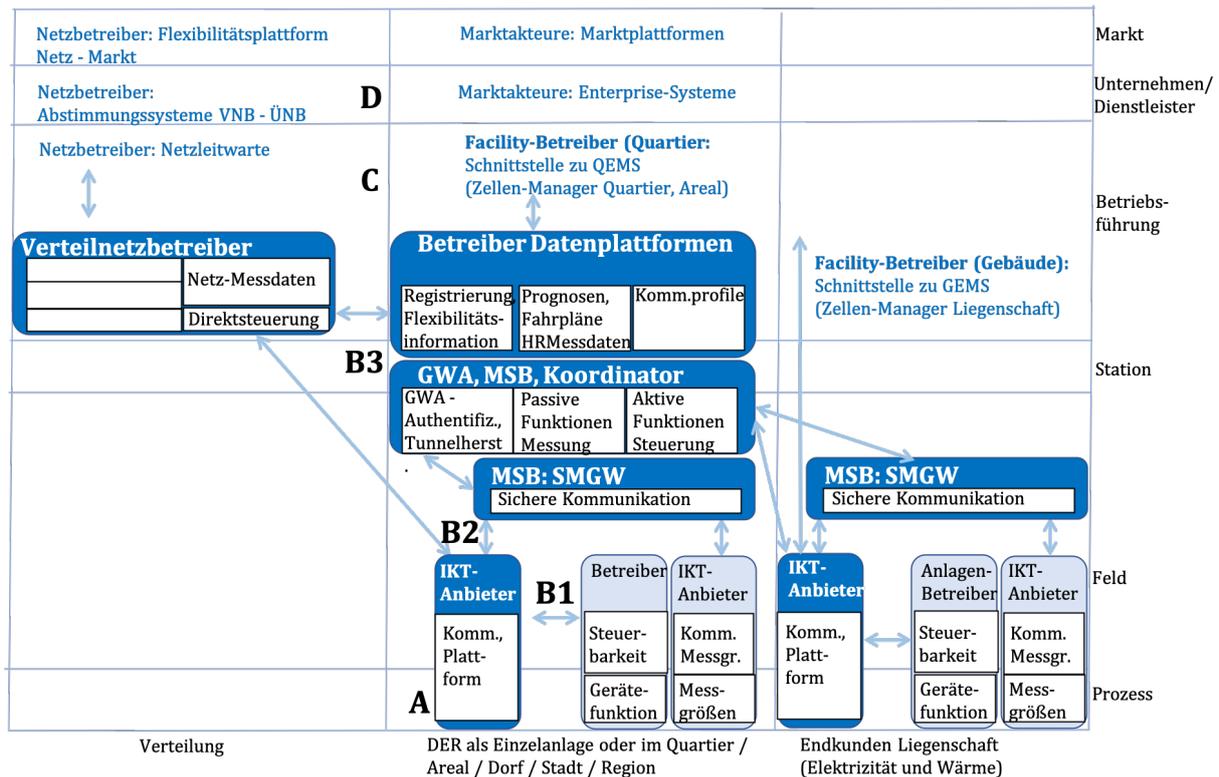


Abb. 29: Beziehungen von Rollen zugeordneten Verantwortlichkeiten im Rahmen der SGAM-Geschäftsebene

### Skizzierung des Handlungsnutzens

Alle Komponenten innerhalb einer Zelle (Verbraucher, Erzeuger, Speicher, Netzkomponenten der Sektoren Strom, Wärme und Energieträger für Mobilität), die in lokale Betriebsführungssysteme (Leitsysteme, Energiemanagementsysteme) der jeweiligen Zelle integriert werden sollen, werden über eine große Bandbreite möglicher Mess- und Steuereinrichtungen verschiedener Hersteller eingebunden.

Ebenso ist die Bandbreite der zu integrierenden Geräte und Anlagen verschiedener Hersteller und Anlagentypen gerade im Niederspannungsbereich der Gebäude und gewerblichen Objekte zu beachten. Deren Einbindung wird nur mit automatisierten und interoperablen Prozessen wirtschaftlich sein.

Um IKT-Verlässlichkeit, Informationssicherheit und Datenschutz zu gewährleisten, soll die Kommunikation mit den genannten Geräten und Anlagen über zugehörige Mess- und Steuereinrichtungen mittels Smart Meter Gateway (SMGW) des intelligenten Messsystems nach BSI-Schutzprofil sichergestellt werden. Zu beachten ist aber auch, dass eventuelle Steuereinrichtungen mit auf Marktlösungen basierenden Schutzprofilen ohne Nutzung des SMGWs Anwendung finden. Sicherheits- und Koordinationskonzepte müssen diesem Umstand berücksichtigen.

Die Komplexität der verschiedenen Lösungen zum Monitoring und zur Steuerung durch verschiedene, berechnete Akteure unter Beachtung der Anforderungen verschiedener Sektoren (Strom, Wärme, Elektromobilität, aber auch Anwendungsdomänen außerhalb der Energiedomäne) kann nur automatisiert und dies in Verbindung mit einer gemeinsamen Infrastruktur zur Digitalisierung beherrscht werden. Dies betrifft sowohl gemeinsame Mess- und Steuereinrichtungen, als auch gemeinsame sichere Kommunikationswege und Infrastrukturkomponenten eines Internets der Dinge im Bereich der Energie in Verbindung mit anderen Anwendungsdomänen.

Der Nutzen liegt hier sowohl bei den Markt- und Netzakteuren, die eine vorhandene Infrastruktur für ihre Geschäftsmodelle nutzen können, aber auch beim Anlagen- und Zellenbetreiber, die Infrastruktur zur Anlagen- und Geräteintegration für verschiedene Anwendungen nicht mehrfach und proprietär finanzieren müssen. Aus diesen Nutzenaspekten entsteht das Geschäftsmodell und der Nutzen für Betreiber zugehöriger Infrastrukturkomponenten (z.B. Betreiber der IIS-Komponenten).

#### Akteure, Rollen, Verantwortlichkeiten

- Erläuterungen siehe C/sells-Kochbuch zur Use Case Methodik [C/sells – IOP Teil F. (03/2020)], [C/sells – IOP Teil G. (05/2020)]; [Bogensberger, Köppl, Kießling, Faller. (10/2018)]
- Auswahl der Rollen aus Erläuterungen siehe C/sells-Kochbuch zur Use Case Methodik [C/sells – IOP Teil F. (03/2020)]

| Rolle / Akteur<br>„wer?“   | Verantwortlichkeiten und Aufgaben<br>„was?“  | Nutzen und sonstige Wertversprechen<br>für Akteure<br>„warum?“   |
|--|--|--|
| Energieanlageneigentümer<br>(EAE)                                  | Bereitstellung von Erzeugung- / Speicher- und Verbrauchseinrichtungen für Energie (Strom, Wärme, Gas);<br>Aufgaben kann Prosument selbst übernehmen oder durch einen Dienstleister durchführen lassen;   | Anlageninvestition zur Eigenverwendung oder zur Nutzung durch Andere   |
| Einsatzverantwortlicher (EIV);<br>Energieanlagenbetreiber<br>(EAB) | Betrieb und Einsatz von Erzeugung- / Speicher- und Verbrauchseinrichtungen für Energie (Strom, Wärme, Gas) verschiedener Typen und Hersteller sowie dafür notwendige Digitalisierungs-Infrastruktur;<br>Wahrnehmung vertraglich vereinbarter Pflichten ggü. Netzbetreiber, Marktakteuren und Akteuren in Liegenschaften, Quartieren, Arealen;<br>technische Wartung; Sicherstellung Fernsteuerbarkeit;<br>u.U. identisch mit EAE | Sichere und wirtschaftliche Verfahren beim Einsatz der Einrichtungen in Objekten / Arealen, Märkten und in Bezug auf Pflichten gegenüber Netzbetreiber;<br>Lokale Infrastruktur zur Geräte- und Anlagenintegration sowie Nutzen aus Visualisierung Energieflüsse, Erhöhung Effizienz, Erlöse in Interaktion mit anderen Akteuren |
| Prosument  | Nutzung von Erzeugung- / Speicher- und Verbrauchseinrichtungen für Energie (Strom, Wärme, Gas), wobei sich das Gesamtsystem aus diesen Einrichtungen sich im Notfall auch selbst versorgt;<br>Betreiber von Kunden-Energiemanagement-Systemen;<br>u.U. identisch mit EAE, EIV  | Optimierung der Eigenversorgung und bei Stromausfall Weiterbetrieb notwendiger Geräte und damit auch Schutz von Geräten;   |
| Flexibilitätsanbieter / -nutzer                                    | Änderung von bezogener Wirk- und Bildleistung der Erzeugung- / Speicher- und Verbrauchseinrichtungen gegenüber einer anderen Planung oder Prognose   | Flexibilität bezgl. der Energieflüsse und Leistungen erhöht Resilienz im eigenen System und Möglichkeit zur Vermarktung  |

| Rolle / Akteur „wer?“                         | Verantwortlichkeiten und Aufgaben „was?“   | Nutzen und sonstige Wertversprechen für Akteure „warum?“  |
|---|--|---|
| Anschlussnehmer                               | hat Anschlussvertrag mit Netzbetreiber für Bezugs- und Einspeiseleistungen; Eigentümer vom Netzanschluss am jeweiligen Objekt oder Anlagensystem; verantwortlich für die Einhaltung der Netzanschlussbedingungen und der Netzverbindung zu internen Prosumenten; Am Netzanschluss entstehen Bezug und Einspeisung der oder die im Objekt des Anschlussnehmers wirkenden Prosumenten. | Lösung, die Netzverbindung für Energieversorgung der Objekte sowie die Einspeisung von Erzeugungsanlagen gewährleistet sowie Betrieb bei externen Störungen ermöglicht und damit Versorgungssicherheit erhöht |
| Anschlussnutzer                               | hat Anschlussbezugsvertrag oder -einspeivevertrag mit Lieferanten oder Vermarktern und ist Nutzer des Netzanschlusses  | Ermöglicht dem Prosumenten Energie für seine Geräte und Anlagen zu beziehen oder aus eigenen Erzeugern einzuspeisen   |
| Facility-Betreiber                            | Betreiber und/oder Inhaber einer Gebäudezelle oder eines Quartiers / Areals, wo Erzeugungs- / Speicher- und Verbrauchseinrichtungen installiert werden; Kommunikationsinfrastruktur für alle Anlagen / Geräte sowie Energiemanagement (EM)-Framework für ein lokales EM-System im Anlagenverbund Betreiber von Gebäude-Energiemanagementsystemen                                     | Erhöhung der Nutzungsqualität des jeweiligen Objektes oder Areals; Infrastruktur für lokales Energiemanagement sowie für Erlöse in Verbindung mit externen Akteuren   |
| Verteilnetzbetreiber (VNB)                    | Bereitstellen des Netzanschlusses, Ermöglichung der Nutzung des Stromnetzes, Sicherstellen der Versorgungssicherheit und Netzstabilität  | Generierung von Einnahmen durch Bereitstellung der Netzinfrastruktur  |
| Direktvermarkter / Aggregator                 | Aggregation und Bewirtschaftung verschiedener Energieanlagen, Ansprechpartner für Kunde, u.U. personenidentisch mit EIV  | Generierung von Einnahmen durch Vermarktung der Anlagen, Senkung des Geschäftsrisikos, Erfüllen des eigenen Bilanzkreises, Kundenbindung  |
| (wettbewerblicher) Messstellenbetreiber (MSB) | Einbau, Betrieb und Wartung von modernen Messeinrichtungen zur Ermittlung und Übermittlung von Messwerten; Übertragung der Messdaten aus Erzeugung und Verbrauch an lokales EM-System sowie Weiterleitung der Daten an externe Akteure über zugehörige IIS-Komponenten zur Messdatenverteilung und Messdatenverwaltung   | Einnahmen durch regulierte Mess- und (unregulierte) Mehrwertdienste   |
| Gateway-Administrator                         | Verwaltung der technischen Verbindung zu Smart Meter Gateway mit verschiedenen Stakeholdern; Betrieb eines Gateway-Administrationssystems als IIS-Komponente u.U. identisch mit MSB  | Erlöse aus dem Betrieb einer sicheren Kommunikationsinfrastruktur für Messdaten und Steuerungen   |
| EMT-Plattform-Betreiber                       | Verantwortung für Kommunikationsdienste: Stellt Kommunikations-Infrastruktur mit aEMT-Basisfunktionen als sichere Integrationsumgebung zu Zellen, Geräten, Anlagen, aufbereitete Markt- und Statusinformationen sowie Nutzung des Steuer- und Kommunikationskanals bereit; CLS-Management inklusive Koordination konkurrierender Zugriffe  | Generierung von Einnahmen durch Bereitstellung von (Kommunikations-) Infrastruktur und Mehrwertdiensten   |
| Informationssystem-Betreiber                  | Verantwortung für weitere Informationsdienste: Betrieb diskriminierungsfreier IKT-Unterstützungsdienste (hochaufgelöste Messdatenverwaltung, Registry, Energiebilanzen, Prognosen, Flexibilitätskataster, Transaktionsabwicklung und -sicherung, Kommunikationsprofile)  | Einnahmen aus Informationsbereitstellung  |

**Rahmenbedingungen aus Politik, Regulierung (legislativ, regulatorisch, technisch)**

- Erläuterungen siehe C/sells-Kochbuch zur Use Case Methodik [C/sells – IOP Teil F. (03/2020)], [C/sells – IOP Teil G. (05/2020)]; [Bogensberger, Köppl, Kießling, Faller. (10/2018)]
- Nachfolgende Tabellenstruktur der Sammlung von Rahmenthemen verwenden
- Tabelle kann zum frühen Stadium des Use Cases eventuell nicht vollständig ausgefüllt werden, weshalb am Ende der Schritt 2 und 3 der Use Case-Beschreibung hier aktualisiert werden sollte
- Rahmenbedingungen, Regeln (gesetzliche und regulatorische Festlegungen, z.B. Gesetzgeber, BNetzA, BSI, Gremien bei BDEW, FNN, ENTSO-E; sonstige geschäftliche, technische und informationstechnische Randbedingungen)

| Rahmenbedingungen (z.B. Datenschutz, Anschlussbedingungen, Zeitverhalten, Verfügbarkeit, Schutz, Koordination, usw.) | Wirkung des Themas auf den Anwendungsfall  | Verweise auf Gesetze und Regelungen   |
|--|--|---|
| Gewährleistung von Datenschutz   | Einsatz intelligenter Messsysteme und Definition der Aufgaben beim MSB im Rahmen der IIS-Komponente zur Messdatenverwaltung                                      | Digitalisierungsgesetz, Schutzprofil und techn. Richtlinie BSI, Datenschutzgrundverordnung                                      |
| Gesetzliche und regulatorische Rahmenbedingungen   | Vorrangregeln nach Ampelkonzept, Koordinationsfunktion,  | BDEW, EEG, EnWG, StromNEV, Koordinationsfunktion bei FFN in Arbeit  |
| Messdatenbereitstellung in Echtzeit  | Aktuell in Zertifizierung SMGW nicht enthalten   |   |
| Steuerprozesse zu Anlagen  | CLS-Kanal-Nutzung als aEMT: Übergabe des Steuerbefehls, Ausführen des Steuerbefehls, Übergabe von Statusinformationen, Interaktion mit GWA; CLS-Kanal-Management | Weitere dazu notwendiger Prozessspezifikationen in 2. Phase für Rollout Messsysteme im Rahmen der Normung in Verbindung mit BSI |
| Marktkommunikation   | Festgelegte Prozesse und Anwendung Normen  | Festlegungen BNetzA zur Marktkommunikation  |
| Bewertung der Lösung aus Sicht der internen Quartiersenergielieferung  | Geschäftsmodell und regulatorischen Rahmen bewerten  |   |

## Schritt 2: Prozess- und Systembeschreibung

### Prozessabläufe, Komponenten und Funktionsgruppen

- Erläuterungen siehe C/sells-Kochbuch zur Use Case Methodik [C/sells – IOP Teil F. (03/2020)], [C/sells – IOP Teil G. (05/2020)]; [Bogensberger, Köppl, Kießling, Fallner. (10/2018)]
- Nachfolgende Tabellenstruktur zur Sammlung von Vor- und Nachbedingungen zum geplanten Handeln des Use Cases verwenden
- Nach Erläuterung der Prozesse mit einem zugehörige Prozessdiagramm oder mit Darstellung des Zusammenwirkens auf Basis der SGAM-Komponenten- und Funktionsebenen verdeutlichen

| Vor- oder Nachbedingung für Handeln des Akteurs  | Auslösungsereignis   | Annahmen (z.B. zum Eintreten der Bedingungen) |
|--|--|---|
| Auslöser sind sowohl zellinterne Anforderungen als auch Anforderungen der Systemumgebung der Zelle | Anforderung zur Übersendung von Messgrößen / Statusinformationen oder zur Entgegennahme von Steuergrößen |   |
| ...  | ...  | ...   |

### Erläuterungen zur Prozess- und Systembeschreibung

Die Komponentenarchitektur basiert auf folgendem grundlegenden Systemkonzept.

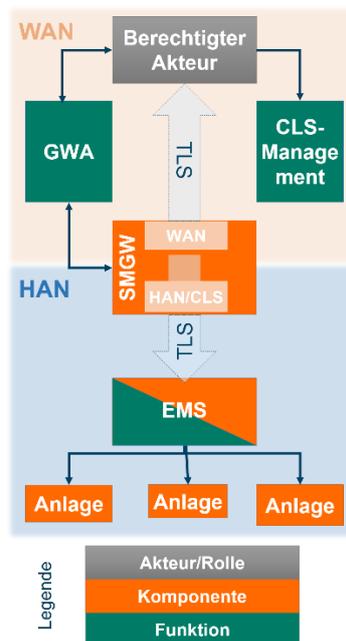


Abb. 30: Systemkonzept

Auf dieser Basis gibt nachfolgende Abbildung als SGAM-Darstellung der Komponenten für High-Level Use Cases G, H, I einen Überblick über das Zusammenwirken der benötigten Komponenten in den Zellen in Verbindung mit der IIS-Umgebung zur Digitalisierung.



Höher aufgelöste Messdaten, die für den Abrechnungstarif nicht relevant sind, können auf Basis einer Datenschutzvereinbarung beispielsweise zum Zwecke der Echtzeitvisualisierung von Energieflüssen sowie weitere Energiedienstleistungen an ein **IIS-Informationssystem zur Messdatenverwaltung** übergeben werden.

Messdaten der sonstigen Submeter werden nicht im SMGW zwischengespeichert. Diese Messdaten können einerseits durch das lokale **Energiemanagement-Gateway** zur lokalen Nutzung über das **LAN** des Prosumenten angeboten werden. Andererseits muss das Energiemanagement-Gateway die über das LAN gesammelten sonstigen Messgrößen und Statusinformationen jeweils einzeln oder als Block an das Messdaten-Informationssystem des IIS übergeben können. Außer der hierzu nutzbaren **WAN-Verbindung des Prosumenten** kann der sichere **CLS-Kanal des SMGW** zur Weitergabe der Messdaten genutzt werden.

Grundsätzlich wird jede Datenweitergabe mit Authentifizierung des Datenempfängers unter Nutzung einer **PKI-Infrastruktur** durch den **Gateway-Administrator** gesichert.

Der Messstellenbetreiber (MSB) als **passiver Energiemarktteilnehmer (pEMT)** holt die Informationen aus modernen Messeinrichtungen sowie der Submeter und der Statusinformationen entsprechend den vertraglichen Vereinbarungen als Messdatenkoordinator ab.

Die Verwaltung der Messdaten erfolgt entsprechend der vereinbarten Zeitauflösung im **IIS-Informationssystem** als hybride Infrastruktur-Datenbank, um diese jeweils legitimierten Akteuren für ihre zugehörigen Betriebsführungs-, Enterprise- und Marktsysteme je nach Status der Berechtigung zu übergeben sowie die Einhaltung der Datenschutz-Grundverordnung sicherzustellen (inkl. Lösch- und Auskunftspflichten).

Verschiedene Lösungen zur Einbindung von Geräten und Anlagen von der Direktsteuerung durch externe Akteure bis zur Aggregation der Anlagen über ein lokales Energiemanagementsystem müssen durch die IIS-Komponenten ermöglicht werden. Zur Geräteintegration für Steuerungsprozesse werden deshalb folgende Umsetzungsvarianten von **Steuereinrichtung und Energiemanagement-Gateways** zur Bedienung der Geräte- und Anlagen-**Aktorik** benötigt:

- Direktsteuerung der Anlage über ein externes Signal ohne Nutzung des SMGW mit CLS-Kanal (z.B. bisherige Rundsteuerung oder privat, exclusive Kommunikationskanäle)
- Direktsteuerung der Anlage über ein externes Signal mit Nutzung des SMGW und Terminierung des CLS-Kanales mit analogen Schaltsignalen zur elektrischen Gerätefunktion (z.B. FNN-Steuerbox in Mindestausstattung)
- Direktsteuerung der Anlage über ein externes Signal mit Nutzung des SMGW und Terminierung des CLS-Kanales mit digitaler Schnittstelle auf Basis eines Kommunikations-Mappings zu Betriebsfunktionen von Geräten und Anlagen (z.B. erweiterte Steuerbox mit FNN-Mindestfunktionen plus Zusatzfunktionalität)
- Indirektes Steuern der Anlage durch Integration der CLS- **Energiemanagement-Framework (EMF)** eines lokalen Energiemanagement-Systems (inkl. Peer-to-Peer-Konzepte)

Die sichere Kommunikation über das SMGW bei der Übersendung von Steuerungsinformationen sichert wiederum der Gateway-Administrator mittels zugehöriger GWA-Komponenten.

Ziel ist es, einem berechtigten EMT den Zugriff auf über die CLS-Schnittstelle des SMGWs ansprechbare Anlagen bzw. Anlagenpools/Anwendungen zu ermöglichen.

Unter Kenntnis der zugehörigen Adressierungsinformationen sendet der EMT seine Zugriffs-Anfrage an den zuständigen GWA. Dort wird geprüft, ob der anfragende Akteur autorisiert ist, den entsprechenden Zugriff durchzuführen. Ist dies der Fall, weist der GWA das SMGW durch einen Befehl an, einen TLS-Kanal zwischen dem CLS-Modul und dem EMT aufzubauen.

Solange der TLS-Kanal geöffnet ist, kann der Akteur fortwährend mit dem entsprechenden CLS-Modul bzw. den entsprechenden Anlagen kommunizieren und bspw. Schaltanfragen senden oder Anlageninformationen zugesandt bekommen.

Ebenso muss das CLS-Modul eine vorliegende zell-interne Nachricht verpacken und aktiv über den CLS-Kanal an einen aktiven aEMT versenden können.

Um diese Prozesse wirtschaftlich für jeden Marktbeteiligten inkl. der Vermarktung von Kleinanlagen auf Wohngebäuden bereitstellen zu können, bietet der **EMT-Plattform-Betreiber** entsprechende Basisprozesse diskriminierungsfrei an alle Akteure an. Jeder EMT wird dazu als Mandant auf der **EMT-Plattform** angelegt, um die Prozesse im eigenen geschützten Raum nutzen zu können. Die EMT-Plattform kann dabei mit jedem GWA und jedem Messstellenbetreiber, der SMGWs an Anlagen der EMT-Plattform-Mandanten installiert hat, zusammenwirken.

Auf der EMT-Plattform als IIS-Bestandteil sichert eine Komponente CLS-Management die abgestimmte Steuerung bei mehreren zur Steuerung berechtigten Akteuren sowie die sichere Übersendung der steuernden Information unter Nutzung des CLS-Kanals.

Die EMT-Plattform kann sowohl von Markt- als auch von Netzakteuren genutzt werden. Dabei nutzt die Fernwirkungsinfrastruktur des Netzbetreibers die hier beschriebenen Möglichkeiten der Direktsteuerung zur Geräteintegration im Notfall (Rotphase), aber auch zur Überwachung des Netzzustandes durch Monitoring der Daten der eingebundenen Messeinrichtungen zu Frequenz, Spannung, Strom und Phasenverschiebung.

Der Betrieb der EMT-Plattform kann sowohl dem Netzbetreiber, dem Messstellenbetreiber oder einem unabhängigen IoT-Plattform-Betreiber als Dienstleister zugeordnet werden.

Zur Gewährleistung interoperabler Prozesse (sogenannte Interoperabilitätsprofile) für durch mehrere Akteure vereinbarte Use Case-Abläufe (z.B. Übersendung von Messdaten, Prognosen, Fahrplänen, Flexibilität, Preisen, Anlagenstammdaten zur automatisierten Registrierung auf Basis gemeinsamer Datenmodelle – insbesondere vereinbartes **Flexibilitätsmodell**) werden in einer IIS-Komponente für Basisdienste eines IoT-Plattformbetreibers **Kommunikationsprofile** abgelegt.

Zur automatisierten Geräteintegration nutzen diese Prozesse die IIS-Komponente **Registry** und **Flexibilitätskataster** einer hybriden Datenbankstruktur.

**Beschreibung System aus Systemen (SGAM-Komponenten- und Funktionsebene)**

- Erläuterungen siehe C/sells-Kochbuch zur Use Case Methodik [C/sells – IOP Teil F. (03/2020)], [C/sells – IOP Teil G. (05/2020)]; [Bogensberger, Köppl, Kießling, Faller. (10/2018)]
- Bei Bedarf auch eine Zerlegung des geplanten Systems in Teilsysteme mit nachfolgender Tabelle

| System   | Teilsysteme   | Komponenten   |
|--|---|---|
| Energetischer Zellenverbund  | Energiesystem Gebäude   | Beliebige Energiewandler (Erzeuger, Speicher, Verbraucher) aller Endenergiearten  |
|  |   | Netzanschluss   |
|  | Energiesystem Quartier  | Beliebige Energiewandler (Erzeuger, Speicher, Verbraucher) aller Endenergiearten  |
|  |   | Netzanschlüsse und Netze  |
| Informationstechnische Zugriffe und sichere Kommunikation von Gebäude- oder sonstigen DER-Zellen (Quartiere, Areale) | Messeinrichtungen   | Moderne Messeinrichtungen   |
|  | Steuereinrichtungen   | Sensorik  |
|  |   | Aktorik innerhalb der Anlage  |
|  | Energiemanagement-Gateway (alternativ mit folgenden Varianten)  | externe Aktorik   |
|  |   | Fernwirkungsempfänger   |
|  |   | CLS-Steuerbox mit analogen Ausgängen  |
|  | Smart Meter Gateway   | CLS-Steuereinrichtung digital   |
|  | Energiemanagement-Gateway (mit EMF als Ausführungsumgebung lokaler Energiemanager in Verbindung mit CLS-Steuereinrichtung oder gesondert) |   |
| Informationstechnische Basisplattformen  | IIS-Komponenten zur Administration und Koordinierung  | SMGW als Bestandteil des iMSys oder gesondert für mehrere mMe   |
|  |   | GWA-Komponenten mit Komm.server, PKI, Zertifikatsverwaltung, Hardwaresicherung,   |
|  |   | EMT-Plattform mit Komm.server, Zertifikatsverwaltung, Rollen-/Mandantenverwaltung, Datenverteilung, CLS-Management (Koordination) |
|  | IIS-Komponenten für Basisdienste  | Registry und Flexibilitätskataster  |
|  |   | Prognosen, Bilanzen, Transaktionsabwickl.   |
|  |   | Kommunikationsprofile   |
|  | IIS-Komponenten für Informationssystem Messdaten  | Hochaufgelöste Messdaten der mMe, Submeter, Sensorik  |

Die Verortung der im Use Case genutzten Komponenten in der Systemarchitektur wird mit Domänen („Fachgebiete“) und Betriebszonen festgelegt. Domänen beschreiben eine gewisse physikalische Gliederung der Wertschöpfungskette, während Zonen die Betriebsorte im jeweiligen Fachgebiet umfassen.

Komponenten können verantwortliche Akteure mit dem entsprechenden Rollenbegriff zugeordnet werden.

Architekturmodelle nutzen unterschiedliche Domänen und Betriebszonen. Sollten die unten aufgeführten Domänen und Zonen nicht zu einem Use Case passen, können andere Modelle verwendet oder eigene Domänen und Betriebszonen eingeführt werden, die dann unten erläuternd hinzugefügt werden.

#### Domänen

- Zentrale Erzeugung
- Übertragung
- Verteilung (öffentlich)
- Dezentrale Erzeugung (DER)
- Liegenschaftsareal (privat) - Property / Premise
- Gebäude
- Wohnung - Dwelling / Büro / kommerzielles Unterobjekt
- Raum / Zimmer

#### Betriebszonen

- Prozess (Gerät / Anlage)
- Feld (Sensor / Aktor)
- Station (Trafo / Managementsystem im Gebäude oder Unterobjekt)
- Betriebsführung (Leitwarten im Netz oder Markt / Arealmanagement / IIS-Komponenten, Blockchain)
- Enterprise (Dienstleister, z.B. Aggregator, virtuelles KW, Lieferanten, Händler, Abrechner, MSB)
- Markt (Börse, Handelsplattformen)

Alle im Use Case benötigten Komponenten sind nun in nachfolgender Tabelle zu erfassen. Eine Benennung der Funktionen ist an dieser Stelle im ersten Entwurf vorgesehen, aber noch nicht zwingend im Detail vollständig zu beschreiben. Die Einbeziehung der Funktionen in Abläufe sowie deren weitere Detaillierung erfolgt im Schritt 3.

| Komponente (evtl. mit verantwortlicher Rolle)   | D: Domäne<br>B: Betriebszone       | Funktionen   |
|---|------------------------------------|--|
| <b>A: Assets</b><br>Geräte und Anlagen als Energiewandler (Erzeuger, Speicher, Verbraucher von Anlagenbetreibern)<br><br><b>Energieanlagenbetreiber (Einsatzverantwortlicher)</b><br><br><b>Anschlussnehmer</b> | D: Liegenschaft, DER<br>B: Prozess | <b>Gerätefunktionen als steuerbare Senke und Quelle von Energieflüssen aller Endenergieformen</b> - installiert innerhalb einer privaten Gebäudezelle sowie als dezentrale Energieanlage innerhalb eines öffentlichen Quartieres oder Areal;<br><b>Übertragung Statusinfos</b> (z.B. Prognosen, Fahrpläne, Flexibilitätsdaten, Kapazität), <b>Entgegennahme von zur Steuerung versendeten Informationen</b><br><b>Einstellung der Leistung über definierte Zeitabschnitte</b><br><b>Steuerbarkeit über IP direkt zu Anlage oder IP und Mapping zu jeweils ausgewählten Anlagen-Feldbus</b><br><br><b>Gewährleistung von Netzanschlussbedingungen</b> |
| <b>A: Assets</b><br>Anlagenaggregat mit Systemmanager und gemeinsamen Netzanschluss (z.B. PV, Wechselrichter und Batterie)<br><b>Prosument</b><br><br><b>Verteilnetzbetreiber</b>                               | D: Gebäude<br>B: Prozess           | <b>Bündelung von Gebäudestandardbezug sowie steuerbaren Einzelanlagen (PV, Batterie, WP, LP in einem Netzanschluss), wobei die Steuerbarkeit der Einzelanlagen darüber bereitgestellt werden kann;</b><br><br><b>Gewährleistung Netzanschluss für Anlagenaggregat mit Leistungssteuerung am Netzanschluss des Aggregates und nicht zu Einzelanlagen,</b>   |

| Komponente (evtl. mit verantwortlicher Rolle)   | D: Domäne<br>B: Betriebszone                                 | Funktionen   |
|---|--|--|
| <b>A: Assets</b><br>Anlagen-Koppelschutz sowie Trenneinrichtung am Netzanschluss mit Inselfähigkeit über inselfähigen, dreiphasigen Wechselrichter<br>Anschlussnehmer,<br>Facility-Betreiber (EIV: Einsatzverantwortlicher) | D: Gebäude<br>B: Prozess                                     | Schutzeinrichtung und Erhaltung Netzfrequenz sowie Spannung (z.B. entsprechend ausgestatteter, gemeinsamer Wechselrichter für PV-Anlage und Batterie), abschaltbarer Netzanschluss von Gebäuden, Wiedereinschaltung durch Remote-Zugriff Netzbetreiber möglich;  |
| <b>B1: Sensorik / Aktorik</b><br>Sensorik<br><br>Energieanlagenbetreiber  | D: Liegenschaft, DER<br>B: Feld                              | <b>Messung interner Leistungsflüsse</b> an ausgewählten Anlagen (PV, Batterie) und Energie nutzenden Geräten sowie Übersendung der Daten an GEMS<br><b>Messung von Umweltparametern</b><br><b>Bestimmung weiterer Status der Geräte und Anlagen</b><br><b>Sichere Kommunikation der Messwerte im LAN</b>   |
| <b>B1: Sensorik / Aktorik</b><br>Aktor einer Steuereinrichtung (z.B. FNN-Steuerbox oder in Verbindung SMGW oder abgesetztes Energiemanagement-Gateway mit Aktorik der Anlagen<br><br>Energieanlagenbetreiber                | D: Liegenschaft, DER<br>B: Feld                              | <b>Einstellen der Leistung einzelner Anlagen</b> zu definierten Zeitpunkten über bestimmte Zeitdauern oder als aggregierte Leistung an ein EMS;<br><b>Erfassung der Statusinformation der Steuereinrichtung</b> (gestört / nicht gestört / Regelzustand)<br>CLS-Modul zur <b>Terminierung des CLS-Kanales</b> , Entschlüsselung und zum Entpacken des Inhaltes innerhalb der Nachricht   |
| <b>B1: Sensorik / Aktorik</b><br>moderne Messeinrichtung<br><br>Messstellenbetreiber  | D: Liegenschaft, DER<br>B: Feld                              | <b>Messung der Leistungsflüsse zur externen Umgebung</b> (IST-Werterfassung) hinter Anschlusspunkt einer Liegenschaft, eines Unterobjektes in einer Liegenschaft oder einer Einzelanlage<br><b>Sichere Kommunikation der Messwerte im LMN;</b>   |
| <b>B2: Kommunikationskomponenten</b><br>Smart Meter Gateway<br>Messstellenbetreiber<br><br>Gateway-Administrator  | D: Liegenschaft, DER<br>B: Station Gebäude und Anlagensystem | <b>Speicherung der Abrechnungstarife</b><br><b>Speicherung der Zählerstandsgänge</b> (Zählerstände pro Zeitpunkt als Basis der Bildung von Leistungskurven und Verbrauchszeitreihen<br><br><b>Weitergabe der Messdaten an autorisierte pEMT</b><br>- <b>Öffnung CLS-Kanal zur sicheren Übertragung von Informationen externer aEMTs in die Zelle</b> (interne Managementsysteme und Einzelanlagen / Geräte)  |
| <b>B2: Kommunikationskomponenten</b><br>Energiemanagement-Gateway<br><br>Facility-Betreiber für Objekt des Prosument (CEMS) Gebäude (GEMS) Quartier / Areal (QEMS)  | D: Liegenschaft, DER<br>B: Feld                              | Gateway zur geschützten Weitergabe von Steuersignalen und zum Komm.mapping zwischen Steuereinrichtung / EMS sowie zu steuernden Anlagen / Geräten;<br>CLS-Modul zur <b>Terminierung des CLS-Kanales</b> , Entschlüsselung und zum Entpacken des Inhaltes innerhalb der Nachricht;<br>- <b>Direktsteuerung</b> der Anlage über externes Signal ohne Nutzung CLS-Kanal<br>- <b>Direktsteuerung</b> der Anlage über externes Signal mit Terminierung des CLS-Kanales mit analogen Schaltsignalen<br>- <b>Direktsteuerung</b> der Anlage über externes Signal mit Terminierung des CLS-Kanales mit digitaler Schnittstelle und Kommunikations-Mapping<br>- <b>Indirekte Anlagensteuerung</b> durch Integration in das Energiemanagement-Framework von CEMS / GEMS / QEMS |
| <b>B2: Kommunikationskomponenten</b><br>Lokales Kommunikationsnetz im Gebäude (LAN)   | D: Liegenschaft, DER<br>B: Betriebsführung                   | Betrieb der notwendigen lokalen Kommunikationssysteme in den Gebäuden hinter dem Anschlusspunkt (lokale Gebäudenetze sowie Kopplung von GEMS in Gebäuden zu iMSys sowie Sensorik und Aktorik);   |

| Komponente (evtl. mit verantwortlicher Rolle)   | D: Domäne<br>B: Betriebszone                                  | Funktionen  |
|---|---|---|
| <b>B3: Basiskomponenten</b><br>GWA-System und zugehörige Teilkomponenten<br><br><b>Gateway-Administrator</b>  | D: Liegenschaft, DER, Verteilnetz<br>B: Betriebsführung       | <b>Administration SMGW und Verbindung</b><br>Parametrierung und Konfiguration der Zertifikate der SMGWs für Verbindung zwischen Messsystemen und pEMTs und aEMTs; Verbindungsaufbau für berechtigte Akteure; Datenempfang, Entschlüsselung und Weitergabe;<br><b>PKI-Infrastruktur</b><br><b>Authentifizierung</b> der pEMTs und aEMTs<br>- <b>Öffnung Komm.tunnel</b> für authentifizierten Partner<br>Da Datenverteilung durch EMT-Plattform hat GWA-Komponente ausschließlich Funktionen zur Parametrierung sowie zur Freigabe der Kommunikationstunnel. |
| <b>B3: Basiskomponenten</b><br>aEMT-Plattform und zugehörige Teilkomponenten<br><b>IIS-Betreiber für aEMT-Plattform (z.B. VNB)</b><br><b>Verteilnetzbetreiber</b><br><b>Messstellenbetreiber</b>        | D: Liegenschaft, DER, Verteilnetz<br>B: Betriebsführung (MSB) | <b>Administration aEMT-Funktionen und Verbindung über CLS-Tunnel</b><br>Bereitstellung einer Umgebung für verschiedene Energiedienstleister und Netzakteure zum steuernden Zugriff auf Anlagen über CLS-Tunnel inklusive CLS-Management und Koordinationsfunktion;  |
| <b>B3: Basiskomponenten</b><br>Informationssystem Messdaten<br><br><b>Messstellenbetreiber</b><br><b>IoT-Plattformbetreiber</b>   | D: Liegenschaft, DER, Verteilnetz<br>B: Betriebsführung       | <b>Verwaltung von Messdaten</b> in jeweils benötigter Auflösung ( <b>hochaufgelöste Messdaten – High resolution – HRM</b> ) inkl. Submeter und Sensorik, Bereitstellen und Verwaltung von Historien der Zeitreihen;   |
| <b>B3: Basiskomponenten</b><br>Basisdienste IoT-Plattform<br><br><b>IoT-Plattformbetreiber</b>  | D: Liegenschaft, DER, Verteilnetz<br>B: Betriebsführung       | <b>Eintragen von Stammdaten, Funktionslisten und von Kommunikationsprofilen in Registry</b> - durch Anlage, Gerät, Zelle oder über Dashboard eines Betreibers<br><b>Flexibilitätskataster, Prognosen, Bilanzen, Transaktionen</b>   |
| <b>C: Betriebskomponenten</b><br>Fernwirkungsplattform der Leitwarte<br><br><b>Verteilnetzbetreiber</b>   | D: Verteilnetz<br>B: Betriebsführung                          | <b>Senden von Steuersignalen</b> – digital unter Nutzung des CLS-Kanales<br><b>Verwaltung Netzqualitätsdaten (f, U, I, cos Phi, ...)</b> mit Lieferung der Daten intelligenter Messsysteme über Informationssystem Messdaten  |
| <b>C: Betriebskomponenten</b><br>Messstellenbetrieb<br><br><b>Messstellenbetreiber</b>  | D: Liegenschaft, DER, Verteilnetz<br>B: Unternehmen           | <b>Lieferung von Geräteinformationen und Anschlussobjekten</b> (MeLo, MaLo) sowie <b>Messdaten</b> für Liefer- und Netza abrechnung<br><b>Einbau und Betrieb intelligenter Messeinrichtungen</b> mit modernen Messeinrichtungen (Strom, Wärme, Gas, Wasser) und SMGWs   |
| <b>C: Betriebskomponenten</b><br>Energiemanagement, Markttaggregation und Direktvermarktung<br><b>Energiedienstleister</b><br><b>Anbieter Energiemanagementsysteme, Anbieter Systemdienstleistungen</b> | D: Liegenschaft, DER<br>B: Unternehmen                        | <b>Energieeffizienzdienstleistungen;</b><br><b>Energiemanagement-Systeme für Prosumenten (CEMS), Gebäude (GEMS), Quartiere / Areale (QEMS);</b><br><b>Virtuelle Kraftwerke;</b><br><b>Direktvermarktung inklusive Peer-to-Peer-Umgebungen</b>   |
| <b>D: Marktkomponenten</b><br>Energielieferung<br>Energiehandel<br><br><b>Lieferanten</b><br><b>Händler</b>   | D: Liegenschaft, DER<br>B: Unternehmen                        | <b>Geräteverwaltung,</b><br><b>Verbrauchsablesung,</b><br><b>Abrechnung,</b><br><b>Bilanzierung,</b><br><b>Fahrpläne</b><br>Direktvermarktung (Handelsgeschäfte mit Markt sowie Lieferung von Handelsergebnissen),  |
| <b>D: Marktkomponenten</b><br>Marktplattformen<br>Flexibilitätsplattformen<br><b>Marktplattformbetreiber</b><br><b>Börsenbetreiber</b>  | D: ÜN, VN, DER, Liegenschaft<br>B: Markt                      | <b>Marktfunktionen auf Plattformen verschiedener Märkte inklusive Großhandelsmarkt, Regionalmarkt, Flexibilitätsmarkt und Regelenergiemarkt</b>   |

### Informationsobjekte (SGAM-Informationsebene)

- Erläuterungen siehe C/sells-Kochbuch zur Use Case Methodik [C/sells – IOP Teil F. (03/2020)], [C/sells – IOP Teil G. (05/2020)]; [Bogensberger, Köppl, Kießling, Faller. (10/2018)]
- Nachfolgende Tabellenstruktur zur Sammlung von Informationsobjekten nutzen

| Informationsobjekt  | Teilobjekte                                  | Inhalte   | Kurzbeschreibung   |
|---------------------|--|---|--|
| Messdaten           | Leistungsgänge                               | Leistung<br>Zeit  | Leistungsverläufe in der Zeit mit Auflösung im Sekundenbereich jeweils für Verbrauch und Erzeugung der benötigten Anlagen von iMSys oder Sensorik an Einzelgeräten   |
| Messdaten           | Mengen                                       | Energie<br>Zeitdauer  | Energiemengen in Zeitabschnitten mit wählbarer Zeitdauer   |
| Messdaten           | Powerqualität                                | Strom, Spannung, Frequenz, Phasenverschiebung                 |  |
| Planungsdaten       | Prognose                                     | Prognosemodell und Teilobjekte festlegen                      |  |
| Planungsdaten       | Fahrplan                                     | Fahrplanmodell und Teilobjekte festlegen                      |  |
| Planungsdaten       | Flexibilität                                 | Flexibilitätsmodell und Teilobjekte noch zu definieren        | inkl. Randbedingungen wie Wartezeiten, Flex.intervalle, Gradienten, Abhängigkeiten)  |
| Marktdaten          | Preise                                       |   |  |
| Steuerdaten         | Leistungsvorgaben                            | An- und Aussignale<br>Zeit                                    | Übersendung von Signalen zum An- und Abschalten von Geräten  |
| Steuerdaten         | Statusinformationen                          | Zustände  | Nachrichten von Steuerungseinrichtungen über aktuelle Anlagenzustände  |
| Steuerdaten         | Leistungsvorgaben                            | Leistung<br>Zeit  | Vorgabe Leistungsverläufe in der Zeit für Verbrauch / Erzeugung ( <b>Leistungszeitreihen – <math>P * t = \text{Energie}</math> oder Zeitreihen mit Leistungsänderungen zu Zeitpunkten – <math>dP / dt = \text{Flexibilität}</math></b> ) |
| Konfigurationsdaten | Kommunikationseinstellungen, Programmdateien | Konfiguration SMGW, Software-Updates, Kommunikationsfreigaben | Prozesse des GWA nach Technischer Richtlinie BSI   |
| Konfigurationsdaten | Zielvorgaben                                 | Prioritäten, Regeln, Einsatzzeiten                            | Rahmenbedingungen der Anlagen und der Anwender   |
| Stammdaten          | Gerätedaten                                  | Standorte, Funktionen, Betreiber                              |  |
| Transaktionsdaten   | Protokolle                                   | Prozessschritte   | Dokumentation der Prozessschritte für Protokollpflichten, Abrechnung und Nicht-Abtreitbarkeit  |
| Kommunikationsdaten | Kommunikationsschemen; Protokolle            | z.B. URI-Schemata   | Hier nur Beispiel, zu definieren sind Schemata der Anwendungsschnittstelle zur Nutzung des CLS-Kanales   |

### Kommunikationsanforderungen (SGAM-Kommunikationsebene)

- Erläuterungen siehe C/sells-Kochbuch zur Use Case Methodik [C/sells – IOP Teil F. (03/2020)], [C/sells – IOP Teil G. (05/2020)]; [Bogensberger, Köppl, Kießling, Fallner. (10/2018)]
- Nachfolgende Tabellenstruktur zur Sammlung von Kommunikationsanforderungen nutzen

| Kommunikationsschnittstelle                   |   |               | Inhalt der Nachricht  | Weitere Anforderungen an Nachricht (bei Bedarf auch Zeitpunkt oder Frequenz der Übertragung)   |
|---|---|---------------|---|--|
| Von   | Bis   | Schnittstelle |   |  |
| mMe   | SMGW  | <b>S1</b>     | Messdaten Energie und Leistung für Markt sowie Zählerstandgänge<br>Messdaten Netzqualität   | Zeitliche Auflösung entsprechend der Konfiguration;<br>Ablageregister im SMGW für verschiedene Messwerte definiert durch Technische Richtlinie BSI;  |
| SMGW  | mMe   |               | Konfigurationsdaten   | Nach Bedarf  |
| SMGW  | EMG   | <b>S2</b>     | Messdaten mMe lokal vom SMGW an EMG   | Nach Bedarf Abholung durch EMG aus Tarifregistern des SMGW   |
| EMG   | SMGW  |               | Messdaten von Sub-Metering, Planungsdaten, Statusinformationen, Marktdaten  | zu angeforderten Zeiten sowie nach Bedarf  |
| SMGW CLS<br>CLS-Modul                         | CLS-Modul<br>SMGW CLS                         | <b>S3a</b>    | <b>Verschlüsselter und signierter Payload mit beliebigen Daten;</b><br>Kommunikationsdaten  | Daten werden als verschlüsselter und signierter Payload von SMGW CLS zu CLS-Modul und umgekehrt transparent weitergegeben;<br>Inhalt unverändert und nicht einsehbar;<br><b>Konkrete Ausgestaltung siehe Use Case IIS "Connect EMT/CLS" (HKS4) in Anlage [C/sells – Use Cases GWA/EMT/SMGW/CLS-Modul (03/2019)]</b>  |
| CLS-Modul als Teil Steuerbox, Anlage oder EMG | Sub-Metering, Sensorik,                       | <b>S3b</b>    | Anforderung Messdaten Sub-Metering, Messdaten und Status der Geräte, Anlagen sowie von Umwelt zu einem bestimmten Zeitpunkt; evtl. auch Anforderung zur Übermittlung von Prognosen, Fahrplänen, Flexibilität direkt aus den Anlagen;<br>Kommunikationsdaten | Nachrichten im übertragenen Payload werden nach Transport zum CLS-Modul entschlüsselt, Signatur wird geprüft und in „Anlagensprache“ übersetzt sowie an Sensorik direkt oder nach Weiterverarbeitung im EMG indirekt weitergegeben;<br>Vom CLS-Modul zu Sensorik für Anforderungsnachrichten für Messdaten   |
| Sub-Metering, Sensorik,                       | CLS-Modul als Teil Steuerbox, Anlage oder EMG |               | Bereitstellung von Messdaten Sub-Metering, Messdaten und Status der Geräte, Anlagen sowie von Umwelt zu einem bestimmten Zeitpunkt;<br>Bereitstellung von Prognosen, Fahrplänen, Flexibilität direkt aus den Anlagen;<br>Kommunikationsdaten                | Nachrichten mit beliebigem Payload werden am CLS-Modul von Sensorik der Anlagen oder vom EMG empfangen, von Anlagensprache in externe Marktpartnersprache übersetzt, signiert und verschlüsselt;<br>Das CLS-Gerät generiert die Information, dass die Anweisung ausgeführt wurde;<br><br>Bei Verbindung zu CLS-Modul EMG wird Kommunikation im Gebäudenetz (LAN) genutzt, Abspeicherung und Aggregation von Daten im EMG vor Weitergabe; |
| CLS-Modul als Teil Steuerbox,                 | Aktorik                                       | <b>S3b</b>    | Steuerdaten,<br>Konfigurationsdaten inkl. der   | Nachrichten im übertragenen Payload werden nach Transport zum CLS-Modul  |

|                         |   |           |  |   |
|-------------------------|---|-----------|--|---|
| Anlage oder EMG         |   |           | Vorgabe von Fahrplänen, Flexibilität an Anlagen;   | entschlüsselt, Signatur wird geprüft und in „Anlagensprache“ übersetzt sowie an Aktorik direkt oder nach Weiterverarbeitung im EMG indirekt weitergegeben;  |
| Aktorik                 | CLS-Modul als Teil Steuerbox, Anlage oder EMG |           | Statusdaten (Ereignisse)   | Von Aktorik zur CLS-Modul Push-Nachrichten bei Ereignissen  |
| SMGW                    | GWA und EMT-Plattform                         | <b>S4</b> | Verschlüsselter und signierter Payload mit beliebigen Daten; Kommunikationsdaten   | Daten werden als verschlüsselter und signierter Payload von SMGW zu EMT-Plattform mit Berechtigungen durch GWA und umgekehrt transparent über WAN-Verbindung der GWA / EMT-Infrastruktur; weitergegeben;<br>Inhalt unverändert und nicht einsehbar verschlüsselter Payload transportiert in Richtung EMT sowohl sonstige Messdaten von Sub-Metering und Sensorik als auch Messdaten, Planungsdaten, Marktdaten, + Information, dass Verbindungsaufbau EMT, CLS erfolgreich                                      |
| GWA und EMT-Plattform   | SMGW  |           |  | verschlüsselter Payload transportiert in Richtung SMGW Steuerdaten, Konfig.daten;<br><b>Konkrete Ausgestaltung siehe Use Case IIS "Connect EMT/CLS" (HKS4) in Anlage [C/sells – Use Cases GWA/EMT/SMGW/CLS-Modul (03/2019)]</b>   |
| EMG, S5-WAN-Router      | Sub-Metering, Sensorik zu Anlagen und Umwelt  | <b>S5</b> | Anforderung Messdaten Sub-Metering, Messdaten und Status der Geräte, Anlagen sowie von Umwelt zu einem bestimmten Zeitpunkt; evtl. auch Anforderung zur Übermittlung von Prognosen, Fahrplänen, Flexibilität direkt aus den Anlagen; Kommunikationsdaten | Nachrichten werden vom EMG gesichert verarbeitet und nach Verarbeitung indirekt oder auch ohne EMG direkt an Sub-Metering und Sensorik weitergegeben;<br>Mapping in „Anlagensprache“ erfolgt ebenso in EMG oder in der Anlage direkt;<br>Sicherheit gewährleisten das EMG oder der S5-WAN-Router  |
| Sub-Metering, Sensorik, | EMG, S5-WAN-Router                            |           | Bereitstellung von Messdaten Sub-Metering, Messdaten und Status der Geräte, Anlagen sowie von Umwelt zu einem bestimmten Zeitpunkt; Bereitstellung von Prognosen, Fahrplänen, Flexibilität direkt aus den Anlagen; Kommunikationsdaten                   | Nachrichten von Sensorik können einerseits vom EMG gesichert empfangen, von Anlagensprache in externe Marktpartnersprache übersetzt und für Übertragung gesichert, aggregiert und weitergegeben werden;<br>Das EMG generiert die Information, dass die Anweisung ausgeführt wurde; Andererseits kann der S5-WAN-Router die von der Anlage und Sensorik direkt aufbereitete Nachricht gesichert in die Fernkommunikation übergeben.<br><br>Bei Verbindung zu EMG wird Kommunikation im Gebäudenetz (LAN) genutzt |

|  |  |            |  |   |
|--|--|------------|--|---|
| EMG, S5-WAN-Router                       | Aktorik                                  | <b>S5</b>  | Steuerdaten, Konfigurationsdaten inkl. der Vorgabe von Fahrplänen, Flexibilität an Anlagen;                        | Nachrichten werden nach Transport zum EMG gesichert und in „Anlagensprache“ übersetzt sowie an Aktorik direkt oder nach Weiterverarbeitung im EMG indirekt weitergegeben;<br>Alternativ können vom S5-WAN-Router empfangene Nachrichten direkt an die Sensorik der Anlage zur Verarbeitung übergeben werden   |
| Aktorik                                  | EMG, S5-WAN-Router                       |            | Statusdaten (Ereignisse)   | Von Aktorik zu EMG oder zu S5-WAN-Router Push-Nachrichten bei Ereignissen   |
| EMG CEMS<br>EMG GEMS                     | EMG GEMS, S5-WAN-Router<br>S5-WAN-Router | <b>S5</b>  | Messdaten, Planungsdaten, Marktdaten, Steuerdaten, Konfig.daten  | Datenaustausch basiert auf Vereinbarungen zwischen Prosumenten der Teilobjekte im Gebäude sowie Gebäudebetreiber; als auch mit externen Markt- und Netzakteuren<br><br>Wird über das private LAN im Gebäude abgewickelt   |
| EMG GEMS, S5-WAN-Router<br>S5-WAN-Router | EMG CEMS<br>EMG GEMS                     |            |  |   |
| S5-WAN-Router                            | Betriebskomp. Markt und Netz             | <b>S6b</b> | Messdaten, Planungsdaten, Marktdaten, Steuerdaten, Konfig.daten  | Datenaustausch für bidirektionale Dienste zwischen Liegenschaftszellen und Markt basiert auf Vereinbarungen zwischen Betreibern in Gebäuden und von Arealen sowie Dienstleistern der Energie-Community im Markt;<br><b>hier abgewickelt über WAN-Verbindungen der Gebäude</b>   |
| EMT-Plattform                            | Betriebskomp. Markt                      | <b>S6a</b> | Messdaten, Planungsdaten, Marktdaten, Steuerdaten, Konfig.daten sicher weiter geleitet aus den Liegenschaftszellen | Datenaustausch für bidirektionale Dienste zwischen Liegenschaftszellen und Markt basiert auf Vereinbarungen zwischen Betreibern in Gebäuden und von Arealen sowie Dienstleistern der Energie-Community im Markt;<br><b>hier abgewickelt über WAN-Verbindung der GWA / EMT-Infrastruktur</b>   |
| EMT-Plattform                            | Komponente Messstellenbetrieb            | <b>S6a</b> | Messdaten, Gerätedaten   | Nach Bedarf entsprechend Lieferantenvereinbarung mit Prosumenten  |
| EMT-Plattform                            | Basisdienste IoT-Plattform               | <b>S6a</b> | Planungsdaten, Stammdaten, Transaktionsdaten, Kommunikationsschemen  | nach Bedarf und Vereinbarung  |
| EMT-Plattform                            | Infosystem Messdaten                     | <b>S6a</b> | Hochaufgelöste Messdaten von mMe und weiteren Submetern / Sensorik   | nach Bedarf und Vereinbarung für lernende Algorithmen und Grundlage der Optimierung sowie der Visualisierung  |
| EMT-Plattform GWA                        | GWA EMT-Plattform                        | <b>S7</b>  | Kommunikationsdaten und Qittungsmeldungen  | Der aktive EMT fragt beim zuständigen GWA eine Verbindung zum gewünschten CLS-Gerät über das zuständige SMGW an sowie übergibt dabei IDs von SMGW und CLS-Modul; Verbindungsaufbau GWA – SMGW, Fallunterscheidung:<br>a: TLS-Verbindung GWA – SMGW besteht → Versand der Nachricht<br>b: TLS Verbindung GWA -SMGW besteht nicht → Verbindung mit UC "Wake-Up-Service" aus TR 03109; |

|   |   |            |  |   |
|---|---|------------|--|---|
|   |   |            |  | Information, dass Verbindungsaufbau EMT, CLS erfolgreich (Text)   |
| Komponente Messstellenbetrieb               | Komponenten Energieliefer. Energiehandel        | <b>S8</b>  | Messdaten, Gerätedaten   | Lieferung von Mess- und Gerätedaten für Abrechnung, Bilanzierung und Fahrpläne                          |
| EMT-Plattform                               | Komponente Leitwarte Fernwirkung und Netzmonit. | <b>S9</b>  | Planungsdaten, Konfigurationsdaten, Hochaufgelöste Messdaten der Powerqualität | nach Bedarf und Vereinbarung für Leistungssteuerung sowie für Netzzustandsbestimmung beim Netzbetreiber |
| Komponente Leitwarte Flexibilitätsprozesse  | Flexibilitätsplattform                          | <b>S10</b> | Planungs- und Marktdaten   | Nutzung Flexibilitätsmarkt in Gelbphase Ampelmodell   |
| Komponente Leitwarte Abstimmungskaskade VNB | Komponente Leitwarte Abstimmungskaskade ÜNB     | <b>S11</b> | Planungsdaten, Steuerdaten   | Abstimmungskaskade zwischen ÜNB und VNB während der Rotphase  |
| Komponenten Energieliefer. Energiehandel    | Marktplattformen                                | <b>S12</b> | Planungsdaten, Marktdaten  | Nachrichten entsprechen definierten Marktprozessen und Standards  |
| Betriebskomp. Markt                         | Marktplattformen                                | <b>S12</b> | Planungsdaten, Marktdaten  | Nachrichten entsprechen definierten Marktprozessen und Standards  |

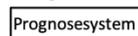
### Schritt 3: Ablaufspezifikationen (Sequenzdiagramme)

#### Prozessabläufe & Funktionen

- Erläuterungen siehe C/sells-Kochbuch zur Use Case Methodik [C/sells – IOP Teil F. (03/2020)], [C/sells – IOP Teil G. (05/2020)]; [Bogensberger, Köppl, Kießling, Fallner. (10/2018)]
- Mehrere Sequenzdiagramme pro Prozess möglich

Sequenzdiagramme zur Spezifikation von Teilprozessen sind bezüglich der Interaktion von **Funktionen** mit zugehörigen **Nachrichten** und der übertragenen **Informationen** noch zu spezifizieren – siehe nachfolgende Beispielgrafik und weitere Erläuterungen

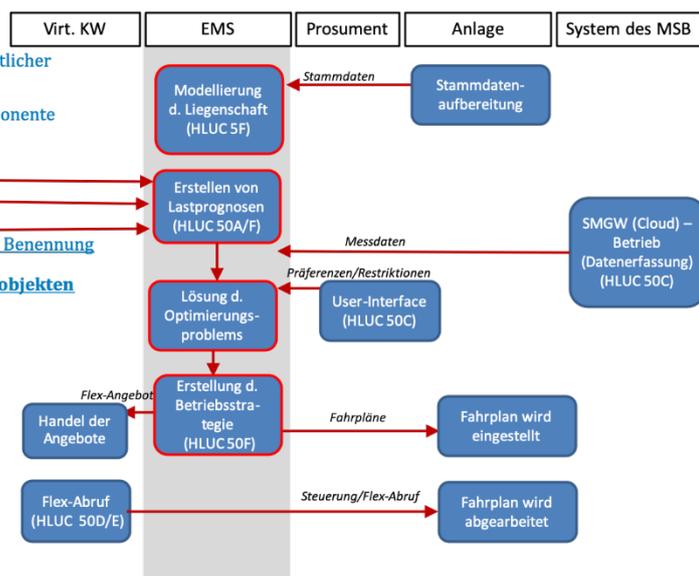
#### Komponente



**Akteur und Rolle** als Verantwortlicher für Komponente

**Domäne und Zone**, in der Komponente installiert ist, benennen

**Funktion** **Nachricht mit Benennung von Informationsobjekten**



Vertikale Balken / Linien  
→ Komponenten  
(zusätzliche Angabe von verantwortlichem Akteur)

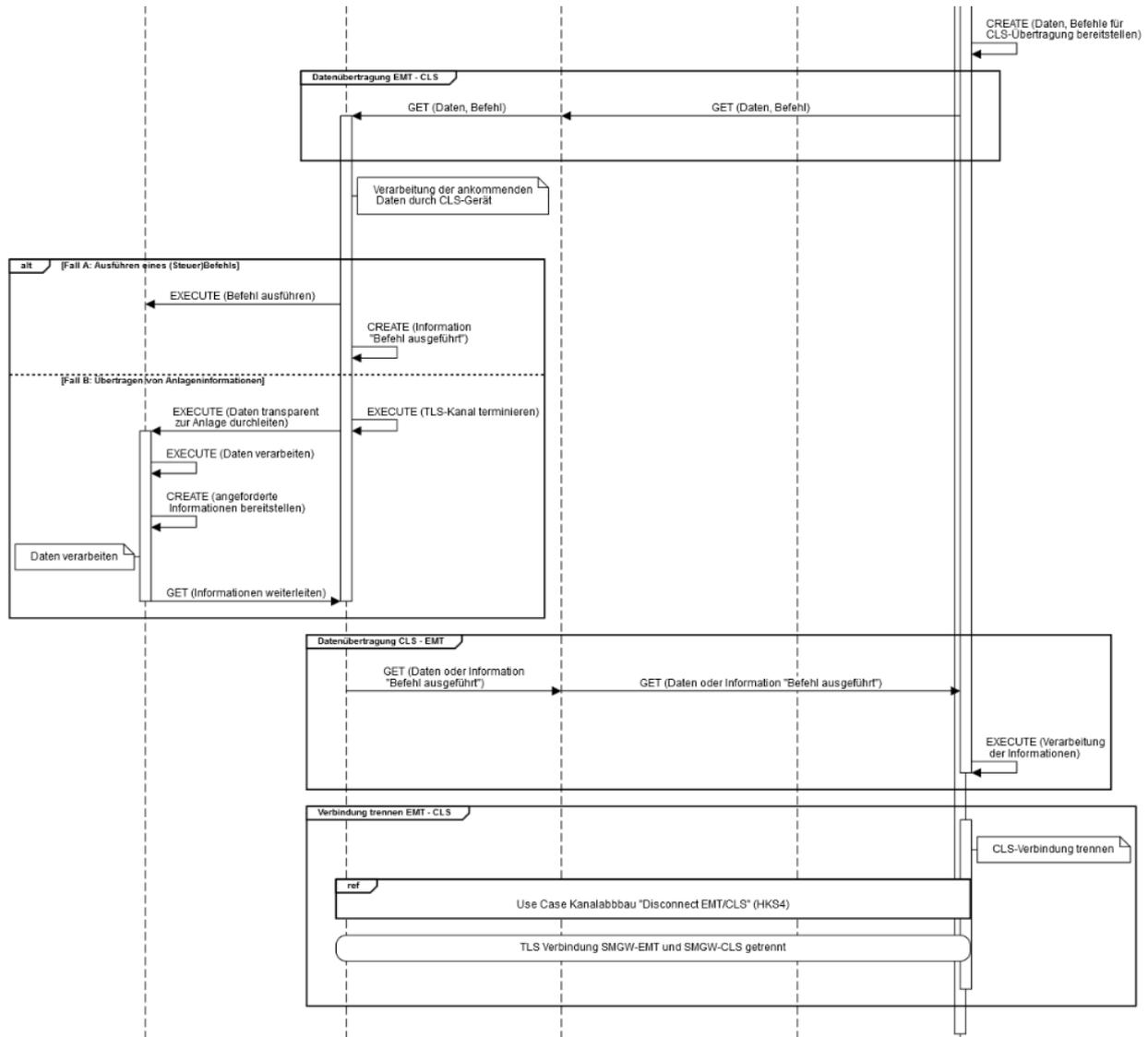
Blaue Kästen  
→ Funktionen der Komponenten

Horizontale Linien  
→ Nachrichten  
→ Bezeichnungen stehen für übertragene Informationen

Benötigt werden zusätzlich Domäne und Betriebszone, in der die jeweiligen Komponenten installiert werden

Abb. 32: Sequenzdiagramm mit Darstellung der Funktionen und Zuordnung von Akteuren zu Komponenten

Nachfolgende Sequenzdiagramme enthalten die Prozesse zur Öffnung und zur Nutzung des CLS-Kanales sowie als Beispiel der Einsatz zum Versand einer EE-Bus-Nachricht



UC "Zugriff auf Anlagen durch EMT über HAN/CLS-Schnittstelle des SMGW (nicht netzrelevant)"

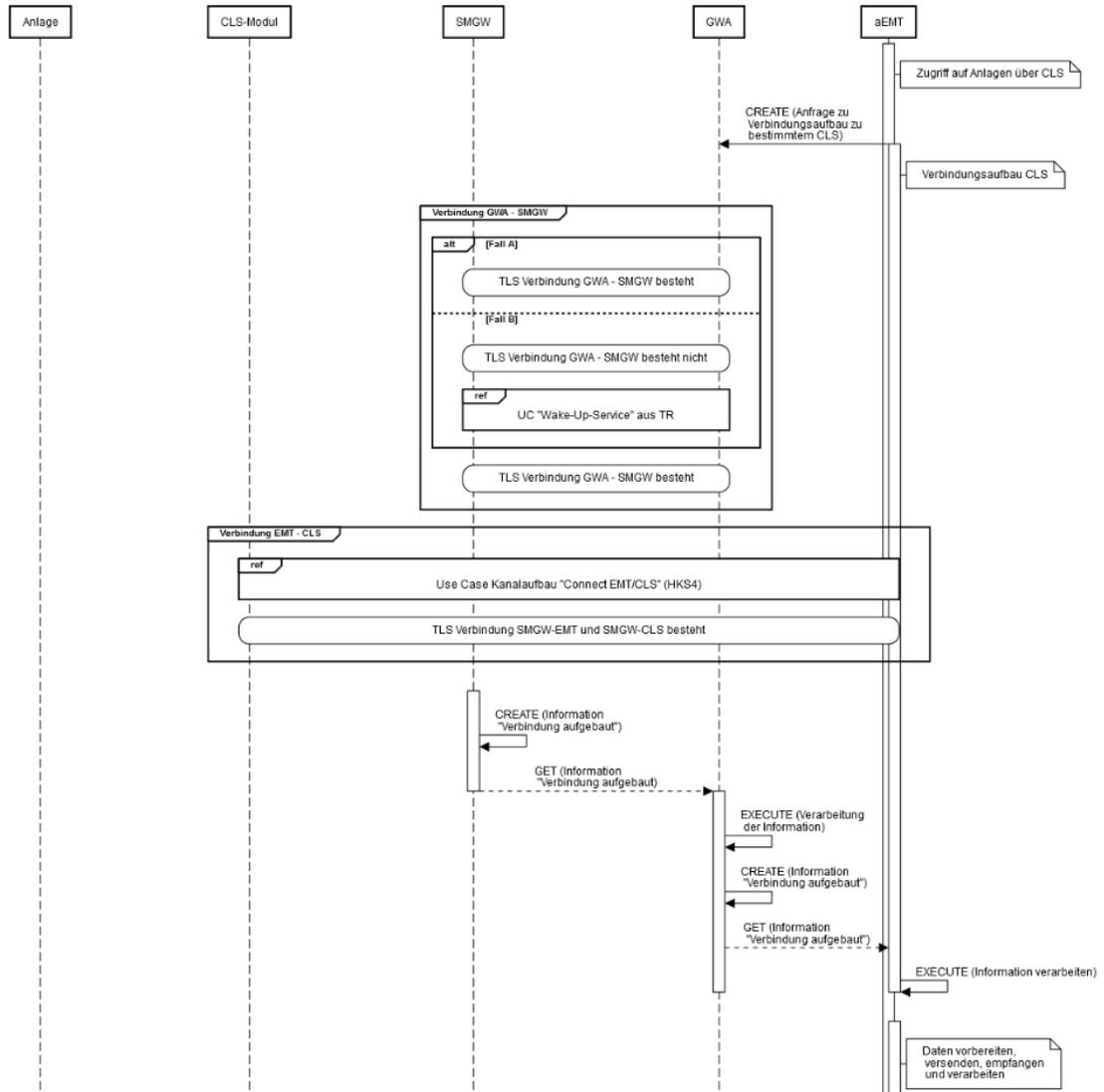


Abb. 33: Sequenzdiagramm - Zugriff auf Anlagen durch EMT über HAN/CLS-Schnittstelle des SMGW

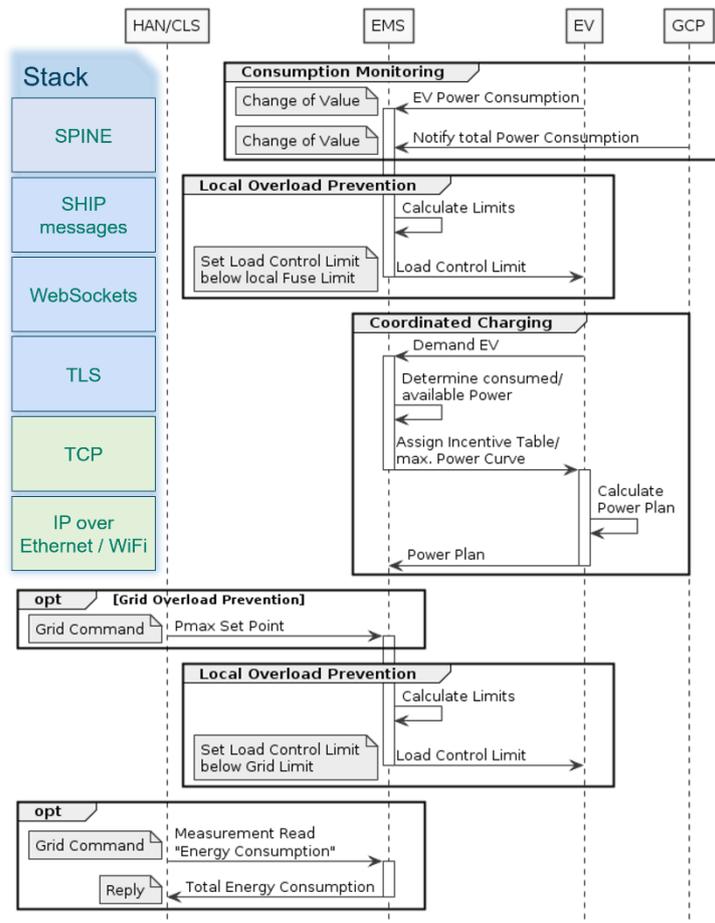


Abb. 34: Nutzung HAN/CLS-Kanal durch EE-Bus-Nachricht

Weiterhin sind Anforderungen an die Nachrichten (Inhalte, Nachrichtenform, evtl. Bezug zu Standards) zu definieren, wie z.B. welche Kanäle (Email, SMS...) für Kommunikation bzw. welche vorhandenen Formate genutzt werden (vgl. EDIFACT, XML, usw.). Zur Darstellung kann folgende Struktur genutzt werden. Bei Bedarf listet eine weitere Tabelle die einzelnen Funktionen der Diagramme auf und erläutert diese.

Nachfolgende Tabelle listet die Nachrichten zwischen den zum Use Case bezeichneten Komponenten auf (1 bis n Nachrichten je Schnittstelle).

Die technisch detailliertere Beschreibung von Nachrichten zwischen den folgenden Komponenten

- IIS-Informationssystem Messdaten
- IIS-Basisdienste IoT-Plattformbetreiber
- GWA-Komponenten
- EMT-Plattform-Komponenten
- SMGW

erfolgt als Teil der technischen IIS-Use Cases im Rahmen des C/sells-Teilprojektes 3 (Infrastruktur-Informationssystem) [C/sells – Use Cases IIS. (12/2020)].

**Schnittstellenliste (siehe auch Abb. 31)**

| SchnittstelleNr_<br>Nachricht-Nr | Absenderkomponente<br>Zielkomponente  | Informationen  | Nachrichtenform |
|----------------------------------|---|--|-----------------|
| S01_01                           | mMe -<br>SMGW   | Messdaten Energie und<br>Leistung für Markt sowie<br>Zählerstandsgänge,<br>Messdaten Netzqualität  |                 |
| S01_02                           | SMGW - mMe  | Konfigurationsdaten  |                 |
| S02_01                           | EMG –<br>SMGW CLS   | Messdaten mMe lokal vom<br>SMGW an EMG   |                 |
| S02_02                           | SMGW CLS –<br>EMG   | Messdaten von Sub-Metering,<br>Planungsdaten, Statusinfor-<br>mationen, Marktdaten   |                 |
| S03a_01                          | SMGW CLS –<br>CLS-Modul   | Verschlüsselter und signierter<br>Payload mit beliebigen Daten   |                 |
| S03a_02                          | CLS-Modul – SMGW CLS  | Kommunikationsdaten  |                 |
| S03b_01                          | CLS-Modul als Teil Steuerbox,<br>Anlage oder EMG –<br>Sub-Metering, Sensorik  | Anforderung von Messdaten<br>zu Sub-Metering, zu Umwelt<br>und Anlagen-Stati sowie bei<br>Anlagen zu Prognosen,<br>Flexibilität und Fahrplänen |                 |
| S03b_02                          | Sub-Metering, Sensorik - CLS-<br>Modul als Teil Steuerbox,<br>Anlage oder EMG | Lieferung von Messdaten zu<br>Sub-Metering, zu Umwelt und<br>Anlagen-Stati sowie bei<br>Anlagen von Prognosen,<br>Flexibilität und Fahrplänen  |                 |
| S03b_03                          | CLS-Modul als Teil Steuerbox,<br>Anlage oder EMG –<br>Aktorik                 | Steuerdaten,<br>Konfigurationsdaten inkl. der<br>Vorgabe von Fahrplänen,<br>Flexibilität an Anlagen  |                 |
| S03b_04                          | Aktorik - CLS-Modul als Teil<br>Steuerbox, Anlage oder EMG                    | Status- und Ereignisdaten  |                 |
| S04_01                           | SMGW - GWA und EMT-<br>Plattform  | Verschlüsselter und signierter<br>Payload mit beliebigen Daten   |                 |
| S04_01                           | GWA und EMT-Plattform -<br>SMGW   | Kommunikationsdaten  |                 |
| S05_01                           | EMG, S5-WAN-Router - Sub-<br>Metering, Sensorik                               | Anforderung von Messdaten<br>zu Sub-Metering, zu Umwelt<br>und Anlagen-Stati sowie bei<br>Anlagen zu Prognosen,<br>Flexibilität und Fahrplänen |                 |
| S05_02                           | Sub-Metering, Sensorik -<br>EMG, S5-WAN-Router                                | Lieferung von Messdaten zu<br>Sub-Metering, zu Umwelt und<br>Anlagen-Stati sowie bei<br>Anlagen von Prognosen,<br>Flexibilität und Fahrplänen  |                 |
| S05_03                           | EMG, S5-WAN-Router - Sub-<br>Metering, Aktorik                                | Steuerdaten,<br>Konfigurationsdaten inkl. der<br>Vorgabe von Fahrplänen,<br>Flexibilität an Anlagen  |                 |
| S05_04                           | Aktorik - EMG, S5-WAN-<br>Router  | Status- und Ereignisdaten  |                 |
| S05_05                           | EMG CEMS - EMG GEMS, S5-<br>WAN-Router oder<br>EMG GEMS – S5-WAN-Router       | Messdaten, Planungsdaten,<br>Marktdaten, Steuerdaten   |                 |
| S05_06                           | EMG GEMS, S5-WAN-Router<br>– EMG CEMS oder<br>S5-WAN-Router - EMG GEMS        | Planungsdaten, Marktdaten,<br>Steuerdaten  |                 |
| S06a_01                          | EMT-Plattform<br>Betriebskomp. Markt  | Messdaten, Planungsdaten,<br>Marktdaten, Steuerdaten,<br>Konfig.daten sicher weiter  |                 |

|         |  |   |  |
|---------|--|---|--|
|         |  | geleitet aus den Liegenschaftszellen                                |  |
| S06a_02 | EMT-Plattform - Komponente Messstellenbetrieb                            | Messdaten, Gerätedaten  |  |
| S06a_03 | EMT-Plattform - Basisdienste IoT-Plattform                               | Planungsdaten, Stammdaten, Transaktionsdaten, Kommunikationsschemen |  |
| S06a_04 | EMT-Plattform - Infosystem Messdaten                                     | Hochaufgelöste Messdaten von mMe und weiteren Submetern / Sensorik  |  |
| S06b_01 | S5-WAN-Router – Betriebskomp. Markt und Netz                             | Messdaten, Planungsdaten, Marktdaten, Steuerdaten, Konfig.daten     |  |
| S06b_02 | Betriebskomp. Markt und Netz - S5-WAN-Router                             | Planungsdaten, Marktdaten, Steuerdaten                              |  |
| S07_01  | EMT-Plattform – GWA  | Kommunikationsdaten   |  |
| S07_02  | GWA – EMT-Plattform  | Quittungsmeldungen, Statusdaten                                     |  |
| S08_01  | Komponente Messstellenbetrieb - Komponenten Energieliefer. Energiehandel | Messdaten, Gerätedaten  |  |
| S09_01  | EMT-Plattform - Komponente Leitwarte Fernwirkung und Netzmonit.          | Hochaufgelöste Messdaten der Powerqualität                          |  |
| S09_02  | Komponente Leitwarte Fernwirkung und Netzmonit. - EMT-Plattform          | Planungsdaten, Steuerdaten, Konfigurationsdaten,                    |  |
| S10_01  | Komponente Leitwarte Flex.prozesse – Flex.plattform                      | Planungs- und Marktdaten  |  |
| S10-0n  |  |   |  |
| S11_01  | Komponente Leitwarte Abstimmungskaskade VNB – Abstimmungskaskade ÜNB     | Planungsdaten, Steuerdaten  |  |
| S11_02  | Komponente Leitwarte Abstimmungskaskade ÜNB – Abstimmungskaskade VNB     | Planungsdaten, Steuerdaten  |  |
| S12_01  | Komponenten Energieliefer. Energiehandel – Marktplattformen              | Planungs- und Marktdaten  |  |
| S12_02  | Marktplattformen - Komponenten Energieliefer. Energiehandel              | Planungs- und Marktdaten  |  |

## 8.2 MVV: FRANKLIN connected

### **Schritt 1: Business Use Case und Use Case Konzept**

#### **Name des Use Cases**

Titel: HLUC-Cluster 050G, 050H, 050I - Verbindung der Energie-Community in FRANKLIN, sicheres und verfügbares Laden von Elektrofahrzeuge und geschützte Kommunikation über intelligente Messsysteme

#### **Konzept des Use Cases, Geschäftsdienste, Geschäfts- oder Handlungsnutzen (SGAM-Geschäftsebene)**

##### Geltungsbereich und Ziele geplanter Geschäftsdienste

An dieser Stelle wird die Beschreibung des Use Cases zur Integration von Geräten / Anlagen / Ladepunkten auf Basis der HLUCs G, H und I nicht weiter ausgeführt, sondern auf das Lastenheft zum Arbeitspaket 7.8 „Quartierszelle FRANKLIN“ [MVV, C/sells AP 7.8, Lastenheft, (04/2020)] verwiesen, wo sowohl die speziellen Use Cases für das Vorhaben sowie die zugehörigen HLUCs ausgeführt werden.

## 8.3 WIRCON: AutonomieLab Leimen

### Schritt 1: Business Use Case und Use Case Konzept

#### Name des Use Cases

Titel: HLUC-Cluster 050G, 050H, 050I – Geschützte Kommunikation zwischen Netzbetreiber und dem digitalen Hausanschluss mit einstellbarer Maximalleistung im AutonomieLab Leimen

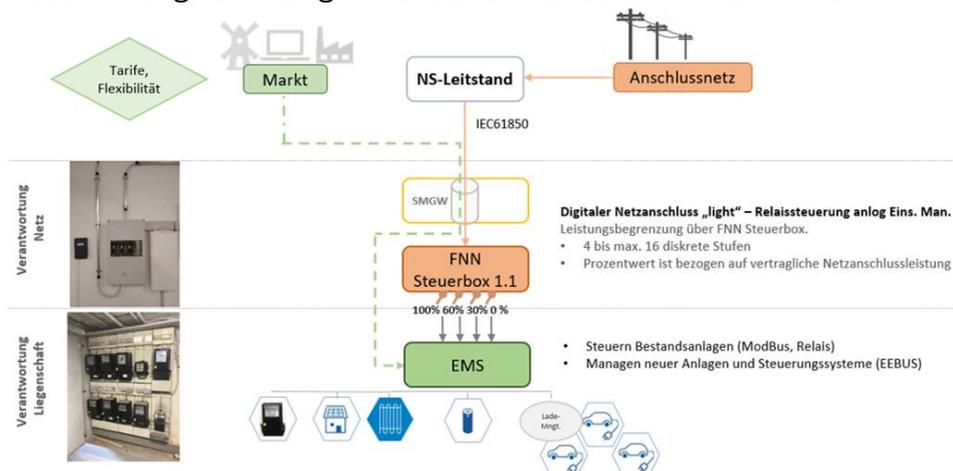
#### Konzept des Use Cases, Geschäftsdienste, Geschäfts- oder Handlungsnutzen (SGAM-Geschäftsebene)

##### Geltungsbereich und Ziele geplanter Geschäftsdienste

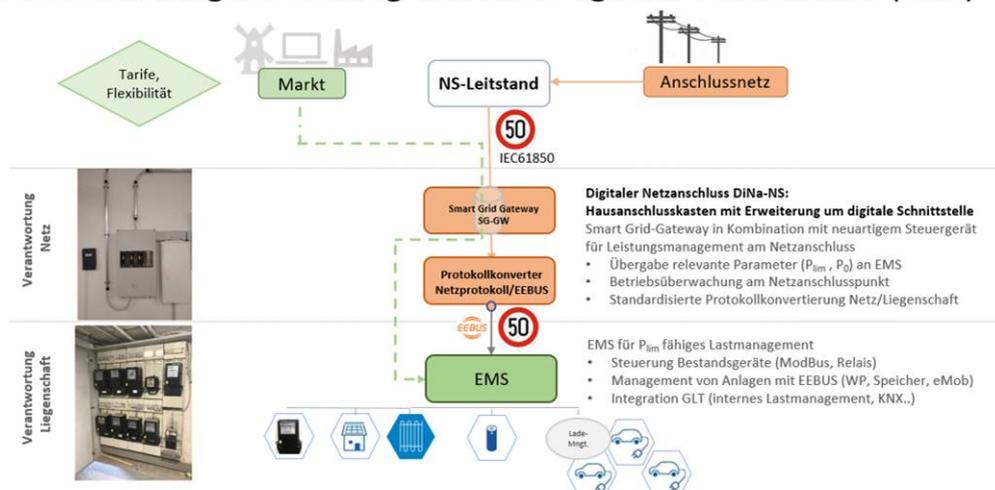
An dieser Stelle wird die Beschreibung des Use Cases zur Integration von Geräten / Anlagen in den Gebäuden vom AutonomieLab Leimen auf Basis der HLUCs G, H und I nicht weiter ausgeführt, sondern auf das Dokument [C/sells – Use Case Musterbeschreibung. (05/2020)] verwiesen.

#### Nachreichung in 2. Version des Ergebnisdokumentes

#### Szenario2: Leistungssteuerung am Netzanschluss über FNN Steuerbox



#### Szenario3: Steuerung von Leistung über einen digitalen Netzanschluss (DiNa)



## 8.4 KIT: Geschützte Geräteintegration auf Campus-Zelle KIT

Individueller Abschlussbericht des Zuwendungsempfängers KIT bis Juni 2021.

## 8.5 ISC / IEE: Geschützte Geräteintegration auf Quartierszelle Hohentengen

Das lokale EMS „SEALS“ wurde im Projektrahmen entwickelt und mit der „Open Source“ Energiemanagement-Plattform OGEMA verbunden für eine Flexibilitätsbereitstellung via SMGW-Anbindung. In der folgenden Abbildung ist die IKT-Infrastruktur skizziert.

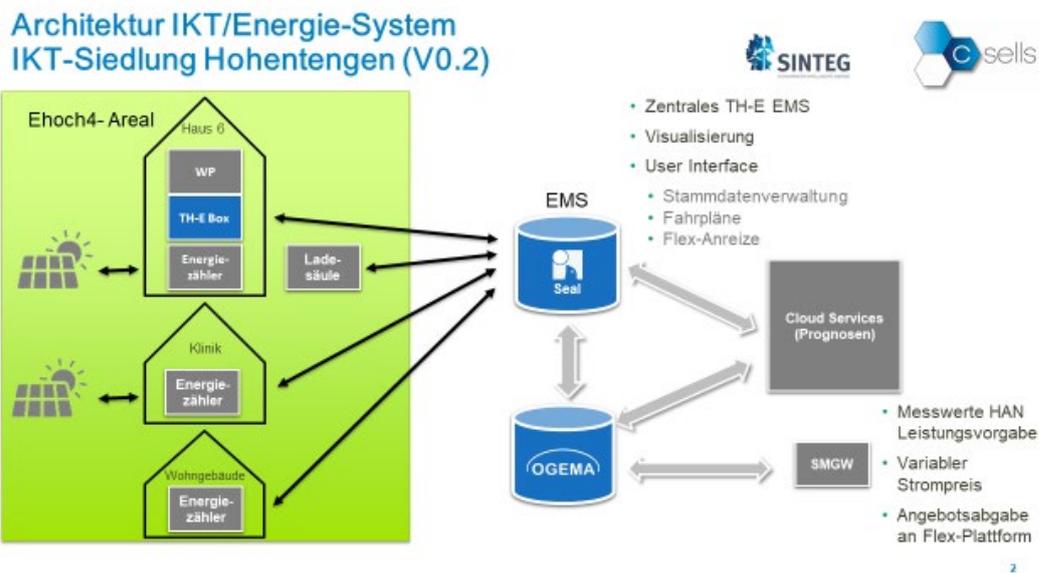


Abbildung 35 IKT-Architektur IKT-Siedlung Hohentengen

Es wurden dafür folgende „Hardware“ Einheiten integriert:

3 flexible Energiemodule (TH-Box) mit el./th. Speichern, WPs, BHKWs

1 OCPP V1.6 Ladestation 11/22kW

3 PV-Anlagen (12kW<sub>p</sub>, 4kW<sub>p</sub>, 2kW<sub>p</sub>)

6 EFH mit Strassenbeleuchtung und Hausmeisterpforte

1 Einliegerwohnung

Labortage mit Fußbodenheizungen, WPs

Heizkörperthermostate und Steckdosen mit Modbus Einbindung

Weitere Beschreibung im individuellen Abschlussbericht des Zuwendungsempfängers ISC Konstanz und Fraunhofer IEE bis Juni 2021.

## **8.6 FhG IEE: Geschützte Geräteintegration zur Zelle Stuttgart Fellbach**

Weitere Beschreibung im individuellen Abschlussbericht des Zuwendungsempfängers Fraunhofer ISE bis Juni 2021.

## **8.7 FST: Geschützte Geräteintegration zur Arealzelle Flughafen Stuttgart**

Weitere Beschreibung im individuellen Abschlussbericht des Zuwendungsempfängers Flughafen Stuttgart bis Juni 2021.

## **8.8 THU: Geschützte Geräteintegration zur Verteilnetzzelle Ulm**

Weitere Beschreibung im individuellen Abschlussbericht des Zuwendungsempfängers TH Ulm bis Juni 2021.

## **8.9 SWM: Geschützte Geräteintegration zur Wärmезelle München**

Weitere Beschreibung im individuellen Abschlussbericht des Zuwendungsempfängers Stadtwerke München bis Juni 2021.



## 9 Quellen

siehe Quellenverzeichnis in

**Kießling, A. et al. (11/2020):** Grundlagen der Massenfähigkeit. Methoden, Modelle für Interoperabilität durch Regeln, Standards und Normen sowie Verhältnis von Innovation, Standardisierung und Regulierung. Zusammenfassung, Motivation, Abgrenzung, Werkzeuge, Anwendung. Von <https://www.csells.net/de/ergebnisse-c-sells/arbeitspakete/45-arbeitspaket1-2.html> abgerufen