

Deliverable 11

Beschreibung der Proof-of-Concept Aufbauten und Zusammensetzung für die jeweiligen Komponenten so- wie den Misch-Pool

Regina Hemm, Johanna Spreitzhofer, Tara Esterl, AIT
Dominik Koller, Jonas Mägdefessel, neoom group GmbH

Nicole Diewald, Christian Neubauer, Fronius

Christoph Bacher, iDM

Friedrich Stocker, Frank Stocker, AE

Tarek Ayoub, WD

Lukas Zögernitz, TIWAG



aWATTar
Energy in sync with nature.



Energieforschungsprogramm - 4. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

Das Projekt Flex+ (864996) wird im Rahmen der 4. Ausschreibung des Energieforschungsprogrammes der Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) und dem Klima- und Energiefonds gefördert



INTERNE REFERENZIERUNG

- **Deliverable Nr.:** D11
- **Deliverable Name:** Beschreibung der Proof of Concept Aufbauten und Zusammensetzung für die jeweiligen Komponenten sowie den Misch-Pool
- **Lead Partner:** AIT
- **Work Package Nr.:** WP5
- **Task Nr. & Name:**
 - Task 5.1 / Validierung und KPIs
 - Task 5.2 / Wärmepumpen
 - Task 5.3 / Boiler
 - Task 5.4 / E-Mobilität
 - Task 5.5 / Stationäre Batteriespeicher
 - Task 5.5 / Anbindung eines Misch-Pools
- **Dokument (File):** D11.docx
- **Speicher Datum:** 2020-06-18

DOKUMENT SENSIBILITÄT

- Öffentlich**
- Konsortium und ausgewählte Review Partner**
- Ausschließlich Konsortialpartner**
- Vertraulich zwischen ausgewählten Projektpartnern**

ZUSAMMENFASSUNG

Um den mit fluktuerender erneuerbarer Erzeugung verbundenen vermehrten Schwankungen im Stromnetz vorzubeugen, ist der Einsatz von Speicherkapazitäten, welche Energie bei einem Überschuss aufnehmen, und bei einem Mangel wieder abgeben können, notwendig. Diese Kapazitäten sind in den Haushalten vieler EndkundInnen bereits zu finden, in Form von Wärmepumpen, Elektroboilern, Elektroautos und Batteriespeichern. Werden mehrere dieser Komponenten zu sogenannten Pools verbunden, kann die entstehende Flexibilität verwendet werden, um Schwankungen in der Erzeugung durch Einspeisung und Abgabe von Energie auszugleichen.

Im Forschungsprojekt Flex+ werden verschiedene Konzepte entwickelt, um an den verschiedenen Strommärkten mit diesen Komponenten teilzunehmen. Mithilfe von mathematischen Optimierungsmodellen kann ermittelt werden, wie die Teilnahme an den Märkten unter technischen Nebenbedingungen und den geringsten Kosten, möglich ist.

Diese Konzepte werden auch im Rahmen des Projektes in Feldtests umgesetzt. Deliverable D11 beschreibt dabei die praktische Umsetzung der verschiedenen Demopools. Es wird die Kundenakquise inklusive der aufgetretenen Herausforderungen, und die den Kunden gebotenen Anreize zur Teilnahme beschrieben. Es wird poolabhängig auf Aspekte wie Kundenrücklauf, Diskussionen mit Bauträgern, Feedback der Fokusgruppen, sowie die geografische Verteilung der Kunden eingegangen.

Anschließend wird auf die technischen Konzepte vom Pool inkl. IKT Anbindung zwischen Pool und Komponenten, Auflösung der Daten-Speicherung, Regelung etc. in den einzelnen Kapiteln der Komponenten beschrieben. Außerdem wird der geplante Ablauf der Demos beschrieben, welche Use-Cases umgesetzt werden und der zeitliche Umsetzungsplan für diese.

Im abschließenden Kapitel werden die für das Projekt definierten Key Performance Indikatoren beschrieben, anhand derer die Ergebnisse der Simulationen und Demos bewertet werden.

INHALTSVERZEICHNIS

1 EINLEITUNG	8
2 E-MOBILITÄTSPPOOL	9
2.1 Bedingungen und Anreize für die KundInnen	9
2.2 Beschreibung der Teilnahme der KundInnen im Pool	9
2.3 Beschreibung der Anreize beim Pool teilzunehmen	9
2.4 Tests der User Interfaces	9
2.5 Technisches Konzept vom Pool.....	10
2.5.1 Definition Ladestation/Ladepunkt.....	10
2.5.2 Anbindung zwischen Ladepunkt und Pool	10
2.5.2.1 Anbindung zwischen Ladepunkt und lokalen Gateway	11
2.5.2.1.1 Allgemeiner Aufbau lokales Gateway	12
2.5.2.1.2 Kommunikationsprotokoll Modbus TCP	12
2.5.2.1.3 Kommunikationsprotokoll OCPP	13
2.5.2.1.4 Flex+ Modul	13
2.5.2.1.5 [REDACTED]	13
2.5.2.2 Anbindung zwischen lokalem Gateway und Pool	14
2.5.3 Pool Umsetzung in der Cloud.....	14
2.5.3.1 Datenspeicherung	15
2.5.3.2 Forecasting/Optimierung	15
2.5.3.3 UI Schnittstelle	15
2.5.3.4 Kommunikation mit der Flex+ Plattform.....	15
2.5.4 Regelung im Pool.....	16
2.5.4.1 Anmeldung an den Pool	16
2.5.4.2 Verarbeitung und Regelung durch den Pool.....	16
2.5.4.3 Ende des Ladevorgangs	16
2.6 Geplanter Ablauf der Demo.....	16
2.6.1 Messung und Überwachung.....	16
2.6.2 Präqualifikation für Regelenergiemarkt	16
3 WÄRMEPUMPENPOOL	18
3.1 Bedingungen und Anreize für die KundInnen beim Pool teilzunehmen.....	18
3.2 Beschreibung der Teilnahme der KundInnen im Pool	18
3.3 Tests der User Interfaces	18
3.4 Technisches Konzept vom Pool.....	19
3.5 Geplanter Ablauf der Demo.....	19

4 BOILERPOOL.....	19
4.1 Bedingungen und Anreize für die KundInnen	19
4.2 Beschreibung der Teilnahme der KundInnen im Pool	20
4.3 [REDACTED]	21
4.4 Tests der User Interfaces	22
4.5 Technisches Konzept vom Pool inkl. IKT Anbindung zwischen Pool und Komponente.....	22
4.6 Beschreibung der Schnittstellen	23
4.7 Geplanter Ablauf der Demo.....	23
5 BATTERIEPOOL	23
5.1 Beschreibung der Teilnahme der KundInnen im Pool, Bedingungen und Anreize	23
5.2 Tests der User Interfaces	25
5.3 Technische Umsetzung des Pools	25
5.3.1 Schnittstellen zur Datenaufzeichnung.....	25
5.3.2 Schnittstellen zur Fernsteuerung	25
5.3.3 Softwarearchitektur für Implementierung	26
5.3.4 Integration zusätzlicher Komponenten im Pool	27
5.4 Geplanter Ablauf der Demo.....	27
5.4.1 Phasen zur Umsetzung	27
5.4.2 [REDACTED]	27
6 MISCHPOOL	28
6.1 Beschreibung der Teilnahme der KundInnen im Pool, Bedingungen und Anreize	28
6.2 Tests der User Interfaces	28
6.3 Technische Umsetzung des Pools	29
6.3.1 Schnittstellen zur Datenaufzeichnung.....	29
6.3.2 Schnittstellen zur Fernsteuerung	29
6.3.3 Softwarearchitektur für Implementierung	29
6.3.4 Integration zusätzlicher Komponenten im Pool	29
6.4 Geplanter Ablauf der Demo.....	30
6.4.1 Phasen zur Umsetzung	30
6.4.2 Präqualifikation für Regelenergiemarkt	30
6.4.3 Beschreibung der tatsächlich umgesetzten Use Cases	30
6.4.4 Zeitlicher Ablauf	30
7 KEY PERFORMANCE INDIKATORS	31
7.1 Referenzszenario	31
7.2 Testbeds	31

7.2.1 Anzahl der nominellen TeilnehmerInnen pro Testbed/Pool.....	31
7.2.2 Anzahl der aktiven TeilnehmerInnen pro Pool.....	31
7.2.3 Technische Verfügbarkeit der Komponenten.....	31
7.3 Energie und Umwelt	32
7.3.1 Stromverbrauch der Komponente / Rebound Effekt.....	32
7.3.2 PV-Direktnutzungsanteil	32
7.3.3 Reduktion CO ₂ Emissionen	33
7.4 Kosten und Erlöse.....	33
7.4.1 Stromkosten	33
7.4.2 Zusätzliche Erlöse.....	34
7.4.3 Sensitivität der Kosten in Bezug auf Prognosefehler	34
7.4.4 Kosten für Betrieb und Wartung	34
7.5 Prognose	35
7.5.1 Prognosequalität / Prognosegüte	35
7.5.2 Qualität der Baseline.....	35
7.6 Komfort und Eigeninteressen	35
7.6.1 Elektroauto: Unterschreiten der gewünschten Mindestladung	35
7.6.2 Elektroauto: Allgemeine Verfügbarkeit	36
7.6.3 Raumtemperatur: Verletzung der Komfortgrenzen	36
7.7 Zufriedenheit der NutzerInnen	36
7.7.1 Zufriedenheit der NutzerInnen hinsichtlich Raumtemperatur	37
7.7.2 Zufriedenheit der NutzerInnen hinsichtlich Verfügbarkeit des Elektroautos	37
7.7.3 Zufriedenheit der NutzerInnen hinsichtlich Warmwasserverfügbarkeit und Warmwassertemperatur.....	37
7.7.4 Zufriedenheit der NutzerInnen hinsichtlich Speicherbewirtschaftung.....	37
7.7.5 Generelle Zufriedenheit der NutzerInnen mit Flex+ Einbindung (z. B. Transparenz, Datensicherheit, Vertrauen)	37
7.7.6 Anzahl und Inhalt aktiver Beschwerden	37
7.7.7 Zufriedenheit User Interface	38
8 ZUSAMMENFASSUNG	39
9 ANHANG	41
9.1 Abbildungsverzeichnis.....	41
9.2 Tabellenverzeichnis	41

EINHEITEN UND ABKÜRZUNGEN

Abkürzung/Einheit	Bedeutung
OCPP	Open Charge Point Protocol
SOAP	Simple Object Access Protocol
XML	Extensible Markup Language
JSON	JavaScript Object Notations
WS	Websocket

1 Einleitung

Um die Klimaziele 2030 zu erfüllen, wird in Europa der Ausbau erneuerbarer Energieträger stark vorangetrieben. Durch die hohe Abhängigkeit von Umwelteinflüssen führt der Einsatz nachhaltiger Technologien wie beispielsweise Windenergie und Photovoltaik jedoch zu vermehrten Schwankungen im Stromnetz. Diese Problematik erfordert bei gleichzeitigem Rückbau von thermischen Kraftwerken, den Einsatz von Speicherkapazitäten, welche die nicht benötigte Energie bei einem Überschuss aufnehmen, und bei einem Mangel wieder abgeben können. Diese Kapazitäten sind in den Haushalten vieler EndkundInnen bereits zu finden, in Form von Elektroautos und Batteriespeichern. Auch Wärmepumpen und Elektroboiler können zu einer Lastverschiebung beitragen, indem sie die überschüssigen Energiemengen bei Bedarf aufnehmen, bzw. bei Lastüberschuss zurückgeregelt werden können. Werden mehrere dieser Komponenten zu sogenannten Pools verbunden, kann die entstehende Flexibilität verwendet werden, um an verschiedenen Strommärkten teilzunehmen und somit Schwankungen in der Erzeugung durch Einspeisung und Abgabe von Energie auszugleichen.

Im Forschungsprojekt Flex+ werden verschiedene Konzepte entwickelt, um an den verschiedenen Strommärkten mit diesen Komponenten teilzunehmen. Mithilfe von mathematischen Optimierungsmodellen kann ermittelt werden, wie die Teilnahme an den Märkten unter technischen Nebenbedingungen und den geringsten Kosten, möglich ist. Dazu wird ein Fahrplan erstellt, welcher auch den Ausgleich von Prognosefehlern von Regelenergieabrufen durch Nachkauf am Intradaymarkt, berücksichtigt und ermöglicht. Verschiedene Use-Cases wurden simuliert und deren Ergebnisse genauer in Deliverable D9 beschrieben.

Um die im Projekt Flex+ entwickelten Konzepte und Algorithmen umzusetzen, werden auch Demos mit den verschiedenen Komponenten durchgeführt. Die für die Demonstrationen benötigten Vorbereitungen werden in diesem Deliverable geschildert. Um Kunden zu finden, welche bereit sind am Feldversuch teilzunehmen und ihre Komponenten von externer Stelle steuern zu lassen, braucht es ein geeignetes Anschreiben. Einerseits ist dies nötig, um die Zweckmäßigkeit des Projektes für den Prosumenten/die Prosumentin darzustellen, und weiters auch, um mithilfe finanzieller Boni in Form von Gutscheinen o.Ä., einen Anreiz für die tatsächliche Teilnahme zu schaffen.

Die technische Anbindung der Komponenten an die herstellerseitige Cloud spielt ebenfalls eine wichtige Rolle für den Bezug der Daten von den Endgeräten, die Übermittlung der Fahrpläne an die Komponenten, die Fernsteuerung der Komponenten im Falle eines Regelenergieabrufes oder bei Fahrplanänderungen. Es muss festgelegt werden, welche Use-Cases getestet werden und wie dabei vorgegangen wird, um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten und es müssen äußere Gegebenheiten wie Jahreszeiten, welche beispielsweise für die Heizzyklen der Wärmepumpen relevant sind, sowie geographische Standorte, bei der Evaluierung beachtet werden.

2 E-Mobilitätspool

2.1 Bedingungen und Anreize für die KundInnen

Für das Projekt Flex+ hat die neoom group gmbh drei Projektteilnehmer akquirieren können. Diese verfügen jeweils über E-Fahrzeuge und Ladestationen.

Die Teilnehmer sind bereits bestehende Kunden oder wechseln zum Stromanbieter a-WATTar und besitzen einen Smart Meter. Die Teilnehmer sind Mitarbeiter oder nahestehende Personen von Mitarbeitern. Diese Teilnehmer akzeptieren, dass die Ladestationen während der Testphase eventuell nicht genutzt werden können. Weitere Teilnehmer zeigten sich zwar interessiert, wollten aber eine Einschränkung bei der Mobilität während der Testphase nicht hinnehmen.

Die Einsparung für die Teilnehmer liegt vor allem darin, dass Sie eine Gutschrift vom Stromanbieter bekommen und eine Stromkostensparnis von bis zu 50€ im Jahr, wenn Sie Ihre Ladestation zum Test zur Verfügung stellen.

2.2 Beschreibung der Teilnahme der KundInnen im Pool

Die Kunden stellen Ihre Ladestation bzw. E-Auto zur Verfügung und schließen dieses jedes Mal an die Ladestation an, egal ob Sie laden müssen oder nicht. Über einen Mini PC geben die Kunden einige Statuswerte des Fahrzeugs ein und wann Sie wieder ihr E-Auto benötigen. Die Teilnehmer stellen Ihre 8 Ladepunkte für das Projekt zur Verfügung. Durch die ausgewählten Teilnehmer wird einmal der klassische Pendler zur Arbeit abgedeckt, der Einfamilienhauskunde und eine kleine Flotte von einem Gewerbebetrieb mit klassischen Mitarbeitern, Vertriebbern und Installateuren. Es nutzen 11 Personen die Fahrzeuge, wobei 6 Personen die Fahrzeuge dauerhaft nutzen und nur an Werktagen andere Mitarbeiter die Fahrzeuge nutzen. Durch die Ergebnisse aus diesen spezifischen Gruppen erhofft sich die neoom group gmbh, schneller Services für Endkunden anbieten zu können, oder weitere Teilnehmer gewinnen zu können.

2.3 Beschreibung der Anreize beim Pool teilzunehmen

Nach erfolgreichem Test kann der Kunde bis zu 50€ pro Jahr an Stromkosten einsparen, wenn er am Projekt Flex+ teilnimmt. Weiters wird ihm die Möglichkeit gegeben, dass er die lokale Hardware behalten kann und somit die Möglichkeit hat, seine Ladestation und den Verbrauch des E-Autos über das Jahr genauer zu analysieren.

2.4 Tests der User Interfaces

Die User Interfaces werden auf einem Mini PC neben der Ladestation getestet und in der Praxis erprobt und nach einem möglichen erfolgreichen Test in ein App überführt.

2.5 Technisches Konzept vom Pool

Im folgenden Kapitel erfolgt die Definition des technischen Konzepts für den Elektromobilitätspool.

2.5.1 Definition Ladestation/Ladepunkt

Die Ladestation wird als das gesamte Gerät definiert und eine Ladestation hat dann einen oder mehrere Ladepunkte. Beispiel: „neoom BOOGIE“ ist eine Ladestation die über zwei Ladepunkte verfügt.

Die Kommunikation erfolgt immer mit den Ladepunkten und nicht mit der Ladestation, da die Kommunikationsschnittstellen jeweils pro Ladepunkt vorhanden sind.

2.5.2 Anbindung zwischen Ladepunkt und Pool

Die Anbindung der Ladepunkte an den Pool erfolgt über ein lokales Gateway, das einerseits die lokale Kommunikation zum Ladepunkt ermöglicht, und andererseits die Kommunikation zum Pool über das Internet übernimmt (siehe Abbildung 1).

Des Weiteren wurden für die Anbindung der Ladepunkte an das lokale Gateway zusätzlich zwei bestehende Kommunikationsprotokolle implementiert, welche eine bi-direktionale Kommunikation zwischen dem lokalen Gateway und den Ladepunkten ermöglichen. Für die Kommunikation des lokalen Gateways zum Pool, bzw. vom Pool zum lokalen Gateway, wurde einerseits der bereits bestehende Kommunikationskanal verwendet und zusätzlich ein weiterer Kommunikationskanal speziell für die Livekommunikation implementiert.

Der Pool ist als ein zusätzlicher Service in die bereits bestehende Cloudlösung „NTILITY Sky“ eingebunden und nutzt auch deren Infrastruktur, wie Datenbanken, bestehende Kommunikationskanäle. Der Pool übernimmt dann alle Aufgaben wie die Bereitstellung der Liveschnittstelle, Kommunikation mit der Schnittstelle der Flex+ Plattform, Forecasting und Optimierung, globale Steuerung der Ladepunkte in Verbindung mit den lokalen Gateways, sowie die Speicherung der Daten.

Die Anbindung zwischen Ladestation und lokalem Gateway und die Anbindung zwischen lokalem Gateway und Pool werden in Abbildung 1 überblickmäßig dargestellt und in den nachfolgenden Unterkapiteln im Detail beschrieben.

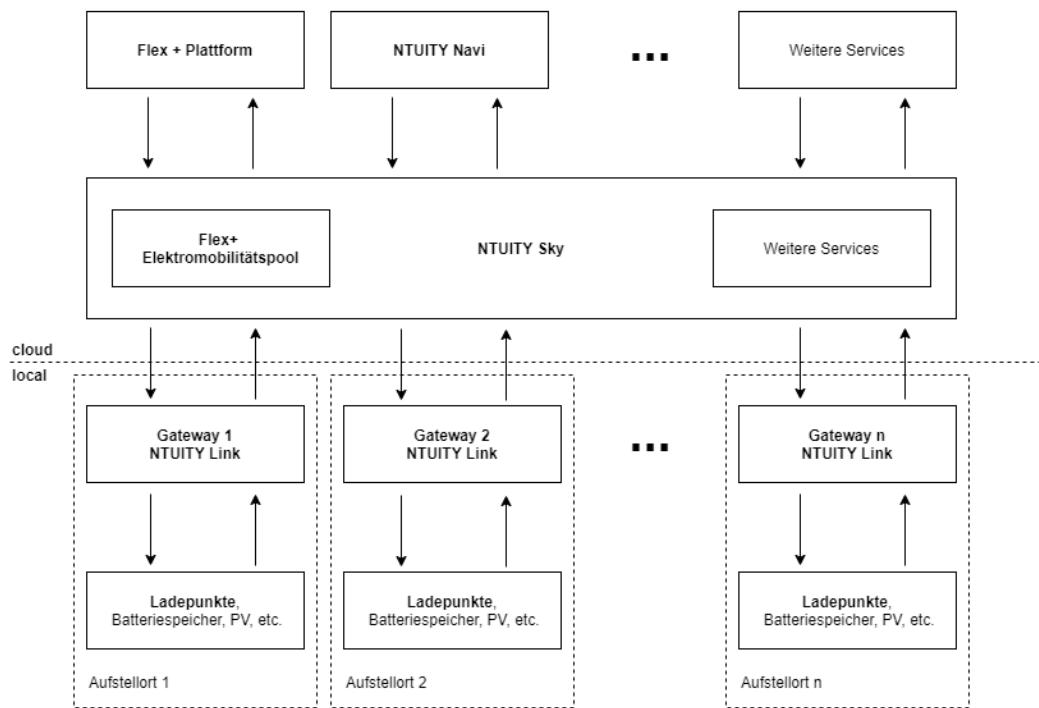


Abbildung 1 - Übersicht technisches Konzept

2.5.2.1 Anbindung zwischen Ladepunkt und lokalen Gateway

Das lokale Gateway ist das Verbindungsglied zwischen lokalen Komponenten wie Ladepunkten, Batteriespeichern, Photovoltaikanlagen, Energiezählern, etc. und der „NTILITY Sky“ Cloud. Das heißt es gibt pro Standort wo sich 1 bis n Ladepunkte befinden können ein Gateway das die Kommunikation zum Pool übernimmt.

Im Rahmen dieses Projekts liegt der Fokus auf der Anbindung der Ladestationen „neoom BOOGIE“ sowie „neoom BOXX“. Beide Ladestationen basieren auf dem gleichen Laderegler, mit dem wahlweise über Modbus TCP oder das Open Charge Point Protocol (OCPP) kommuniziert werden kann.

Wie Abbildung 2 zeigt bietet das lokale Gateway nicht nur die notwendige Kommunikationsinfrastruktur für die Ladepunkte an, sondern es stellt auch lokale Services wie das Charging Management System (CMS) oder das Flex+ Modul zur Verfügung.

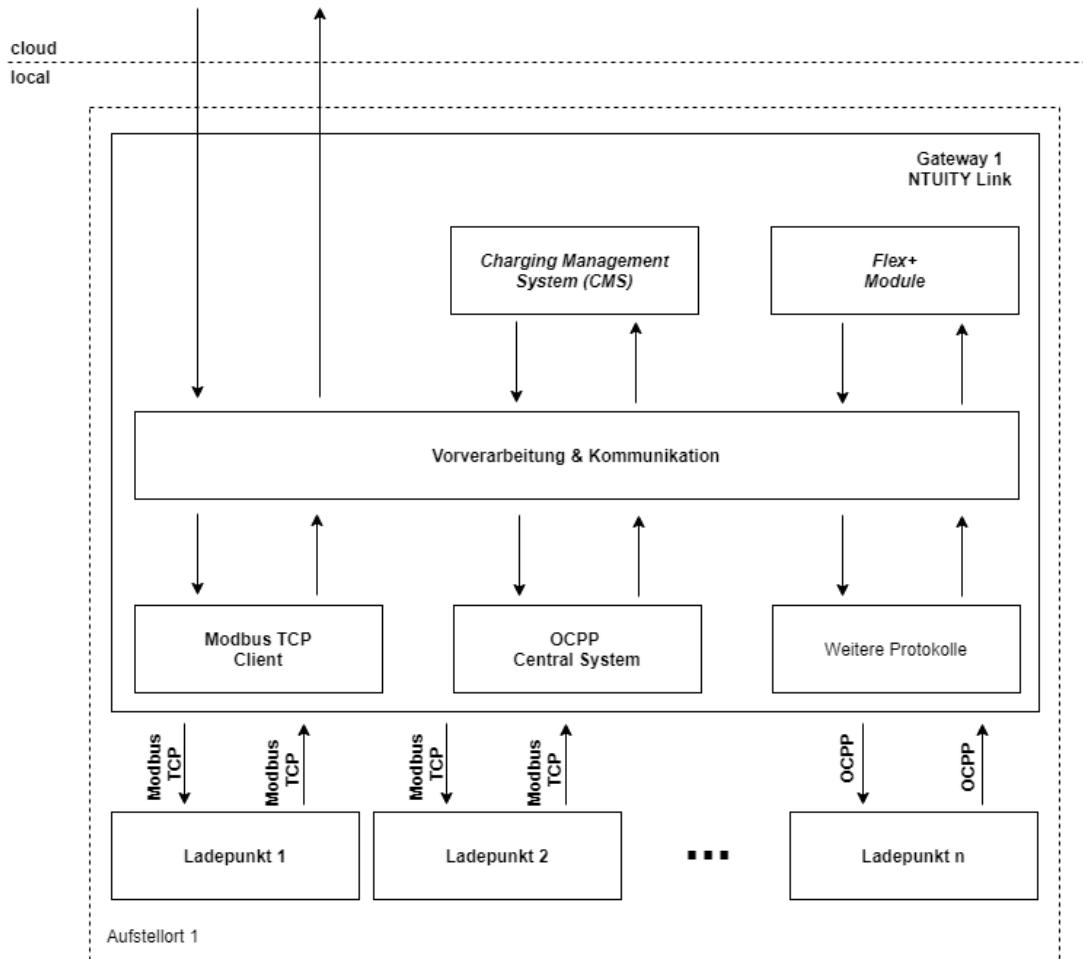


Abbildung 2 - Übersicht der Anbindung zwischen Ladestation an das lokale Gateway (inkl. lokalen Services)

2.5.2.1.1 Allgemeiner Aufbau lokales Gateway

Grundsätzlich besteht das lokale Gateway einerseits aus einer Hardwarekomponente und andererseits aus einer Softwarekomponente. Hardwareseitig kommt der „neoom BEAAM“ zum Einsatz, ein Industriecomputer mit einem Linux basierten Betriebssystem. Als Softwarekomponente kommt „NTILITY Link“ zum Einsatz, dabei handelt es sich um eine Edge-Computing Lösung, die wie Abbildung 2 zeigt, einerseits die Vernetzung von z.B. Ladestationen übernimmt aber eben auch die Möglichkeit bietet, Applikationen wie das CMS oder das Flex+ Modul auf dem lokalen Gateway ausführen zu können.

2.5.2.1.2 Kommunikationsprotokoll Modbus TCP

Für die Kommunikation mit den einzelnen Ladepunkten einer Ladestation kann Modbus TCP verwendet werden. Hierbei bildet der Ladepunkt den Modbus TCP Server und das entsprechende Modbus TCP Softwaremodul am lokalen Gateway den Client.

Das Modbus TCP Softwaremodul baut eine Verbindung zu den jeweiligen Ladepunkten auf, sobald die entsprechenden Verbindungsinformation aus der Cloud am lokalen Gateway vorhanden sind. Danach werden in einem konfigurierbaren Intervall die Daten die in den Registern stehen ausgelesen und nach einer Vorverarbeitung am lokalen Gateway an die lokalen Applikationen sowie die Cloud und dementsprechend auch an den Pool weitergeleitet.

Der Zeitintervall ist aktuell für Standardanwendungen auf eine Standardwert von 5s gesetzt, ist aber grundsätzlich frei konfigurierbar und wird daher im Rahmen des **Flex+**

Projekts auf 1s gesetzt um die entsprechenden Anforderungen an die Datenauflösung erfüllen zu können.

Werden Befehle von anderen Modulen oder der Cloud im Modbus TCP Softwaremodul empfangen, so wird das entsprechende Register mit dem Wert der im Befehl enthalten ist beschrieben, z.B. setzen des maximalen Ladestroms.

Etwaige Skalierungen, Konvertierungen, etc. werden im Modul „Vorverarbeitung & Kommunikation (siehe Abbildung 2) durchgeführt.

2.5.2.1.3 Kommunikationsprotokoll OCPP

Grundsätzlich kann man bei OCPP in unterschiedliche Versionen unterscheiden, beginnend von 1.5 (SOAP/XML), 1.6 (SOAP/XML und WS/JSON), 2.0.0 (WS/JSON) bis 2.0.1 (WS/JSON). Aktuell wurde die Version 1.6 (WS/JSON) umgesetzt, da diese Version noch immer stark verbreitet ist und auch die „neoom“ Ladestation (außer „neoom WHIZZY“) diese unterstützen.

Der Vorteil liegt darin das OCPP einen offenen Standard bildet und somit die Kommunikation mit den einzelnen Ladepunkten vereinfacht da die Nachrichten die ausgetauscht werden im Protokollstandard eindeutig identifiziert sind und somit jeder Ladepunkt der OCPP 1.6 (WS/JSON) unterstützt an unseren Pool angebunden werden kann.

Die Implementierung erfolgt wie bei Modbus TCP als Softwaremodul das dann am lokalen Gateway läuft. Konkret wurde im Fall von OCPP 1.6 (WS/JSON) das sogenannte „Central System“ basierend auf einer bestehenden Softwarebibliothek implementiert. Eine Implementierung von OCPP am Ladepunkt war nicht nötig, da OCPP 1.6 (WS/JSON) bereits in der entsprechenden Software die am Ladecontroller läuft enthalten ist, diese bildet dann den sogenannten „Charge Point“ im Sinne der OCPP Spezifikation.

Technisch gesehen ist das „Central System“ nichts anderes als ein Server der es dem Client, also dem „Charge Point“ ermöglicht eine WebSocket-Verbindung aufzubauen. Das heißt sobald ein Ladepunkt mit der URL des entsprechenden „Central System“ konfiguriert wurde, baut der Ladepunkt eine Verbindung zum „Central System“ auf, und die Datenübertragung folgt dann dem im OCPP 1.6 Standard spezifizierten Schema.

In diesem Fall werden die Daten aktiv vom Ladepunkt zum lokalen Gateway gesendet, das heißt es ist kein „Polling“ wie bei Modbus TCP nötig.

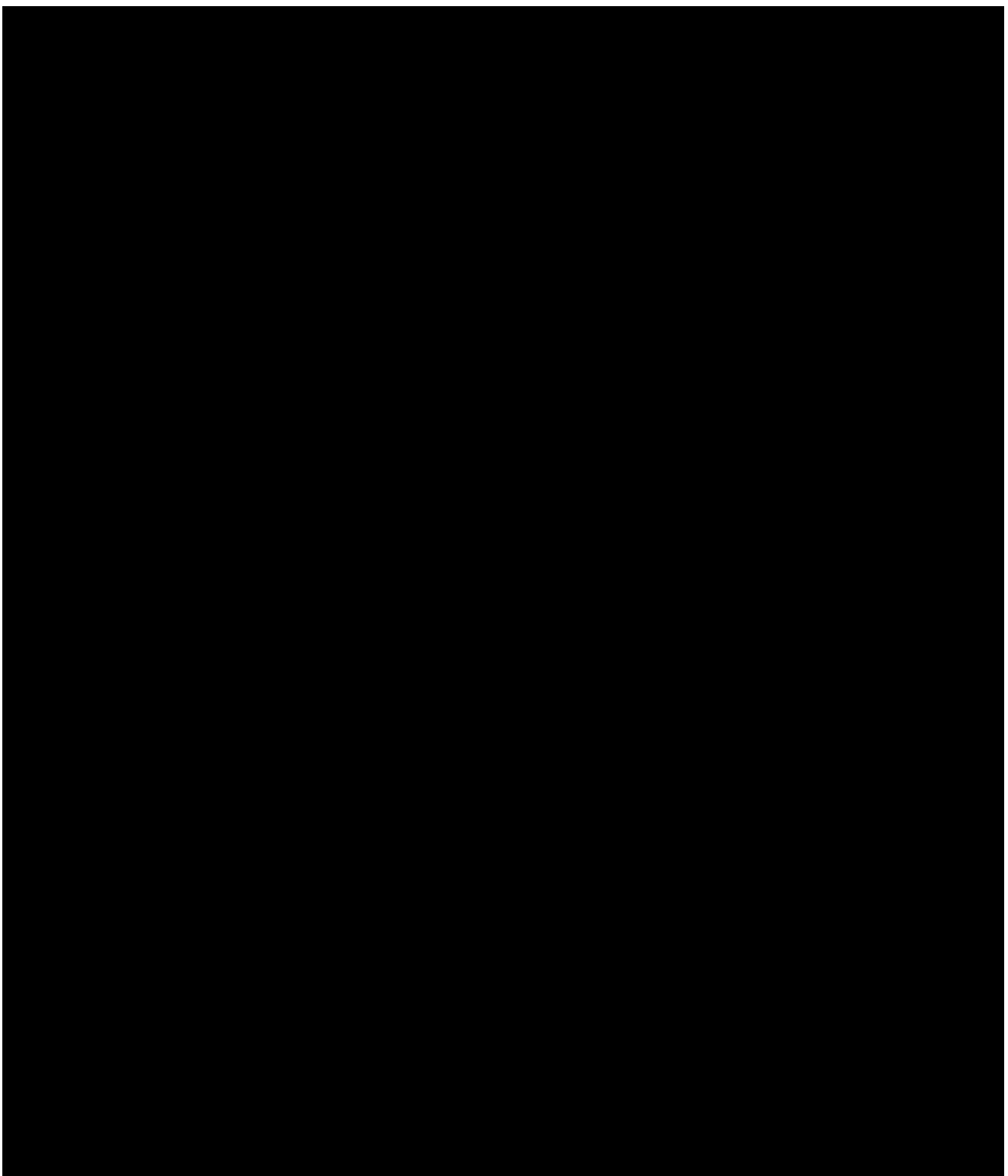
Der Zeitintervall indem der Ladepunkt die Daten an das OCPP Softwaremodul am lokalen Gateway sendet ist auch hier frei konfigurierbar und wird im Rahmen des Flex+ Projekts mit 1s gewählt.

Werden Befehle von anderen Modulen oder der Cloud im OCPP Softwaremodul empfangen, so wird dieser als entsprechende OCPP Nachricht über die bestehende WebSocket-Verbindung an den Ladepunkt übertragen und von diesem verarbeitet. Weiters gibt es sofort eine Rückmeldung ob der Befehl vom Ladepunkt erfolgreich verarbeitet werden konnte oder nicht und es kann dementsprechend reagiert werden.

Etwaige Skalierungen, Konvertierungen, etc. werden im Modul „Vorverarbeitung & Kommunikation (siehe Abbildung 2) durchgeführt.

2.5.2.1.4 Flex+ Modul

Übernimmt als lokales Softwaremodul die Leistungsvorgabe für das CMS, d.h. es nimmt die entsprechenden Befehle der globalen Regelung des Pools entgegen und kommuniziert diese entsprechend an das CMS. Dies hat den Vorteil das das CMS ohne größere Adaptierungen verwendet werden kann, und somit nur minimale Anpassungen in der Implementation des CMS nötig sind.



2.5.2.2 Anbindung zwischen lokalem Gateway und Pool

Die Kommunikation vom Gateway zur Cloud wird über eine mittels TLS abgesicherte MQTT Verbindung oder eine Secure Websocket Verbindung (für Livekommunikation) umgesetzt. Die Kommunikation von der Cloud zum lokalen Gateway via HTTPS.

2.5.3 Pool Umsetzung in der Cloud

Die folgenden Punkte beschreiben die Integration bzw. die Implementierung des Elektromobilitäts pools in der bereits bestehenden Cloudlösung.

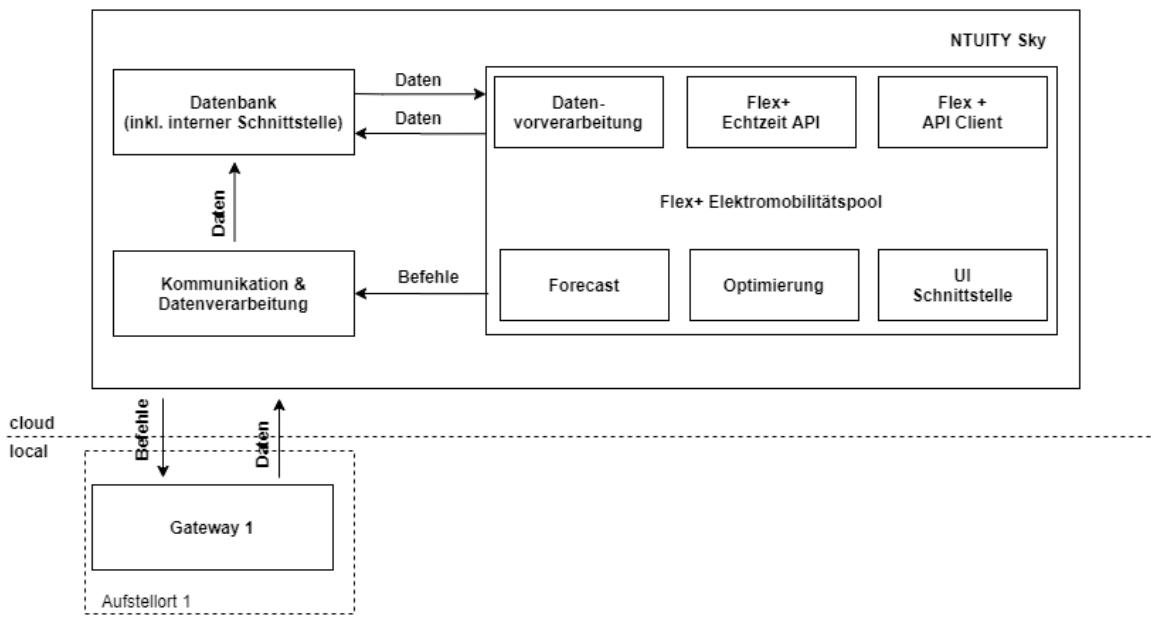


Abbildung 3 - Übersicht Elektromobilitätspool in der Cloud

2.5.3.1 Datenspeicherung

Bei der Datenspeicherung wird unterschieden ob es sich um die Livedaten der Ladepunkte handelt die in einer Auflösung von 2 Sekunden gespeichert werden oder ob es sich um Daten handelt die in einer nicht so hohen Auflösung gespeichert werden, z.B. die Energiewerte für die Abrechnung die in einer Auflösung von 15 Minuten gespeichert werden.

Als Livedaten für die Ladepunkte werden die aktuelle Leistung, der Status des Autos, der maximale Ladestrom und der Strom der einzelnen Phasen erfasst und in einer Auflösung von 2 Sekunden gespeichert.

2.5.3.2 Forecasting/Optimierung

Die nötigen Forecasts bzw. Optimierungen für Day-Ahead bzw. Regelenergie werden entsprechend den Methoden die im Arbeitspaket 3 für den Elektromobilitätspool definiert wurden implementiert und in den Pool integriert.

2.5.3.3 UI Schnittstelle

Über die UI-Schnittstelle werden die Daten die über die zu entwickelnde UI (basierend am Prototyp der FHTW), in die Datenbank eingepflegt und werden dienen dann als Input für das Forecasting bzw. die Optimierung verwendet, da z.B. der State-of-Charge (SoC) von Elektrofahrzeugen im Moment noch nicht zwischen dem Elektrofahrzeug und dem Ladepunkt übertragen wird, aber für das Forecasting bzw. die Optimierung von Bedeutung ist.

2.5.3.4 Kommunikation mit der Flex+ Plattform

Die Kommunikation mit der Flex+ Plattform erfolgt einerseits über eine REST Schnittstelle die auf Seiten der Flex+ Plattform umgesetzt ist und andererseits über eine weitere REST Schnittstelle die auf Seiten des Elektromobilitätspools umgesetzt ist. Letztere wird auch als Liveschnittstelle bezeichnet, da über diese die in Arbeitspaket 4 definierten „Echtzeitprozesse“ abgewickelt werden. Die weiteren in Arbeitspaket 4 definierten Schnittstellen für die Prozesse am Vortag und die Abrechnung werden durch die REST Schnittstelle auf Seiten der Flex+ Plattform abgebildet.

2.5.4 Regelung im Pool

Alle Ladestationen sind immer am Pool angeschlossen und können jederzeit von den KundInnen genutzt werden.

2.5.4.1 Anmeldung an den Pool

Der Kunde/die Kundin steckt sein/ihr Fahrzeug an die Ladestation an und gibt über das User Interface folgende Werte ein: Den aktuellen Ladestatus des Fahrzeugs und den Zeitpunkt, zu dem voraussichtlich die Ladestation wieder verlassen wird. Die Daten werden anschließend an den Pool übermittelt.

2.5.4.2 Verarbeitung und Regelung durch den Pool

Aus den gesammelten Daten werden Kapazitäten errechnet, die am Regelenergiemarkt angeboten werden sollen.

2.5.4.3 Ende des Ladevorgangs

Ist das E-Auto vollgeladen oder die Regelenergie ausgeschöpft, stoppt der Ladeprozess und wird beendet, bzw. zu einem späteren Zeitpunkt fortgeführt.

2.6 Geplanter Ablauf der Demo

2.6.1 Messung und Überwachung

Die Daten aus den Demonstrationsanlagen werden laufend aufgezeichnet und ausgewertet. Auf Basis dieser Daten werden mögliche Regelszenarien entwickelt und durchgespielt. Bis Ende Juni 2020 werden Daten gesammelt und bis Mitte Juli 2020 ausgewertet. Ende Juli bis August 2020 soll dann mit den ersten Demos gestartet werden. Angedacht ist die Teilnahme am Sekundärregelenergiemarkt und Day-Ahead Spotmarkt bzw. nur am Day-Ahead Spotmarkt. Auf Grundlage der Simulationen können hier die größten Ersparnisse für den Endkunden erzielt werden. In der Software Implementierung werden diese Use Cases berücksichtigt. Ab August sollen dann jeweils die Use Cases getestet werden um zu sehen, ob es bei einem von beiden bessere Ergebnisse gibt. Sollte dies der Fall sein, wird dieser zunächst weiterverfolgt und optimiert, bzw. Fehler behoben. Danach wird der zweite Use Case nochmals getestet und optimiert. Ziel ist es, einen Use Case zuverlässig bis Oktober abbilden zu können.

2.6.2 Präqualifikation für Regelenergiemarkt

Für die Präqualifikation ist die neoom group gmbh mit der TIWAG in Kontakt und erarbeitet derzeit ein mögliches Szenario, wie die Präqualifikation ablaufen könnte. Folgendes wurde dabei bisher erarbeitet: Es wird ein theoretisches Modell geben, das auf ca. 500 Ladepunkten basiert. Dieses wird auf die 8 Ladepunkte der Demo heruntergerechnet und getestet. Diese 8 Ladepunkte werden wiederum zu 100% mit Backups gesichert, um eventuellen Ausfällen vorzubeugen. Dies wird im späteren Verlauf dadurch geschehen, dass es eine Reservekapazität von Ladestationen gibt, die zwar am Pool mit Kapazitäten angemeldet sind, aber nicht regulär in der angeboten Regelenergie berücksichtigt werden. Weiters wurde definiert, dass nur negative Regelenergie getestet wird.

Der mögliche Lastabwurf, um positive Regelenergie anbieten zu können, ist zwar theoretisch möglich, bedarf aber einer noch höheren technischen Anpassung der Systeme, sodass dies nur theoretisch im Modell durchgespielt wurde und für den aktuellen Praxistest, als nicht relevant erachtet wurde. Der positive Lastabwurf wird ab einer Ladestationsanzahl von mindestens 1000 Ladepunkten mit mindestens 3,6kW Anschlussleistung interessant.

Weiter müssen die E-Autos eine freie Speicherkapazitätsgröße von 40kWh aufweisen, um Leistungen über 4h bereit zu stellen. Dies ist allerdings mit den aktuellen Demo- Fahrzeugen nicht zu realisieren, da diese durchschnittlich zu geringe Speicherkapazitäten aufweisen.

Für die negative Regelenergie können die Leistungen verzögert gestartet werden und es bedarf keiner zusätzlichen Steuerung für die Kunden. Sollte es zu keinem Abruf der Regelenergie kommen, wird das Fahrzeug auch nicht weiter geladen. Das Fahrzeug wird zu Beginn des Ladevorgangs auf die Mindestreichweite geladen, die durch den Kunden zu Beginn des Projekts definiert wurde. Somit kann gewährleistet werden, dass der Kunde immer eine Reichweite von ca. 100km und im Notfall alle Mobilitätsmöglichkeiten hat. Für den Demo Ablauf wurden folgende Zeitfenster ausgeschlossen: 6-10 Uhr morgens und 16-20 Uhr abends. Die Regelenergie wird angeboten, wenn mindestens 50% der Ladepunkte am Pool angemeldet sind. Das Szenario wird gemeinsam mit der TIWAG getestet und nach einem erfolgreichen Test der APG vorgestellt.

Tabelle 2 – Demopool Ladestation und Demo Fahrzeug

Kunde	Ladeleistung Station	Ladeleistung Demo Fahrzeug	Kapazität Demo Fahrzeug
Kunde Pendler	3,2-22 kW	Max. 3,6 kW	18 kWh
Kunde Einfamilie	3,2-22 kW	Max. 6,7 kW	40 kWh
Kunde Gewerbe	3,2-22 kW	Max. 6,7 kW	40 kWh*
Kunde Gewerbe	3,2-22 kW	Max. 6,7 kW	40 kWh*
Kunde Gewerbe	3,2-22 kW	Max. 6,7 kW	60 kWh*
Kunde Gewerbe	3,2-22 kW	Max. 6,7 kW	60 kWh*
Kunde Gewerbe	3,2-11 kW	Max. 22 kW	90 kWh*
Kunde Gewerbe	3,2-11 kW	Max. 3,6 kW	18 kWh*

* Die Fahrzeuge können an allen Ladestationen des Gewerbekunden laden.

3 Wärmepumpenpool

3.1 Bedingungen und Anreize für die KundInnen beim Pool teilzunehmen

Der IDM Wärmepumpenpool setzt sich aus Kunden der TIWAG und aWATTar zusammen. Die Wärmepumpen, die für die Nutzung im Pool verwendet werden, sind Bestandsanlagen, welche bereits mit myIDM (der IDM Wärmepumpencloud) vernetzt sind. Alle Geräte sind modulierende Geräte und können somit ihre Leistung ca. zwischen 30% - 100% modulieren. Voraussetzung für die Poolteilnahme ist ein aktiver Liefervertrag mit den genannten Energielieferanten, eine dauerhafte Internetverbindung mit der Anlage und die Zeichnung der Teilnahmebedingungen des Kunden mit IDM und dem Energielieferanten. Da im Demobetrieb keine Weitergabe von Kostenvorteilen aus der Optimierung vorgesehen ist, werden die Kunden mit einem Wartungsgutschein für die Wärmepumpe seitens der Firma IDM entschädigt. Die Teilnahme wurde als Pilotbetrieb im Rahmen eines Forschungsprojektes kommuniziert, somit war den KundInnen bekannt, dass es sich um ein noch nicht fertiges Produkt/Technologie handelt.

Die KundInnen wurden darüber informiert, dass der Betrieb ihrer Wärmepumpe im Rahmen des Forschungsprojektes so optimiert wird, dass sie vor allem dann läuft, wenn Überkapazitäten auf verschiedenen Energiemärkten verfügbar sind. Es handle sich um einen großflächigen Realbetrieb, in dem neben Wärmepumpen auch Boiler, E-Autos und Batteriespeicher an dem Pool teilnehmen. Im Zuge des Pilotbetriebes würde darauf geachtet, dass der Wärmekomfortbereich eingehalten wird.

3.2 Beschreibung der Teilnahme der KundInnen im Pool

An die Besitzer von Bestandsanlagen von IDM im TIWAG Versorgungsgebiet, mit für das Projekt passenden Wärmepumpen, wurde ein Anschreiben verfasst, an welches Teilnahmebedingungen und Detailinformationen angehängt wurden. Für die Anmeldung wurde eine eigene Anmeldeseite auf der Homepage von IDM erstellt auf der sich die Kunden registrieren konnten. Im Anschreiben wurde einer Teilnahmevergütung im Rahmen eines Jahreswartungsgutscheins für die Wärmepumpe in der Höhe von €289,- dargestellt. Das Anschreiben der ca. 170 Kunden wurde in 2 Teile aufgeteilt. Das erste Drittel wurde per Post angeschrieben. Die Idee dahinter war, dass Unklarheiten in einem zweiten Anschreiben korrigiert werden können. Nachdem die Rücklaufquote mit unter 5 Teilnehmern sehr gering ausfiel, wurden die angeschriebenen Besitzer per Telefon kontaktiert um die Beweggründe für das Nichtanmelden zu hinterfragen.

Die genannten Gründe waren:

- Die Anlage wurde bereits von einem anderen Stromanbieter beliefert
- Die KundInnen hatten keine Zeit sich das Anschreiben genau anzusehen
- Einige KundInnen konnten nicht erreicht werden

Das zweite Anschreiben wurde per Mail verfasst. Von den 170 Anlagen konnten trotz telefonischen Kontaktes zu ca. 50% der angeschriebenen KundInnen nur 24 zur Teilnahme am Pool gewonnen werden. Es startet ein weiteres Anschreiben an aWATTar Kunden. Hier werden zusätzlich bis zu 15 weitere Pilotkunden erwartet.

Somit sind die Pilotkunden auf Tirol (Versorgungsgebiet der TIWAG) und aWATTar (gesamt Österreich) verteilt.

3.3 Tests der User Interfaces

Aus den Pilotkunden, die bei den Teilnahmebedingungen einer Kontaktanfrage durch das FH Technikum Wien zugestimmt haben, wurde eine Auswahl für die User Interface Tests an das FH Technikum Wien übermittelt.

3.4 Technisches Konzept vom Pool

Die Wärmepumpen im Pool sind über das Kundeninternet über eine verschlüsselte SSL Verbindung an die beiden Aktivierungsserver (Georedundant) angebunden. Hinter diesen beiden Servern steht ein Spark Rechencluster auf welchem die Gerätedaten abgespeichert werden. Dieser Rechencluster hat weiters Zugriff auf die Wetterdaten der Anlagen und in weiterer Folge auf die Preis- und CO₂ Zeitreihen. Derzeit werden diese über Files bereitgestellt. Auf dem Spark Cluster können parallel Daten für die Optimierung vorbereitet werden und auch die Optimierung selbst liegt am Cluster. Aus der Optimierung werden Sollkurven auf die Aktivierungsserver gesendet, welchen der Pool dann folgt. Die beiden Server sind so aufgebaut, dass der zweite die Aktivierungslogik und Kommunikation zum Pool übernimmt, wenn der erste ausfällt. Alle Maschinendaten werden im 2s Intervall gespeichert. Die Optimierung wird im 15min Raster erstellt. Im Regelenergiebetrieb übernimmt der Aktivierungsserver die volle Kontrolle über die Wärmepumpen. Außerhalb des Regelenergiebetriebs arbeiten die Wärmepumpen ihre Sollzeitreihen eigenständig ab. Die Wärmepumpe wird dann anhand der Zeitprogramme der KundInnen in den gewählten Temperaturbereichen geregelt. Für die eingestellten Temperaturbereiche gelten aber weiterhin Toleranzbänder für z.B. die Raumtemperatur.

3.5 Geplanter Ablauf der Demo

Derzeit wird die Optimierung am Spark Cluster implementiert und validiert. Ziel ist es bis zum Sommer 2020 in einen Probebetrieb zu kommen um in den ersten Monaten Fehler beheben zu können. Ab Herbst 2020 ist der volle Pilotbetrieb geplant. Der lange Prozess der Präqualifizierung wurde bereits vor dem Forschungsprojekt begonnen und nach iterativen Anpassungen im Rahmen des Forschungsprojektes wurde der Wärmepumpenpool seitens der APG für den Tertiär Markt präqualifiziert. Die Präqualifizierung wurde allerdings über den A1 Energy Pool durchgeführt und muss mit den Pilotkunden noch mit der TIWAG durchgeführt werden.

Geplant ist den Testbetrieb im Sommer 2020 aufzunehmen und zuerst einen Testbetrieb mit Day-Ahead Optimierung durchzuführen. Im zweiten Schritt soll eine Regelenergie Optimierung mit Testsignalen am Pool durchgeführt werden. Daraus müssen Optimierung und Aktivierung validiert werden. Erst dann soll ein realer Testbetrieb mit Regelenergiesignalen der TIWAG erfolgen.

4 Boilerpool

4.1 Bedingungen und Anreize für die KundInnen

Die Akquirierung der Kunden für den Boilerpool erfolgte im Rahmen eines Sanierungsprojektes eines aus den 70er Jahren stammenden, über 31 Wohneinheiten umfassenden und lediglich mittels Strom beheizten Wohngebäudes, durch das Tiroler Energieversorgungsunternehmen TiWAG und einer lokalen Wohnbaugruppe.

Hierzu konnten 22 BewohnerInnen als Teilnehmer gewonnen werden, die als Teilnahmebedingung ihre Nutzerdaten zur Verfügung stellen mussten.

Die Kundenakquise wurde in mehrfachen Gesprächen im Rahmen von Mieterversammlungen und Einzelgesprächen betrieben.

Begleitend dazu wurden auch Leitgedanken wie „Beitrag zur Netzstabilität“ und damit in weiterer Folge „Schaffung der Voraussetzung zur Nutzbarmachung erneuerbarer Energiequellen - Grüner Gedanke“ nach außen getragen, um damit die potentiellen TeilnehmerInnen zu sensibilisieren. Unterstützend dazu, wurde von Austria Email ein Folder erstellt. Abgerundet wurden diese Maßnahmen zur KundInnenakquise durch das Angebot durch die TIWAG persönlich beim Kunden Energieberatungen durchzuführen.

Bezüglich des Aufbaus und des Hintergrundes des Testbetriebs wurde beim Erstkontakt mit den Mieter*innen in einem persönlichen Gespräch das Projekt Anhand der Projekt-Vereinbarung erläutert und beschrieben. Hintergrund für den Testbetrieb war die Kooperation zwischen TIWAG und dem Wohnbauräger zur gemeinsamen Reduktion der Endenergie (Sanierung Gebäudehülle) und der möglichst effizienten Bereitstellung der verbleibend notwendigen Energie. Dafür benötigt es einen Aufbau in den Wohnungen mit smarten Komponenten, die zunächst die Effizienz erhöhen und im zweiten Schritt der TIWAG eine Steuerungs- und Datenschnittstelle bereitstellen.

In der Projektlaufzeit erhalten die Mieter*innen eine jährliche Auswertung mit dem Verlauf des Stromverbrauchs in verschiedenen Bereichen, eine Auswertung über die energiewirtschaftlichen Eingriffe der TIWAG auf die Komponenten des Aufbaus und eine Auswertungen zum allfällig erzielbaren Einsparpotenzial.

4.2 Beschreibung der Teilnahme der KundInnen im Pool

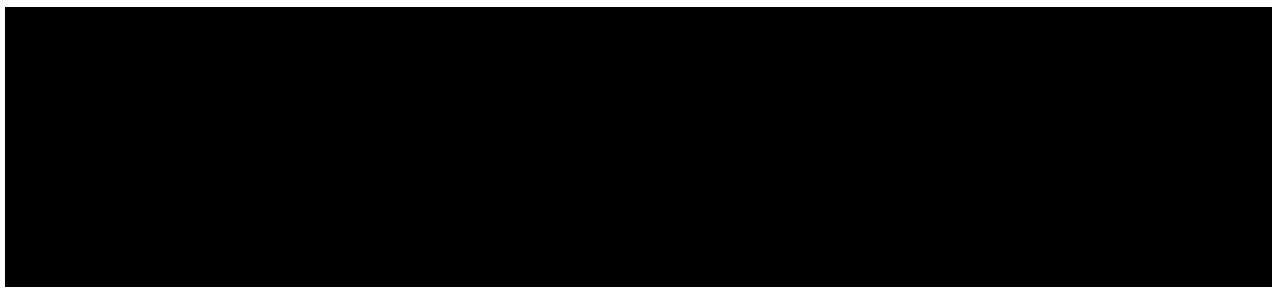
Die Realisierung des Boilerpools erfolgte direkt in Zusammenhang mit einem Sanierungsprojekt eines alten Mehrparteienwohnhauses in Völs, Tirol. Dieses Unterfangen hatte zum Ziel, durch moderne Materialien und intelligente Technik das Objekt zu einem „smart Building“ zu formen.

Hierbei erwies sich die Tatsache der Warmwasserbereitung und des Heizungsbetriebes durch elektrischen Strom als vorteilhaft für den Einsatz der smarten Elektroboiler. Im Rahmen des Projektes wurde das aus den 1970er stammende Objekt mit modernen Materialien gedämmt, smarte Warmwasserboiler verbaut aber auch intelligente Nachspeicherheizungen und ein Energiemonitoring auf Basis von Subzählern möglich gemacht.

Die Nutzung der verbauten Elektroboiler durch die Kunden erfolgte vor dem Zeitpunkt der Projektumsetzung lediglich zur Warmwasserbereitung, wobei die Boilerbeladung gemäß dem Nachtstrommodell erfolgte. Das bedeutet, dass einmal pro Tag, in der Zeit zwischen 22:00 und 06:00 Uhr eine komplette Beladung des Boilers auf die kundenseitig eingestellte Boilerladetemperatur, die über eine Komfortregelung am Frontpaneel des Boilers eingestellt werden kann, über eine Rundsteuerung erfolgte. Diese Lösung hatte aber den Nachteil, dass es bei hohem Warmwasserverbrauch zur exergetischen Entleerung des Boilers während des Tages kommen konnte, wodurch es nicht selten war, dass in den Abendstunden kein warmes Wasser mehr verfügbar war.

Im Rahmen des Sanierungsprojektes wurde die Rundsteuerung ausgebaut und die Boiler werden jetzt 24/7 mit Strom versorgt. In einer ersten Stufe übernimmt der Controller die Schaltfenster des Nachstrommodells, also die Beladung im Zeitraum zwischen 22:00 und 6:00, wobei jedoch im Rahmen von ersten simulierten Tests Regelenergie von der TIWAG an die Boiler in anderen Zeitscheiben verteilt zugeteilt wurde. Um zukünftig tatsächlich Regelenergie zuteilen zu können, wurde die Präqualifikation basierend auf einem zunächst informellen Konzept bei der APG gestartet. Mittlerweile ist das Konzept von der APG bereits freigegeben, sodass die finale formelle Konzepterstellung erfolgt.

Grundsätzlich sind die Boiler auf einer durchschnittlichen Temperatur von 60 °C gehalten. Einige wenige Wohnungen sind aufgrund eines erhöhten Warmwasserbedarfs jedoch auf eine höhere Temperatur eingestellt und bei 2 Wohnungen wurde ein zusätzliches Beladungsfenster eingeführt.



4.4 Tests der User Interfaces

Um Rückschlüsse über die Nutzerfreundlichkeit des in Zusammenarbeit mit dem Technikum Wien ausgearbeitete User Interface zu erhalten, wurden 12 Personen mit unterschiedlich fundierten Fachkenntnissen eingeladen, das Tool zu testen und zu kommentieren.

Anhand der Resonanzen erfolgte die Letztausgestaltung der Architektur. Die Verknüpfung der Architektur mit den entsprechenden realen Speicher-Funktionalitäten und damit die finale Umsetzung sowie Testung des User Interfaces wird in einem separaten Schritt zum Projekt Flex+ erfolgen.

4.5 Technisches Konzept vom Pool inkl. IKT Anbindung zwischen Pool und Komponente

In den einzelnen Boilern ist ein zusätzlicher Controller, ein so genannter Grid-Control, eingebaut, der im Rahmen eines themenähnlichen Projektes eigens für die Anwendung im Warmwasserspeicher entwickelt worden ist und in dem ein SIM-Chip verbaut ist.

Über das GSM-Modem wird eine Verbindung zum GSM-Netz aufgebaut. Die Daten werden über COAPs (DTLS verschlüsseltes Protokoll – Vergleichbar mit TLS bei HTTPS) über einen eigenen APN (Vergleichbar mit VPN bei kabelgebundenen Verbindungen) an das zentrale Rechenzentrum geschickt. Hierbei wird ab dem A1 GSM Gateway eine redundante MPLS Verbindung benutzt. Die auf der IoT Plattform ankommenden Daten werden dann von der Applikation abgeholt und weiterverarbeitet. Diese Applikation steht in Verbindung mit der Flex+ Plattform.

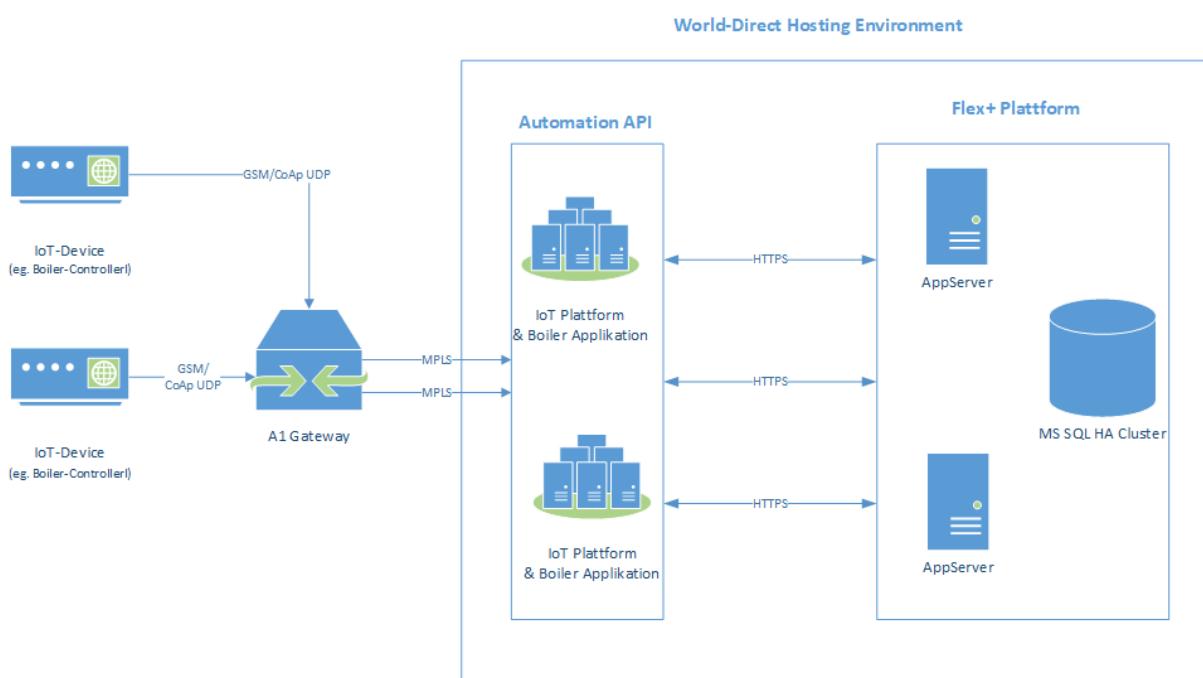


Abbildung 4: Anbindung an die Flex+ Plattform

Über diesen Kommunikationsweg werden die über Sensoren gemessenen Daten am Boiler verschickt und verarbeitet und können Schaltbefehle vom Rechenzentrum an den Boiler übergeben werden. Das System kann dabei georedundant in 2 verschiedenen Rechenzentren betrieben werden.

4.6 Beschreibung der Schnittstellen

In Abbildung 4 ist die Schnittstelle schematisch dargestellt und wird nun genauer erläutert.

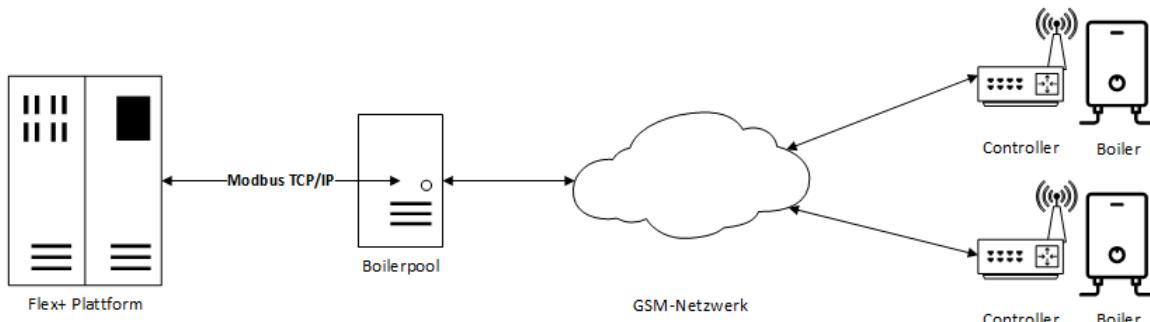


Abbildung 5 Anbindung der Boiler mit Controller an die Flex+ Plattform

Die einzelnen Controller nehmen die Sensorwerte vom jeweiligen Boiler auf und schicken sie zyklisch an die Flex+ Plattform.

Zwischen den einzelnen Boilern und der Flex+ Plattform gibt es noch eine zusätzliche Applikation (Boilerpool), welche die Boiler bündeln und über eine einzelne zentrale Schnittstelle der Flex+ Plattform zur Verfügung stellen. Damit wird nicht jeder Boiler einzeln gesteuert, sondern alle Boiler als Pool somit wird das Potential für die Regelenergie nutzbar und in Kombination mit anderen technischen Einheiten vermarktbare. Dabei kommuniziert der Boilerpool über eine Modbus Verbindung mit der Flex+ Plattform. Die Flex+ Plattform ist dabei der Modbus TCP Client und der Boilerpool der Modbus TCP Server. (Abbildung 5)

4.7 Geplanter Ablauf der Demo

Die bisherigen Tests mit den 22 Boilern verliefen bislang absolut zufriedenstellend. Um die naturgemäß großen Unterschiede bei den Nutzerprofilen besser abbilden zu können, soll zukünftig die Anzahl der Feldtestgeräte weiter erhöht werden. Voraussichtlich Anfang bis Mitte Mai 2020 werden deshalb zusätzliche 7 Geräte in das Feld gebracht werden. Hierbei wird ein in Sistrans/Tirol realisierter Wohn- und Geschäftsblock mit 6 120 Liter und einem 150 Liter Boiler ausgestattet werden. Darüber hinaus wird die Akquise mit verschiedenen Wohnbauträgern intensiviert um weitere Speicher platzieren zu können.

5 Batteriepool

5.1 Beschreibung der Teilnahme der KundInnen im Pool, Bedingungen und Anreize

Der Projektpartner Fronius konnte zehn Interessenten für die Teilnahme am Flex+ Batteriepool gewinnen. Die Zielgruppe für die Akquise waren Mitarbeiter, die bereits vor Projektbeginn bzw. unabhängig vom Projekt ein Batteriesystem bei sich zu Hause installiert hatten. Insbesondere handelt es sich um sogenannte „Friendly Customer“, das heißt, die

Personen haben beim Kauf des Systems bekanntgegeben, an eventuellen Tests zur Verbesserung der Produkte oder für neue Features interessiert zu sein.

Nach einer Rundmail und einer anschließenden ersten Infoveranstaltung konnten die 10 Testpersonen für das Projekt gewonnen werden. In einem gemeinsamen Workshop mit der FHTW wurden die Teilnehmer tiefergehend über das Projekt informiert, und es wurden anhand von Postern und Flipcharts eventuelle offene Punkte und Sorgen besprochen.

Die vorhandene Hardware im Pool ist durch die technische Affinität der Kunden sehr heterogen zusammengesetzt, wodurch möglichst viele Learnings durch die Interaktion der verschiedenen Komponenten im Betrieb des Pools erwartet werden.

Tabelle 1 zeigt den Aufbau des Pools. Im Stand der Erhebung ist in jeder der Anlagen ein Symo Hybrid 5.0-3-S verbaut. Bis zum tatsächlichen Start der Demo kann es sein, dass einzelne Systeme noch mit der neuen Wechselrichter Generation von Fronius umgerüstet werden. Für die technische Umsetzung sollte dies jedoch keinen Einfluss haben. Außerdem sind alle Teilnehmer Kunden bei Awattar und besitzen einen Smart Meter.

Tabelle 1: Übersicht Batteriepool

System	Batterie	PV kWp	zusätzliche Informationen
System 1	Solar Battery 12.0	10	<ul style="list-style-type: none"> • Zweiter Wechselrichter • Betrieb eines eigenen Servers
System 2	Solar Battery 12.0	16,3	<ul style="list-style-type: none"> • Zweiter Wechselrichter
System 3	Solar Battery 9.0	15	<ul style="list-style-type: none"> • zweiter Wechselrichter • Wärmepumpe
System 4	BYD 11.5	33	<ul style="list-style-type: none"> • Gen24 Symo 10kW Wechselrichter (neue Generation)
System 5	BYD 6.4	5,88	<ul style="list-style-type: none"> • nein
System 6	Solar Battery		<ul style="list-style-type: none"> • zwei Elektroautos • Wärmepumpe
System 7	Solar Battery 12.0	5,7	<ul style="list-style-type: none"> • Smart Home Steuerung • Wärmepumpe • Zweiter Smart Meter
System 8	Fronius Solar Battery 12.0	4,83	<ul style="list-style-type: none"> • Ohmpilot • Trockner • Poolpumpe
System 9	Fronius Solar Battery 6.0	4,32	<ul style="list-style-type: none"> • Nachspeicherofen • E-Auto (22kW) • Ohmpilot
System 10	Fronius Solar Battery 4.5	3	<ul style="list-style-type: none"> • nein

Es wurde ein Vertragsentwurf für die Teilnehmer erstellt, der die Vereinbarungen zum Datenschutz enthält, und eine Abdeckung womöglich auftretender Verluste im Rahmen des Demobetriebs mit einem 100€ Wertgutschein abdeckt. Um die Teilnehmer involviert zu halten, wird regelmäßig ein Newsletter per Email ausgeschickt, und es wurde eine weitere Informationsrunde mit der Klärung technischer Details veranstaltet, die sehr gut bei den Teilnehmern aufgenommen wurde.

5.2 Tests der User Interfaces

Es ist geplant, die User Interfaces, welche in Zusammenarbeit mit der FHTW ausgearbeitet wurden, auch von den Demo Teilnehmern sowie von weiteren Fronius Mitarbeitern testen zu lassen und Feedback einzuholen. Hierfür wurden die Demo Teilnehmer und einige Mitarbeiter kontaktiert ob sie hierfür die Bereitschaft mitbringen und bei positiver Rückmeldung die Kontaktdaten an die FHTW weitergeleitet. Hierbei wurde bei der Auswahl der Mitarbeiter bei welchen angefragt wurde darauf achtgegeben, dass diese nicht bei der vorherigen Ausarbeitung der User Interfaces involviert waren und dadurch die Tests unbelastet durchgeführt werden können. Der Test der User Interfaces wird online von der FHTW mit den Testpersonen durchgeführt und ausgewertet. Darauffolgend wird von der FHTW ein finaler Prototyp bereitgestellt, welcher in einem Newsletter an die Flex+ Teilnehmer ausgeschickt wird.

5.3 Technische Umsetzung des Pools

Bevor der Batteriepool in Betrieb geht, gibt es einige technische Details zu definieren und umzusetzen, welche in den folgenden Punkten erläutert werden.

5.3.1 Schnittstellen zur Datenaufzeichnung

Die erforderliche Aufzeichnungsrate für den Nachweis von Regelennergieerbringung von zwei Sekunden ist im Standard Setup und ohne Anpassung der Software bei Fronius Wechselrichtern leider nicht möglich. Als Abhilfe für Flex+ wurden die Anlagen der Demo Teilnehmer mit Minicomputern ausgerüstet, welche die Daten des Wechselrichters im Sekundentakt über die Lokale Modbus TCP Schnittstelle abfragen. Für erste Auswertungen bezüglich der Baseline in Kooperation mit dem AIT wurden die Daten manuell von den Anlagen auf einen Server gespeichert.

Bis zum Start des Demobetriebs sollen die Minicomputer als IoT Devices automatisiert einmal täglich ihre Daten in eine Cloud Applikation senden und dort die für Flex+ benötigten Daten für das Logging Interface, wie später in Kapitel 5.3.3 beschrieben, bereitstellen.

5.3.2 Schnittstellen zur Fernsteuerung

Die Fernsteuerbarkeit der Batterien beim Endkunden ist ein essenzieller Punkt bei der Umsetzung des Demobetriebs. Dafür gibt es zwei verschiedene Möglichkeiten:

1. Server Schnittstelle über Solar.web API

Grundsätzlich werden beim Projektpartner Fronius Lösungen forciert, die keine zusätzliche Hardware erfordern, wodurch die Batteriesteuerung über die Cloud, konkret über die Solar.web Thirdparty API angestrebt wird. Die Fernsteuerbarkeit war vor Projektbeginn ausschließlich in einer Beta Softwareversion möglich, die keinen ausreichenden Sicherheitsstandard bietet.

Deshalb wurde im Rahmen von Flex+ mit der Weiterentwicklung der Batteriesteuererfunktionalität in die offizielle Software Version des Fronius Hybridmanagers bzw. Piloten (Kommunikationseinheit im Wechselrichter) begonnen. Das Ziel ist die Übertragung eines Batteriefahrplans über die an Dritte angebotene API Schnittstelle im JSON Format, in dem ein Zeitraum von/bis, sowie entweder die angestrebte Lade- oder Entladeleistung der Batterie oder die Sollleistung im Einspeisepunkt

vorgegeben wird, über den sicheren Tunnel FDMP V2 zwischen Cloud und der Hardware im Feld.

2. Lokale Schnittstelle Modbus TCP

Eine weitere Möglichkeit sind Batterievorgaben über das Modbus TCP Sunspec Basic Storage Control Model. Die Steuerung muss lokal am Wechselrichter enabled werden, und die Befehle müssen ebenso aus dem lokalen Netzwerk an die Wechselrichter Kommunikationseinheit übergeben werden. Dafür ist eine lokale Kommunikationseinheit, wie ein Mini-Computer notwendig der direkt im Netzwerk des Kunden hängt.

Es kann eine Maximum Charging Rate und eine Maximum Discharging Rate für die Batterie in Prozent der nominalen Ladeleistung gesetzt werden. Wenn zum Beispiel die maximale Ladeleistung mit 75% und die maximale Entladeleistung mit -75% begrenzt wird, wird die Batterie gezwungen mit 75% der Nennleistung zu laden, es ist damit auch eine Ladung aus dem Stromnetz möglich.

Aufgrund von Ressourcenengpässen wird die Server Schnittstelle zu Beginn des Demobetriebs noch nicht zur Verfügung stehen. Da durch die Anforderung der zwei Sekunden Messdaten ohnehin eine lokale Hardware bei den Anlagen installiert ist, wird diese in der ersten Version auch zur lokalen Steuerung der Batterien verwendet werden.

5.3.3 Softwarearchitektur für Implementierung

Für die Implementierung des Algorithmus wurde eine Softwarearchitektur entworfen, welche auf der Azure Cloud laufen soll. Die Bestandteile sind in Abbildung 6 zu sehen.

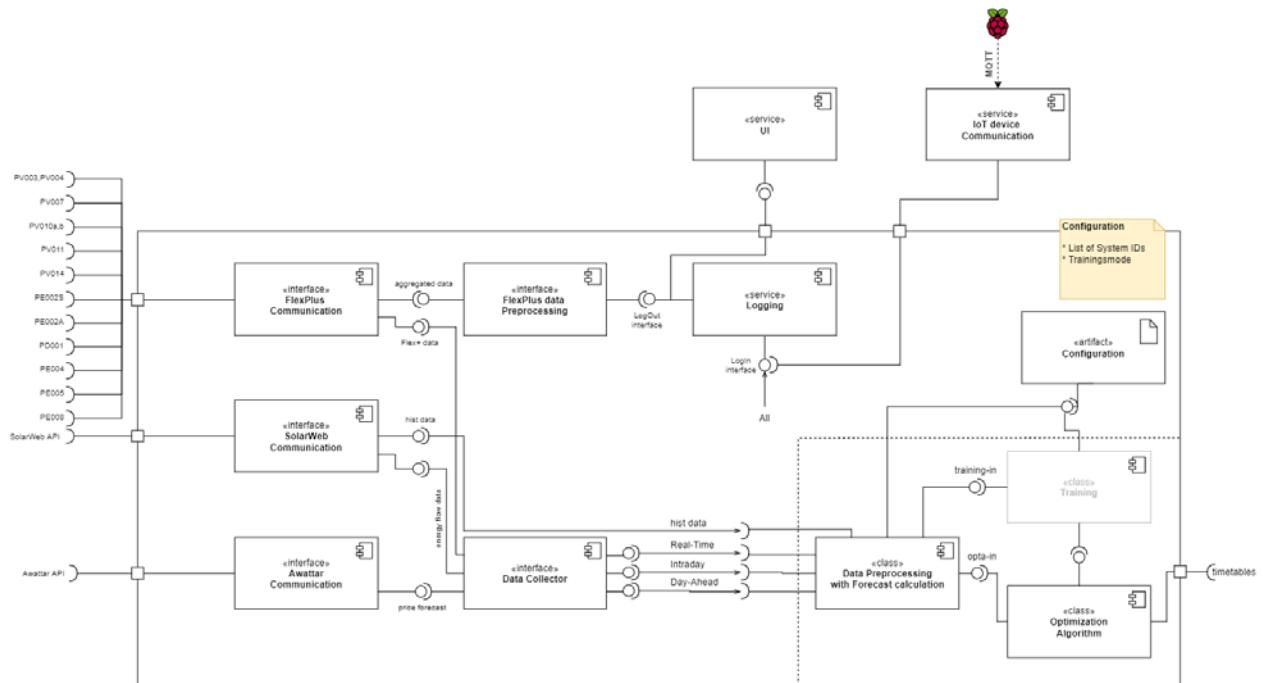


Abbildung 6: Softwarearchitektur Batteriepool

Neben der Schnittstelle zu den definierten Prozessen für die Interaktion mit der Flex+ Plattform wurden weitere Interfaces zur Solar.web Datenbank, sowie Klassen zur Datenaufbereitung und zum Logging definiert. Die extern (lokal) geloggten 2s-Daten der betroffenen Systeme werden über eine weitere Cloud-to-Cloud Schnittstelle abgeholt und ebenfalls geloggt und für die Bereitstellung an Flex+ aufbereitet. Zusätzlich gibt es eine Schnittstelle für ein UI zur Visualisierung der Interaktionen und des Status der Teilnahme, welches auch für die Demo Teilnehmer bereitgestellt werden soll. Der Optimierungsalgorithmus schickt als Output die Batterie-Setpoints an die einzelnen Systeme. In der

Abbildung ist diese Interaktion über das Interface „Timetables“ für die später geplante Umsetzung über die Server Schnittstelle dargestellt. Ein Block für das „Training“ des Optimierers ist optional dargestellt und wird in der ersten Iteration offline umgesetzt werden. Über ein Configuration File werden zusätzliche benötigte Daten, wie z.B. Garantie- und Kosteninformationen für die Berechnung des Wertes eines Batteriezylkus, sowie ID's der zu integrierenden Systeme bereitgestellt. Im Logging werden alle notwendigen Daten für die spätere Analyse und die Darstellung im User Interface aufgezeichnet.

5.3.4 Integration zusätzlicher Komponenten im Pool

Da einige der Testsysteme mit einem Fronius Ohmpilot ausgestattet sind, wurde darüber diskutiert wie dieser als zusätzliche Flexibilität im System genutzt werden könnte. Der Ohmpilot ist die Power2Heat Lösung von Fronius, der überschüssige PV-Erzeugung zur Warmwasserbereitung nutzt, bevor diese für einen niedrigen Einspeiseturif ins Netz eingespeist werden muss. Im standardmäßigen, eigenverbrauchsoptimierten Betrieb wird der Ohmpilot dann aktiviert, wenn die Batterie bereits voll ist, und immer noch überschüssige Energie aus der Photovoltaikanlage zur Verfügung steht.

Die Kapazität des Pufferspeichers kann demnach als zusätzliche (negative) Flexibilität genutzt werden, indem der Ohmpilot auf Abruf Strom aus dem Netz verwendet, um das Wasser zu heizen, anstatt nur überschüssige PV-Energie. Eine Einschränkung ergibt sich dadurch, dass im Normalfall nicht bekannt ist wieviel Kapazität im Speicher vorhanden ist. Es ist nur ein Temperatursensor im Pufferspeicher in unbekannter Höhe verbaut, der mit dem Fronius System kommuniziert, um bei einer festgelegten Maximaltemperatur nicht mehr weiter aufzuheizen. Durch die Analyse von aufgezeichneten Daten konnte außerhalb des Projektes ein Ansatz gefunden werden, um die Kapazität bzw. die verbleibende mögliche Energie, die in den Speicher geladen werden kann, abzuschätzen.

Da der Ohmpilot noch nicht durch eine externe Vorgabe gesteuert werden kann ist die aktive Integration in den Testbetrieb leider nicht möglich, jedoch wird er zukünftig als eine große Flexibilitätsquelle erachtet.

5.4 Geplanter Ablauf der Demo

5.4.1 Phasen zur Umsetzung

Für die Integration der Demoanlagen wurden drei Phasen definiert. Damit soll sichergestellt werden, dass möglichst viele Fehlerquellen bereits vor der Ausrollung auf alle Anlagen gefunden und behoben werden können. Die geplanten Phasen sind in Abbildung 7 dargestellt.

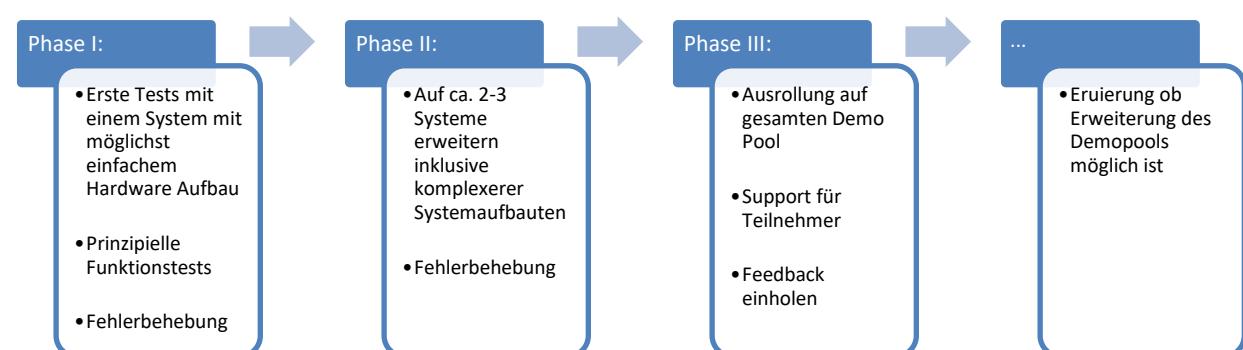


Abbildung 7: Umsetzungsphasen Batteriepool



6 Mischpool

Der Mischpool setzt sich aus den einzelnen Komponentenpools Batteriepool, Boilerpool, E-Mobilitätspool und Wärmepumpenpool zusammen. In der Rolle als Betreiber des Mischpools aggregiert TIWAG die einzelnen Pools zu einer vermarktbaren Einheit und vermarktet diese anschließen in der Rolle als Regelreserveanbieter analog zu den sortenreinen Pools als Mischpool.

6.1 Beschreibung der Teilnahme der KundInnen im Pool, Bedingungen und Anreize

Für den Mischpool werden die KundInnen der sortenreinen Pools herangezogen. Die Bedingungen, Anreize etc. für die KundInnen sind daher analog zu jenen aus den sortenreinen Pools.

6.2 Tests der User Interfaces

Den KundInnen stehen die User Interfaces aus den sortenreinen Pools zur Verfügung. Über die User Interfaces können die jeweiligen Einstellungen für die verschiedenen Komponenten im Mischpool vorgenommen werden. Ein User Interface für den Mischpool gibt es nicht, da die Vermarktung über die Aggregation der Komponentenpools erfolgt.

6.3 Technische Umsetzung des Pools

6.3.1 Schnittstellen zur Datenaufzeichnung

Die Datenaufzeichnung ist in den Komponentenpools umgesetzt. Der Mischpool nutzt diese Datenaufzeichnung der Komponentenpools. Details dazu finden sich in den detaillierten Beschreibungen der einzelnen Komponentenpools.

6.3.2 Schnittstellen zur Fernsteuerung

Die Fernsteuerung der einzelnen Komponenten erfolgt aus den jeweiligen Komponentenpools, die zur Realisierung des Mischpools herangezogen werden. Die Steuerung der einzelnen Komponentenpools erfolgt über eine IEC 104 Verbindung aus dem Leitsystem der TIWAG in der, der Mischpool umgesetzt ist.

6.3.3 Softwarearchitektur für Implementierung

Der Mischpool wird im bewährten energiewirtschaftlichen Leitsystem des Herstellers PSI der TIWAG, in dem auch verschiedene Bilanzgruppen-, sowie Regelreserveregler implementiert sind, umgesetzt. Ergänzend werden u.a. für die Aggregationen zur Geboterstellung oder die Zuteilung der Auktionsergebnisse verschiedene Softwaretools (z.B. Prognosetools) sowie Datenbanken aus der energiewirtschaftlichen IT Infrastruktur der TIWAG genutzt. So werden z.B. die 2s Daten der im Mischpool integrierten Komponentenpools in der PKS Datenbank und u.a. Gebotsleistungen und Preise in der Prozessdatenbank gespeichert.

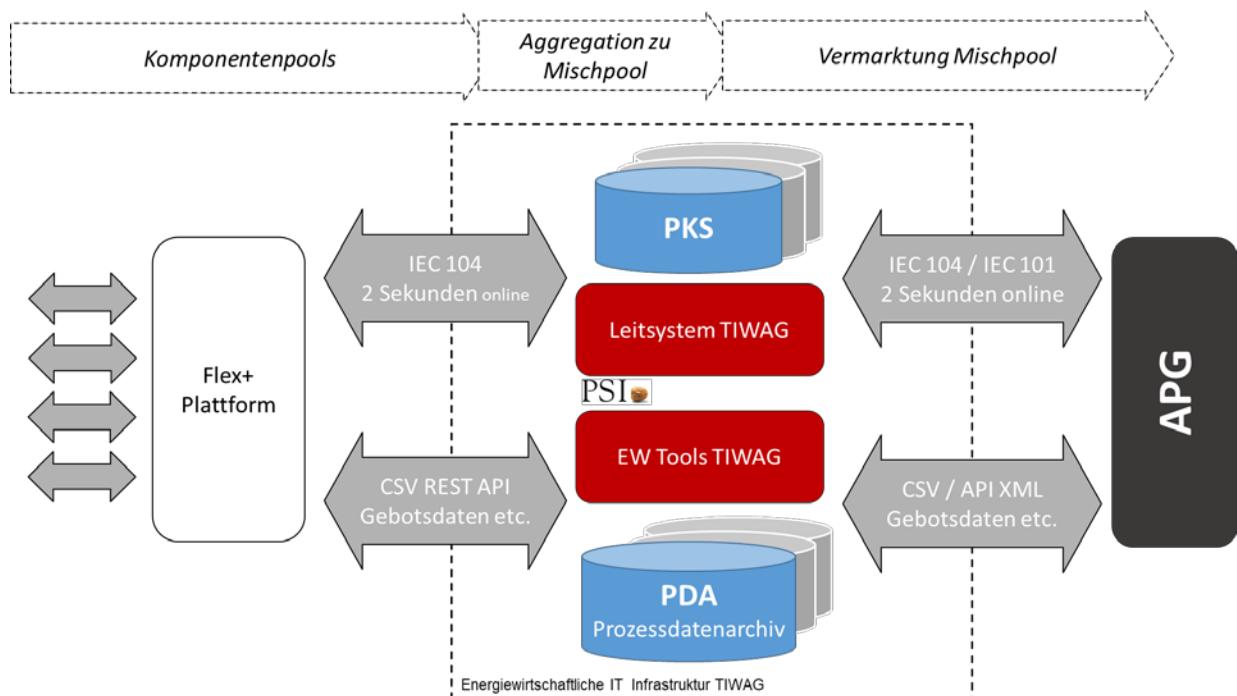


Abbildung 8: Softwarearchitektur Mischpool am Beispiel Regelreservevermarktung

6.3.4 Integration zusätzlicher Komponenten im Pool

Über die Erweiterbarkeit der jeweiligen Komponentenpools können zusätzliche Komponenten gemäß der Beschreibung in den jeweiligen Komponentenpools integriert werden. Der energiewirtschaftliche IT Infrastruktur der TIWAG ist so ausgelegt, dass wiederum zusätzliche Komponentenpools in den Mischpool aufgenommen werden können.

6.4 Geplanter Ablauf der Demo

6.4.1 Phasen zur Umsetzung

Die Demo des Mischpool soll auf den Demos der Komponentenpools aufbauen. Dazu werden in Phase 0 zusätzlich zu den unabhängigen Tests der einzelnen Komponentenpools auch Tests durchgeführt in denen alle Komponentenpools gleichzeitig, aber unabhängig voneinander angesteuert werden.

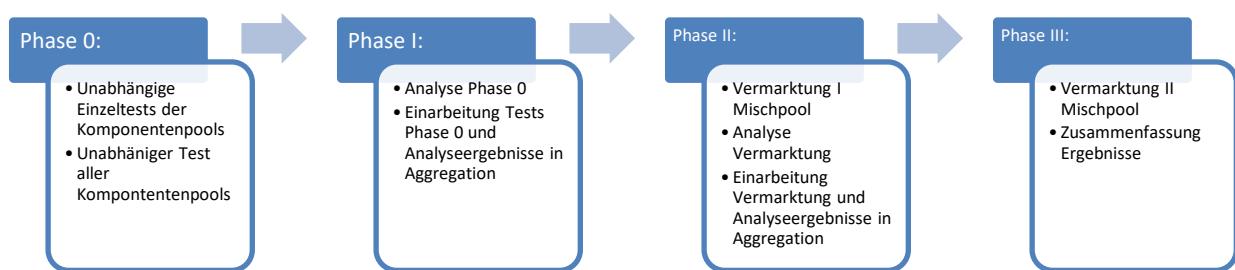


Abbildung 9: Umsetzungsphasen Mischpool

In Phase I der Demo sollen dann die Tests aus Phase 0 analysiert und die Ergebnisse der Analyse in die Aggregationen der Komponentenpool zum Mischpool eingearbeitet werden.

In Phase II wird dann eine Vermarktung des Mischpools durchgeführt, analysiert und die Ergebnisse der Analyse wiederum in die Aggregationen der Komponentenpool zum Mischpool eingearbeitet.

In Phase III erfolgt die Vermarktung auf Basis der überarbeiteten Aggregation sowie eine Zusammenfassung der Ergebnisse.

6.4.2 Präqualifikation für Regelenergiemarkt

Da eine Präqualifikation der jeweiligen Komponentenpools erfolgt, ist eine zusätzliche Präqualifikation des Mischpools nicht erforderlich, da dieser ausschließlich präqualifizierte Technische Einheiten in einem mit diesen Technischen Einheiten präqualifizierten Leitsystem kombiniert.

6.4.3 Beschreibung der tatsächlich umgesetzten Use Cases

Im Mischpool erfolgt eine Umsetzung einer Auswahl der in den einzelnen Komponentenpools umgesetzten Use Cases. Die Auswahl der Use Cases erfolgt in der Analyse in der Phase I der Demo.

6.4.4 Zeitlicher Ablauf

Die Umsetzung des Mischpools ist nach der Demo der Einzelpools geplant.

7 Key Performance Indikators

Im Folgenden werden die wichtigsten Key Performance Indikators (KPI) beschrieben. Diese wurden aus einer Sammlung möglicher Indikatoren, die mit dem Projektkonsortium im Rahmen eines Workshops zusammengestellt wurden, ausgewählt. Die Auswahl erfolgte durch eine gemittelte Relevanzbewertung der Indikatoren durch die ProjektteilnehmerInnen. Die 30 KPIs mit höchster Relevanzbewertung werden nachfolgend im thematischen Zusammenhang beschrieben, die Bewertung der Relevanz wurde hierzu nicht weiter beachtet.

7.1 Referenzszenario

In den Testbeds werden zeitlich aufeinanderfolgend verschiedene Vermarktungs- und Regelstrategien getestet. Um die Auswirkungen der unterschiedlichen Strategien zu ermitteln, ist ein Referenzszenario erforderlich. Im vorliegenden Projekt wird dafür das unbeeinflusste Verhalten der jeweiligen Komponenten im herkömmlichen (Real-)Betrieb während eines vergleichbaren Zeitraums herangezogen. Dazu wird für jedes Szenario ein vergleichbarer Zeitraum (z. B. hinsichtlich Wetter, Verbrauch, ...) ermittelt, in dem die Komponente nicht aktiv beeinflusst wurde.

7.2 Testbeds

7.2.1 Anzahl der nominellen TeilnehmerInnen pro Testbed/Pool

Ermittelt wird die Anzahl der nominellen TeilnehmerInnen pro Testbed bzw. Pool

Erforderliche Daten:

- Anzahl der nominellen TeilnehmerInnen pro Testbed
Erhebung Testbed-Betreiber Fronius, Kreisel, IDM, Austria Email, MS.GIS

Auswertung:

- für alle 5 Testbeds (Zuständigkeit FHTW)

7.2.2 Anzahl der aktiven TeilnehmerInnen pro Pool

Ermittelt wird die Anzahl der aktiven TeilnehmerInnen pro Testbed bzw. Pool. Als aktiv gelten jene TeilnehmerInnen, die im Referenzzeitraum zumindest einmal tatsächlich Flexibilität zur Verfügung gestellt haben (Abruf).

Erforderliche Daten:

- Anzahl der Flexibilitätsabrufe pro Komponente im Testzeitraum
Erhebung Testbed-Betreiber Fronius, Kreisel, IDM, Austria Email, MS.GIS

Auswertung:

- für alle 5 Testbeds (Zuständigkeit FHTW)

7.2.3 Technische Verfügbarkeit der Komponenten

Technisch verfügbar bedeutet, dass eine Komponente eine mögliche Flexibilitätsanforderung erfüllen könnte (Zeitraum Technische Verfügbarkeit). Als Referenz wird jener Zeitraum definiert, in dem die Komponente für eine mögliche Flexibilitätserbringung eingeplant ist (Referenzzeitraum).

Berechnung:

- Verhältnis Zeitraum Technische Verfügbarkeit zu Referenzzeitraum [%]

Erforderliche Daten:

- Technische Verfügbarkeit im Referenzzeitraum
Erhebung Testbed-Betreiber Fronius, Kreisel, IDM, Austria Email, MS.GIS und/
oder World Direct

Auswertung:

- für alle TeilnehmerInnen in allen 5 Testbeds (Zuständigkeit FHTW)

7.3 Energie und Umwelt

7.3.1 Stromverbrauch der Komponente / Rebound Effekt

Ermittelt wird sowohl der Absolutwert als auch die Veränderung (gegenüber der Referenz) des Stromverbrauchs der Komponente

- pro Komponente und Jahr/Testzeitraum [kWh/Komponente/Jahr] bzw. [%]
- pro Pool und Jahr/Testzeitraum [kWh /Pool/Jahr] bzw. [%]
- pro kW installierter Leistung und Jahr/Testzeitraum [kWh /kW/Jahr] bzw. [%]

Erforderliche Daten:

- Grundlegende Informationen zur Komponente: Art, installierte Leistung in kW
Erhebung Testbed-Betreiber Fronius, Kreisel, IDM, Austria Email, MS.GIS
- gemessener Stromverbrauch der Komponente, Messdaten als Zeitreihe (idealerweise im 15 min Intervall)
Erhebung Testbed-Betreiber Fronius, Kreisel, IDM, Austria Email, MS.GIS

Auswertung:

- Simulation (Zuständigkeit SCCH, EEG, AIT)
- für alle TeilnehmerInnen in allen 5 Testbeds (Zuständigkeit FHTW)

Anmerkungen: Nähere Informationen zum Rebound Effekt sind in D5 in Abschnitt 5.2.5 „Rebound-Effekte bei der Flexibilitätsbereitstellung“ zu finden.

7.3.2 PV-Direktnutzungsanteil

Ermittelt wird sowohl der Absolutwert als auch die Veränderung (gegenüber der Referenz) des PV Direktnutzungsanteils der Komponente und des Haushalts

- pro TeilnehmerIn und Jahr/Testzeitraum [kWh/Komponente/Jahr] bzw. [%]

Berechnung

- Verhältnis Eigenverbrauch zu PV Ertrag [%]

Erforderliche Daten:

- Informationen zur PV-Anlage: installierte Leistung in kW, evtl. Ausrichtung
Erhebung Testbed-Betreiber Fronius, Kreisel, IDM, Austria Email, MS.GIS
- gemessener Stromverbrauch der Komponente sowie des Haushalts sowie Erzeugung der PV, Messdaten als Zeitreihe (idealerweise im 15 min Intervall)
Erhebung Testbed-Betreiber Fronius, MS.GIS

Auswertung:

- Simulation (Zuständigkeit SCCH, EEG)
- für alle TeilnehmerInnen mit einer PV-Anlage in den Testbeds (Zuständigkeit FHTW)

7.3.3 Reduktion CO₂ Emissionen

Ermittelt wird sowohl der Absolutwert als auch die Veränderung (gegenüber der Referenz) der CO₂ Emissionen der Komponente

- pro Komponente und Jahr/Testzeitraum [kWh/Komponente/Jahr] bzw. [%]
- pro Pool und Jahr/Testzeitraum [kWh /Pool/Jahr] bzw. [%]
- pro kW installierter Leistung und Jahr/Testzeitraum [kWh /kW/Jahr] bzw. [%]

Berechnung:

- Stromverbrauch der Komponente * CO₂ Emissionen (für jede Viertelstunde im Messzeitraum)

Erforderliche Daten:

- Grundlegende Informationen zur Komponente: Art, installierte Leistung in kW Erhebung Testbed-Betreiber Fronius, Kreisel, IDM, Austria Email, MS.GIS
- gemessener Stromverbrauch der Komponente, Messdaten als Zeitreihe (idealerweise im 15 min Intervall)
Erhebung Testbed-Betreiber Fronius, Kreisel, IDM, Austria Email, MS.GIS
- CO₂-Emissionsdaten Electricity Map (FHTW)

Auswertung:

- Simulation (Zuständigkeit SCCH, EEG, AIT)
- für alle TeilnehmerInnen in allen 5 Testbeds (Zuständigkeit FHTW)

7.4 Kosten und Erlöse

7.4.1 Stromkosten

Ermittelt wird sowohl der Absolutwert als auch die Veränderung (gegenüber der Referenz) der Stromkosten für die jeweilige Komponente

- pro Komponente und Jahr/Testzeitraum [€/Komponente/Jahr] bzw. [%]
- pro Pool und Jahr/Testzeitraum [€/Pool/Jahr] bzw. [%]
- pro kW installierter Leistung und Jahr/Testzeitraum [€/kW/Jahr] bzw. [%]

Erforderliche Daten:

- Grundlegende Informationen zur Komponente: Art, installierte Leistung in kW Erhebung Testbed-Betreiber Fronius, Kreisel, IDM, Austria Email, MS.GIS
- gemessener Stromverbrauch bzw. Stromkosten der Komponente, gesamt für den Messzeitraum oder als Zeitreihe im 15 min Intervall
Erhebung Testbed-Betreiber Fronius, Kreisel, IDM, Austria Email, MS.GIS und/oder WEB, TIWAG, Energie AG und aWATTar

Auswertung:

- Simulation (Zuständigkeit SCCH, EEG, AIT)
- für alle TeilnehmerInnen in allen 5 Testbeds (Zuständigkeit FHTW)

7.4.2 Zusätzliche Erlöse

Ermittelt wird sowohl der Absolutwert als auch die Veränderung (gegenüber der Referenz) der Erlöse (Gesamt sowie getrennt für Regelenergie, Day Ahead, Intraday bzw. für die jeweiligen Regel-/Vermarktungsstrategie)

- pro Komponente und Jahr/Testzeitraum [€/Komponente/Jahr] bzw. [%]
- pro Pool und Jahr/Testzeitraum [€/Pool/Jahr] bzw. [%]
- pro kW installierter Leistung und Jahr/Testzeitraum [€/kW/Jahr] bzw. [%]

Erforderliche Daten:

- Grundlegende Informationen zur Komponente: Art, installierte Leistung in kW
Erhebung Testbed-Betreiber Fronius, Kreisel, IDM, Austria Email, MS.GIS
- Erlöse gesamt für den Messzeitraum oder als Zeitreihe im 15 min Intervall
Erhebung durch World Direct und/oder WEB, TIWAG, Energie AG und aWATTar

Auswertung:

- Simulation (Zuständigkeit SCCH, EEG, AIT)
- für alle TeilnehmerInnen in allen 5 Testbeds (Zuständigkeit FHTW)

7.4.3 Sensitivität der Kosten in Bezug auf Prognosefehler

Ermittelt wird die Abweichung zwischen den prognostizierten und den tatsächlichen Werten der Stromkosten und zusätzlichen Erlöse (min./max. Abweichung, MAPE und RSME, Häufigkeit der Abweichungen verschiedener Größenordnungen)

Erforderliche Daten:

- Prognosewerte sowie Messwerte für Stromkosten und zusätzliche Erlöse
- Erhebung Testbed-Betreiber Fronius, Kreisel, IDM, Austria Email, MS.GIS

Auswertung:

- für alle TeilnehmerInnen in allen 5 Testbeds (Zuständigkeit FHTW)

7.4.4 Kosten für Betrieb und Wartung

Ermittelt wird sowohl der Absolutwert als auch die Veränderung (gegenüber der Referenz) der Kosten für Betrieb und Wartung für die jeweilige Komponente

- pro Komponente und Jahr/Testzeitraum [€/Komponente/Jahr] bzw. [%]
- pro Pool und Jahr/Testzeitraum [€/Pool/Jahr] bzw. [%]
- pro kW installierter Leistung und Jahr/Testzeitraum [€/kW/Jahr] bzw. [%]

Betriebs- und Wartungskosten umfassen dabei alle außerbetrieblichen Aufwände, die aus technischer Sicht erforderlich sind um den Betrieb der Komponente sicherzustellen (z. B. Service der Wärmepumpe, ...).

Erforderliche Daten:

- Grundlegende Informationen zur Komponente: Art, installierte Leistung in kW
Erhebung Testbed-Betreiber Fronius, Kreisel, IDM, Austria Email, MS.GIS
- Betriebs- und Wartungskosten der Komponente
Erhebung Testbed-Betreiber Fronius, Kreisel, IDM, Austria Email, MS.GIS

Auswertung:

- Simulation (Zuständigkeit SCCH, EEG, AIT)
- für alle TeilnehmerInnen in allen 5 Testbeds (Zuständigkeit FHTW)

7.5 Prognose

7.5.1 Prognosequalität / Prognosegüte

Ermittelt wird die Abweichung zwischen den prognostizierten und den tatsächlichen Werten, sowohl für den Stromverbrauch der Komponente als auch für den Energiepreis (min./max. Abweichung, MAPE und RSME, Häufigkeit der Abweichungen verschiedener Größenordnungen)

Erforderliche Daten:

- Prognosewerte sowie Messwerte für Stromverbrauch der Komponente und für den Energiepreis
Erhebung Testbed-Betreiber Fronius, Kreisel, IDM, Austria Email, MS.GIS

Auswertung:

- für alle TeilnehmerInnen in allen 5 Testbeds (Zuständigkeit FHTW)

7.5.2 Qualität der Baseline

Ermittelt wird die angebotene Regelleistung des Pools unter Verwendung unterschiedlicher Baseline-Berechnungsmethoden [kW/Tag]. Details zu den verschiedenen Berechnungsmethoden sind in Deliverable D9 („Beschreibung der Algorithmen und Bewertung der Skalierbarkeit“) in Kapitel 10 beschrieben.

Dieser KPI kann nur ermittelt werden, wenn innerhalb eines Pools auch mehrere Baseline-Algorithmen im Testbed umgesetzt werden. Ob sich dies im Rahmen des Projektes möglich ist, steht zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht fest.

Erforderliche Daten:

- Angebotene Regelleistung des Komponentenpools in kW pro Tag
Erhebung durch Testbed-Betreiber Fronius, Kreisel, IDM, Austria Email, MS.GIS
- Messung möglicher Einflussgrößen im betrachteten Zeitraum (Außentemperatur, Sonneneinstrahlung, Verfügbarkeit der E-Autos, Strompreise)
Erhebung durch Testbed-Betreiber Fronius, Kreisel, IDM, Austria Email, MS.GIS und/oder WEB, TIWAG, Energie AG und aWATTar

Auswertung:

- Für die Gesamtpools der 5 Testbeds (Zuständigkeit AIT)

7.6 Komfort und Eigeninteressen

7.6.1 Elektroauto: Unterschreiten der gewünschten Mindestladung

Ermittelt wird, wie oft, in welchem Ausmaß und für welche Dauer der von den NutzerInnen vorgegebene Mindestladestand für das Elektroauto im Testzeitraum unterschritten wird

- pro Elektroauto und Jahr/Testzeitraum
- für den gesamten Pool und Jahr/Testzeitraum

Erforderliche Daten:

- Anzahl der Unterschreitungen im Testzeitraum
- oder der von den NutzerInnen vorgegebene Mindestladestand sowie tatsächlicher Ladestand, als Zeitreihe im 15 min Intervall
Erhebung Testbed-Betreiber Kreisel

Auswertung:

- für Testbed Kreisel (Zuständigkeit FHTW)

7.6.2 Elektroauto: Allgemeine Verfügbarkeit

Ermittelt wird jene Zeit, in der das Elektroauto an die Ladesäule angeschlossen war

- pro Elektroauto und Jahr/Testzeitraum
- für den gesamten Pool und Jahr/Testzeitraum

Erforderliche Daten:

- Zeitraum, in der das Elektroauto an die Ladesäule angeschlossen war
Erhebung Testbed-Betreiber Kreisel

Auswertung:

- Simulation (Zuständigkeit EEG)
- für Testbed Kreisel (Zuständigkeit FHTW)

7.6.3 Raumtemperatur: Verletzung der Komfortgrenzen

Ermittelt wird, wie oft, in welchem Ausmaß und für welche Dauer die maximal erlaubte Raumtemperatur überschritten bzw. die minimal vorgegebene Raumtemperatur unterschritten wird

- pro Wärmepumpe/Haushalt und Jahr/Testzeitraum
- für den gesamten Pool und Jahr/Testzeitraum

Erforderliche Daten:

- Anzahl der Über- und Unterschreitungen im Testzeitraum
- oder die von den NutzerInnen an gegebene maximale bzw. minimale Raumtemperatur sowie die tatsächliche Raumtemperatur, als Zeitreihe im 15 min Intervall
Erhebung Testbed-Betreiber IDM

Auswertung:

- für Testbed IDM (Zuständigkeit FHTW)

7.7 Zufriedenheit der NutzerInnen

Die folgenden KPIs beziehen sich auf die Zufriedenheit der NutzerInnen in der Testbed Einbindung sowie bezüglich der Wahrung der komponentenabhängigen Eigeninteressen während der Testbedphase.

Dazu werden zwei Maßnahmen der Datenerhebung eingesetzt:

- eine Pre-post Befragung für alle Testbeds TeilnehmerInnen, in welcher die KPIs zur Zufriedenheit (7.7.1 bis 7.7.5) in einem semi-standardisierten Fragebogen zu zwei Zeitpunkten (zu Beginn und am Ende der Testbed- Phase) abgefragt werden. Die Erstellung und Auswertung der Fragebögen erfolgt durch FH Technikum Wien, in Abstimmung mit den jeweiligen Testbed Verantwortlichen (Austria Email, Fronius, IDM, Kreisel).
- Dokumentation des Beschwerdemanagements: aktive Rückmeldungen und Beschwerden der Testbed TeilnehmerInnen während des Testzeitlaufes werden dokumentiert und sowohl quantitativ als auch qualitativ ausgewertet. Die Datenaufzeichnung erfolgt durch die

Testbed Verantwortlichen (Austria Email, Fronius, IDM, Kreisel). Die Auswertung erfolgt durch FH Technikum Wien.

7.7.1 Zufriedenheit der NutzerInnen hinsichtlich Raumtemperatur

Ermittelt wird die subjektive Zufriedenheit der NutzerInnen hinsichtlich der Raumtemperatur (als potentielle Komfortbeeinträchtigung) mittels Befragung

Auswertung:

- für Testbed IDM (Zuständigkeit FHTW)

7.7.2 Zufriedenheit der NutzerInnen hinsichtlich Verfügbarkeit des Elektroautos

Ermittelt wird die subjektive Zufriedenheit der NutzerInnen hinsichtlich der Verfügbarkeit der Elektroautos mittels Befragung

Auswertung:

- für Testbed Kreisel (Zuständigkeit FHTW)

7.7.3 Zufriedenheit der NutzerInnen hinsichtlich Warmwasserverfügbarkeit und Warmwassertemperatur

Ermittelt wird die subjektive Zufriedenheit der NutzerInnen hinsichtlich der Warmwasser-verfügbarkeit und der Warmwassertemperatur mittels Befragung

Auswertung:

- für Testbed IDM und Austria Email (Zuständigkeit FHTW)

7.7.4 Zufriedenheit der NutzerInnen hinsichtlich Speicherbewirtschaftung

Ermittelt wird die subjektive Zufriedenheit der NutzerInnen hinsichtlich der Speicherbe-wirtschaftung mittels Befragung

Auswertung:

- für Testbed Fronius (Zuständigkeit FHTW)

7.7.5 Generelle Zufriedenheit der NutzerInnen mit Flex+ Einbindung (z. B. Transparenz, Datensicherheit, Vertrauen)

Die Zufriedenheit der NutzerInnen wird anhand verschiedener Aspekte zu Rahmenbedingungen der Testbed Einbindung und Zufriedenheit der NutzerInnen während der Testbed Einbindung gemessen. Untersucht werden Aspekte wie beispielsweise Transparenz, Daten-sicherheit und Vertrauen, Nutzungsmöglichkeiten der Komponente, Prozess der Einbindung in Testbed etc.

Auswertung:

- für alle 5 Testbeds (Zuständigkeit FHTW)

7.7.6 Anzahl und Inhalt aktiver Beschwerden

Ermittelt wird die Anzahl aktiver Beschwerden. Dazu werden Anrufe, Mails sowie weitere Kontaktaufnahmen der Testbed TeilnehmerInnen gezählt und inhaltlich dokumentiert.

Auswertung:

- für alle 5 Testbeds (Zuständigkeit FHTW)

7.7.7 Zufriedenheit User Interface

Für die Bewertung der NutzerInnen Zufriedenheit mit dem User Interface werden für insgesamt fünf Komponenten (EMS, PV, WW-Speicher, E-Auto, WP) iterativ Prototypen entwickelt und getestet. Die abschließende Testrunde wird durch einen international anerkannten Standard-Usability Fragebogen (System Usability Scale, SUS) begleitet, welcher die Zufriedenheit aussagekräftig dokumentiert. Durch insgesamt 10 Fragen, welche auf einer fünfteiligen Skala beantwortet werden, lässt sich die Zufriedenheit der NutzerInnen mit dem User Interface zuverlässig darstellen.

Ermittelt wird das NutzerInnenfeedback zu den finalen Prototypen durch Tests mit ProbandInnen im Usability Labor unter der Leitung der FH Technikum Wien. Für die Datenauswertung ist ebenfalls die FH Technikum Wien zuständig.

8 Zusammenfassung

	WP-Pool	Boiler-Pool	Batterie-Pool	E-Auto-Pool	W.E.B.	SG
Kunden	20 (-10)	22 (-8)	10	38 E-Auto-Ladesäulen, davon 8 von KRL und 30 von WEB	WEB	SG
Lieferant 1	TIWAG	TIWAG	aWATTar	aWATTar	W.E.B.	Abrechnung: EVN Vermarktung im Projekt: aWATTar / TIWAG
Lieferant 2	aWATTar					
Regelenergieanbieter	TIWAG	TIWAG	TIWAG	TIWAG	TIWAG	-

Tabelle 2 Eckdaten der Demopools

Tabelle 2 zeigt eine Übersicht der verschiedenen Eckdaten der Demopools. Es konnten für alle Demopools eine vorerst ausreichende Anzahl an Testkunden gewonnen werden, um den Testbetrieb zu beginnen. Es wird versucht, die Kunden, welche noch für die vollständigen Pools fehlen, im weiteren Projektverlauf noch zu akquirieren, sie sind in der Tabelle in Klammern gesetzt.

Bei der Kundenakquise treten verschiedene Herausforderungen auf, unter anderem müssen geeignete Anreize zur Teilnahme gefunden werden. Im Deliverable wird auch auf pool-abhängige Aspekte wie Kundenrücklauf, Diskussionen mit Bauträgern, Feedback der Fokusgruppen, sowie die geografische Verteilung der Kunden eingegangen.

Als Einwände der Kunden wurde unter anderem genannt, dass mögliche Einschränkungen nicht in Kauf genommen werden wollen, Zeit zum Lesen des Anschreibens fehlte oder, dass die Kunden keinen Stromanbieterwechsel machen wollten. Trotzdem konnten für alle Pools Testkunden gewonnen werden, welche häufig MitarbeiterInnen oder MitarbeiterInnen nahestehende Personen, sogenannte „Friendly Customer“, darstellen. Beispielsweise für die Wärmepumpen konnten auch Teilnehmer durch das Anschreiben von bestehenden Kunden gefunden werden. Die Voraussetzungen, dass gewisse Kundenbedürfnisse nach wie vor erfüllt werden können müssen, sind für alle Pools gegeben. Die Elektroautos werden nach Ladestart sofort auf eine gewissen Mindestmenge aufgeladen. Für die Boiler gibt es gewisse zu erfüllende Grundtemperaturen, ebenso für die Wärmepumpen. Die Batteriespeicher können beliebig genutzt werden. Als Anreize werden Wertgutscheine und/oder monetäre Entlohnungen zwischen 50 und 100 Euro pro Jahr geboten.

Die User-Interfaces wurden von verschiedenen Personen getestet und werden teils im Projekt und teilweise außerhalb des Projektes eingesetzt. Im Bericht werden die Tests und deren Ergebnisse über die Bewertung der User-Interfaces beschrieben.

Anschließend wurde auf die technischen Konzepte vom Pool inkl. IKT Anbindung zwischen Pool und Komponente, Auflösung der Daten-Speicherung, Regelung etc. in den einzelnen Kapiteln eingegangen.

Letztendlich wurde der geplante Ablauf der Demos beschrieben, die umzusetzenden Use-Cases definiert und deren zeitlicher Ablauf beschrieben. Für die Umsetzung der Demos ist für die meisten Komponenten zuerst der Test anhand einer Komponente notwendig, um die Kommunikation und allgemeine Funktionsweise zu validieren. Anschließend kann dies auf mehrere Komponenten ausgeweitet werden, bis sich schließlich der gesamte Demopool im Testbetrieb befindet. Nach der Demo muss eruiert werden, ob eine weiter Ausweitung auf eine noch höhere Anzahl an Komponenten möglich ist.

Die Präqualifikation zur Teilnahme am Regelenergiemarkt ist für alle Komponenten im Gange oder bereits abgeschlossen.

9 Anhang

9.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Übersicht technisches Konzept	11
Abbildung 2 - Übersicht der Anbindung zwischen Ladestation an das lokale Gateway (inkl. lokalen Services)	12
Abbildung 3 - Übersicht Elektromobilitätspool in der Cloud	15
Abbildung 4: Anbindung an die Flex+ Plattform	22
Abbildung 5 Anbindung der Boiler mit Controller an die Flex+ Plattform	23
Abbildung 7: Softwarearchitektur Batteriepool	26
Abbildung 8: Umsetzungsphasen Batteriepool	27
Abbildung 9: Softwarearchitektur Mischpool am Beispiel Regelreservevermarktung	29
Abbildung 10: Umsetzungsphasen Mischpool	30

9.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht Batteriepool	24
Tabelle 2 Eckdaten der Demopools	39

Kontakt



Konsortialleitung

Tara Esterl MSc. MSc.

Center for Energy – AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Giefinggasse 2 | 1210 Vienna | Austria

T +43 50550-6077 | M +43 664 8157810 | F +43 50550-6390

tara.estrl@ait.ac.at | www.ait.ac.at