

## D10

### Beschreibung Flex+ Plattform und User Interface

Version 1.0

## Deliverable

Tarek Ayoub, Florian Guschl, World-Direct

Benedikt Salzbrunn, FHTW

Filip Prösti Andrén, AIT

Florian Mader, W.E.B.

Aline Leiner, ms.GIS

Tina Kirisits, Energie AG



AUSTRIAN INSTITUTE  
OF TECHNOLOGY



## 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.:** D10
- **Deliverable Name:** Beschreibung Flex+ Plattform und User Interface
- **Lead Partner:** WD
- **Work Package Nr.:** WP4
- **Task Nr. & Name:** Task 4.1 / Konzept und Entwicklung Flex+ Plattform (WD), Task 4.2 / Sicherheitskonzept (AIT), Task 4.3 / Design User Interface sowie Darstellung des Kundenmehrwerts (FHTW), Energiemanagement-Systeme (W.E.B. & ms.GIS), Task 4.6 / Abrechnung
- **Dokument (File):** FLEX+\_Deliverable-D10v1.0.docx
- **Speicher Datum:** 2020-05-25

## DOKUMENT SENSIBILITÄT

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

## ÜBERARBEITUNGSVERLAUF

Version	Datum	Autor	Änderung
0.1	18.10.2019	WD	Struktur
0.2	16.12.2019	WD	Beschreibung Flex+ Plattform und Prozesse
0.3	17.12.2019	AIT	Sicherheitskonzept
0.4	20.12.2019	ms.GIS	Energiemanagement-System ms.GIS
0.5	23.12.2019	FHTW	User Interface
0.6	07.01.2020	WD	Kleine Änderungen Kapitel 2 und 3, und Zusammenfassung
0.7	09.03.2020	W.E.B.	Energiemanagement-System W.E.B.
0.8	20.03.2020	WD	Überarbeitungen der Partner
0.9	20.03.2020	FHTW	User Interface
0.95	21.04.2020	Energie AG	Abrechnungsprozess
0.96	04.05.2020	FHTW	User Interface
1.0	25.05.2020	Energie AG	Abrechnungsprozess nach Workshop

## DOKUMENTEN STATUS

	Datum	Person(en)	Organisation
<b>Autor(en)</b>			
<b>Verifizierung</b>			
<b>Freigabe</b>			

## ZUSAMMENFASSUNG

Die aktive Beteiligung von Pools mehrerer fernsteuerbarer Prosumer-Komponenten wie Wärmepumpen, Speichersysteme, Boilers, Photovoltaik und E-Mobilität erfordert den Aufbau einer zentralen Plattform, die hersteller- und technologieübergreifend funktioniert und, über die die Flex-Komponenten mit den verschiedenen Märkten interagieren. Auf der Plattform sollen, sowohl die Optimierung und der Forecast ausgeführt, als auch die Eigeninteressen berücksichtigt werden.

In diesem Dokument wird der technische Aufbau dieser Flex+ Plattform und die Prozesse zum Datenaustausch zwischen Flex-Komponenten und Marktteilnehmern dargestellt. Die ausgetauschten Daten sind wesentlich für die Flex-Komponenten, Marktteilnehmer und Prosumer, für Forecasting, Prozessabläufe, Eigeninteressen und Informationsdarstellung. Das vorhandene Interesse der Prosumer ihre Flexibilität zur Verfügung zu stellen, erfordert, dass die Informationen übersichtlich dargestellt und Möglichkeiten zur Eingabe von individuellen Anforderungen gegeben sind. Zu diesem Zweck wird im Dokument nach der Prozessentwicklung auf die User Interfaces bei den Flex-Komponenten eingegangen. Mit Hilfe wissenschaftlich bewährter Methodik zur Entwicklung und Evaluierung der Anforderungen an das User Interface, werden für die Flex-Komponenten Entwürfe ausgearbeitet und anschließend in Usability Tests ausgewertet.

Um Prosumer Eigeninteressen, Forecast und Optimierung zu ermöglichen, werden darüber hinaus lokale Energiemanagement-Systeme entwickelt, die in diesem Dokument ebenfalls beschrieben werden. Entscheidend für das Energiemanagement-System ist, dass in einer bidirektionalen Schnittstelle besser auf die Interessen vom Vermarkter und vom Prosumer eingegangen werden kann, als in aktuellen Systemen.

Das Zusammenspiel der unterschiedlichen Bestandteile des Systems birgt auch Herausforderungen an das Sicherheitskonzept. Für den Aufbau der Plattform ist es notwendig Risiken aufzudecken und zu minimieren. Dafür wird die Planung des Sicherheitskonzepts dargestellt.

Finaler Bestandteil dieses Dokuments ist die Bezugnahme auf verschiedene Preismodelle und die Vorgehensweise für deren Abrechnung. Im Zuge dessen wird eine grobe Aufwand- und Kostenschätzung mit dem Fokus auf die Entwicklung einer Schnittstelle zu den Aggregatoren entwickelt.



## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>EINORDNUNG DER FLEX+ PLATTFORM IM FLEX+ PROJEKT .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>Vorgehen in der Prozessentwicklung .....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>BESCHREIBUNG DER FLEX+ PLATTFORM PROZESSE .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1</b>	<b>Eingesetzte Technologien .....</b>	<b>13</b>
3.1.1	REST API mit CSV .....	13
3.1.2	VPN Live-Schnittstelle mit Übertragungsprotokoll IEC 60870-5-104 .....	14
3.1.3	Modbus (RTU, TCP/IP) .....	14
3.1.4	REST API mit JSON .....	15
3.1.5	KISS-A-Format .....	15
<b>3.2</b>	<b>Prozesse zur Optimierung vor der tatsächlichen Energielieferung .....</b>	<b>16</b>
<b>3.3</b>	<b>Prozesse zur Optimierung am Tag der tatsächlichen Energielieferung .....</b>	<b>18</b>
<b>3.4</b>	<b>Prozesse nach der tatsächlichen Energielieferung .....</b>	<b>20</b>
<b>4</b>	<b>USER INTERFACE .....</b>	<b>21</b>
<b>4.1</b>	<b>Methodik .....</b>	<b>21</b>
<b>4.2</b>	<b>Anforderungserhebung .....</b>	<b>22</b>
<b>4.3</b>	<b>UI Recherche &amp; Prototyp ms.GIS .....</b>	<b>23</b>
4.3.1	Erste Version .....	25
4.3.2	Feedback erste Version .....	26
4.3.3	Zweite Version .....	26
4.3.4	Feedback zweite Version .....	30
4.3.5	Finale Mockups und Expert Review .....	30
<b>4.4</b>	<b>Prototyp Fronius .....</b>	<b>40</b>
4.4.1	Erste Version .....	40
4.4.2	Feedback erste Version .....	48
4.4.3	Zweite Version .....	48
4.4.4	Feedback zweite Version .....	50
4.4.5	Dritte Version .....	50
4.4.6	User Tests .....	56
4.4.7	Vierte Version .....	63
<b>4.5</b>	<b>Prototyp iDM .....</b>	<b>65</b>
4.5.1	Erste Version .....	65
4.5.2	Feedback erste Version .....	70
4.5.3	Zweite Version .....	71

4.5.4 Feedback zweite Version.....	73
4.5.5 User Tests .....	73
4.5.6 Finale Version .....	77
<b>4.6 Prototyp – Austria Email.....</b>	<b>80</b>
4.6.1 Erster Entwurf.....	81
4.6.2 Entwicklung der Konfiguration .....	81
4.6.3 Entwicklung der Warmwasserzapfungs-Übersicht.....	82
4.6.4 Entwicklung des Home-Bildschirmes in der Anlernphase .....	85
4.6.5 Entwicklung des Home-Bildschirmes .....	86
4.6.6 Weitere Funktionen.....	87
4.6.7 User Tests .....	87
<b>4.7 Prototyp – Kreisel.....</b>	<b>89</b>
4.7.1 Erster Entwurf.....	90
4.7.2 Entwicklung der Konfiguration .....	91
4.7.3 Entwicklung des Zeitplaners.....	92
4.7.4 Entwicklung des Home-Bildschirmes in der Anlernphase .....	94
4.7.5 Entwicklung des Home-Bildschirmes .....	95
4.7.6 Entwicklung der Pop-Ups .....	96
4.7.7 Entwicklung der Komfortstufe / des Flex+ Beitrags .....	97
4.7.8 Weitere Funktionen.....	98
4.7.9 User Tests .....	99
<b>5 ENERGIEMANAGEMENT-SYSTEM .....</b>	<b>101</b>
<b>5.1 Entwicklungen bei W.E.B. ....</b>	<b>101</b>
<b>5.2 Entwicklungen bei ms.GIS .....</b>	<b>103</b>
<b>6 FLEX+ SICHERHEITSKONZEPT .....</b>	<b>106</b>
<b>6.1 Zielstellung und Ansatz .....</b>	<b>106</b>
<b>6.2 Methode.....</b>	<b>106</b>
<b>6.3 Zeitplan für die Analyse .....</b>	<b>107</b>
<b>7 ABRECHNUNGSPROZESS.....</b>	<b>108</b>
<b>7.1 Ausgangslage und Zielbeschreibung .....</b>	<b>108</b>
<b>7.2 Beschreibung der Preismodelle .....</b>	<b>108</b>
7.2.1 Tarifbeschreibung Fixpreismodell .....	108
7.2.2 Tarifbeschreibung Dynamisches Preismodell.....	109
7.2.3 Tarifbeschreibung Flatratepreismodell .....	109
<b>7.3 Abrechnung der Preismodelle .....</b>	<b>110</b>
7.3.1 Fixpreismodell .....	110
7.3.2 Dynamisches Preismodell.....	110

7.3.3 Flatratepreismodell .....	110
<b>7.4 Prozessbeschreibung zur Preisermittlung Day-Ahead und Intraday .....</b>	<b>111</b>
7.4.1 Prozessbeschreibung zur Preisermittlung Day Ahead .....	111
7.4.2 Prozessbeschreibung zur Preisermittlung Intraday .....	112
<b>7.5 Prozessbeschreibung Kalkulationsprozess der Energie AG Vertrieb .....</b>	<b>114</b>
<b>7.6 Kalkulationsprozess der Energie AG .....</b>	<b>115</b>
<b>8 REFERENZEN.....</b>	<b>119</b>
<b>9 ANHANG .....</b>	<b>120</b>
<b>9.1 Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>120</b>
<b>9.2 Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>123</b>

## EINHEITEN UND ABKÜRZUNGEN

in alphabetischer Reihenfolge.

Abkürzung/ Einheit	Bedeutung
<b>APG</b>	Austrian Power Grid
<b>API</b>	Application-Programming Interface (Programmierschnittstelle)
<b>BGV</b>	Bilanzgruppenverwaltung
<b>CSV</b>	Comma-separated values
<b>EIC</b>	Energy identification code
<b>EMS</b>	Energiemanagement-System
<b>EV</b>	Elektrofahrzeug
<b>EXAA</b>	Austrian Power Exchange
<b>GLPK</b>	GNU Linea Programming Kit
<b>HTML</b>	Hypertext Markup Language
<b>HTTP</b>	HyperText Transfer Protocol
<b>ID</b>	Identifier
<b>IEC</b>	International Electrotechnical Commission
<b>IFTTT-Regeln</b>	If This Than That Regeln
<b>IoT</b>	Internet of Things
<b>JSON</b>	JavaScript Object Notation
<b>KISS-A</b>	Keep it short and simple (Austria)
<b>kWh</b>	Killowattstunde
<b>MW</b>	Megawatt
<b>MQTT</b>	Message Queuing Telemetry Transport
<b>PV</b>	Photovoltaik
<b>REST</b>	Representational State Transfer
<b>RRA</b>	Regelreserveanbieter
<b>RTU</b>	Remote Terminal Unit
<b>SOAP</b>	Simple Object Access Protocol

<b>SoC</b>	State of Charge
<b>SRL</b>	Sekundärregelleistung
<b>SRR</b>	Sekundärregelreserve
<b>SUS</b>	System Usability Score
<b>TRL</b>	Tertiärregelleistung
<b>TRR</b>	Tertiärregelreserve
<b>UI</b>	User Interface
<b>VNB</b>	Verteilnetzbetreiber
<b>VPN</b>	Virtual private network
<b>WSDL</b>	Web Services Description Language

# 1 Einleitung

Eines der Hauptziele des Flex+ Projekts ist der Aufbau der zentralen Flex+ Plattform um die Flexibilität der Komponenten an Spot- und Regelenergiemärkten anzubieten. Die Flex+ Plattform dient als Schnittstelle zwischen den Prosumern und den Lieferanten bzw. Regelreserveanbietern (RRA). Die hier ausgetauschten Daten können von Komponenten, Lieferanten und anderen Interessengruppen in verschiedener Weise genutzt werden und sollten einen gegebenen Sicherheitsstandard erfüllen.

In diesem Dokument sollen die Prozesse, die für den Austausch von Daten notwendig sind beschrieben werden. Diese Daten sind partiell für den Endkunden interessant. So beschäftigt sich das Dokument ebenfalls mit dem Aufbau des User Interface (UI), über das der Nutzer sicherstellen kann, dass seine Eigeninteressen, trotz des Angebots von Flexibilität am Strommarkt gesichert sind. Darüber hinaus geht das Dokument auf die Energiemanagement-Systemen von W.E.B. und ms.GIS, das Sicherheitskonzept der Plattform und nachgelagerte Abrechnungsprozesse ein.

Zu Beginn wird in Kapitel 2 „Einordnung der Flex+ Plattform im Flex+ Projekt“ die Bedeutung der Flex+ Plattform im Kontext des Flex+ Projekts zusammen mit der Vorgehensweise für die Entwicklung der Prozesse beschrieben. In Kapitel 3 „Beschreibung der Flex+ Plattform Prozesse“ folgt die Erklärung der eingesetzten Technologien und Darstellung der Prozesse aufgeteilt nach Prozessen am Tag vor der tatsächlichen Energielieferung, Prozessen im Zusammenhang mit der Optimierung am Tag der tatsächlichen Energielieferung und Prozesse nach der tatsächlichen Energielieferung, die für Abrechnungen wichtig sind.

Die Kontrolle eigener Anlagen und Wahrung der Eigeninteressen der Endverbraucher mit Hilfe von UIs, stellt Kapitel 4 „User Interface“ dar. Daten, aus den in Kapitel 3 entwickelten Prozessen, kommen für Vorgaben und Informationsdarstellungen im UI zum Einsatz. Die Methodik zum Aufbau der UIs, die Entwicklung und Tests der UIs bei den einzelnen Komponentenherstellern wird beschrieben.

In Kapitel 5 „Energiemanagement-System“ werden die Energiemanagement-Systeme von W.E.B. und ms.GIS vorgestellt. Das Energiemanagement-System von WEB dient dazu einen Gewerbebetrieb, mit sehr hoher Dichte an Elektrofahrzeugen im Fuhrpark, unter Einhaltung der maximalen Bezugsleistung und Nutzung der eigenen PV (Photovoltaik) Produktion zu optimieren und zu steuern. Das Energiemanagement-System von ms.GIS ist zuständig für die regelbasierte Steuerung der Komponenten (Wärmepumpe, Warmwasserboiler, Batteriesystem, E-Ladesäule), basierend auf der mathematischen Formulierung des linearen Optimierungsproblems der TUW (EEG). In Kapitel 6 „Flex+ Sicherheitskonzept“ wird das Vorgehen für die Erstellung des Sicherheitskonzepts, welches mögliche Sicherheitslücken der Flex+ Plattform aufdecken und lösen soll.

Kapitel 7 „Abrechnungsprozess“ beschreibt die Preismodelle „Dynamisch, Fix und Flatrate“ genauer und jeweils der Kundennutzen und die Umsetzungsanforderungen betrachtet. Danach erfolgt eine Darstellung der Abrechnungsmöglichkeiten inklusive der Beschreibung des Kalkulationsprozesses beziehungsweise auf die Systeme der Energie AG. Abschließend erfolgt eine Kalkulation der Stunden und Kosten für den internen Aufwand der Energie AG für die jeweiligen Prozesse. Als vorrangiges Ziel gilt die Erstellung der Spezifikation. In dieser Spezifikation wird die systemtechnische Umsetzung berücksichtigt, welche sich aus der Anlage von Preisen im SAP System der Energie AG, der Abrechnung sowie den zeitlichen Aufwänden der beteiligten Personen zusammensetzt.

## 2 Einordnung der Flex+ Plattform im Flex+ Projekt

Die Flex+ Plattform stellt das zentrale Koordinierungs- und Kommunikationselement im Flex+ Konzept dar. Sie bildet die Schnittstelle zwischen den Pools und der Vermarktung. Über die Plattform werden die Kommunikation und der Datenaustausch zwischen Lieferanten, Regelenenergie-Anbietern und den Komponenten-Pools zentral geleitet (Abbildung 1). Im Zuge der Vermarktung müssen zwischen Lieferanten bzw. RRA viele verschiedene Daten, teilweise aggregiert, ausgetauscht werden. Neben der einfachen Speicherung und Weiterleitung von Daten, finden auf der Plattform auch Kalkulationen und eine neue Anordnung der Daten zum Beispiel pro Lieferanten oder Pool statt.

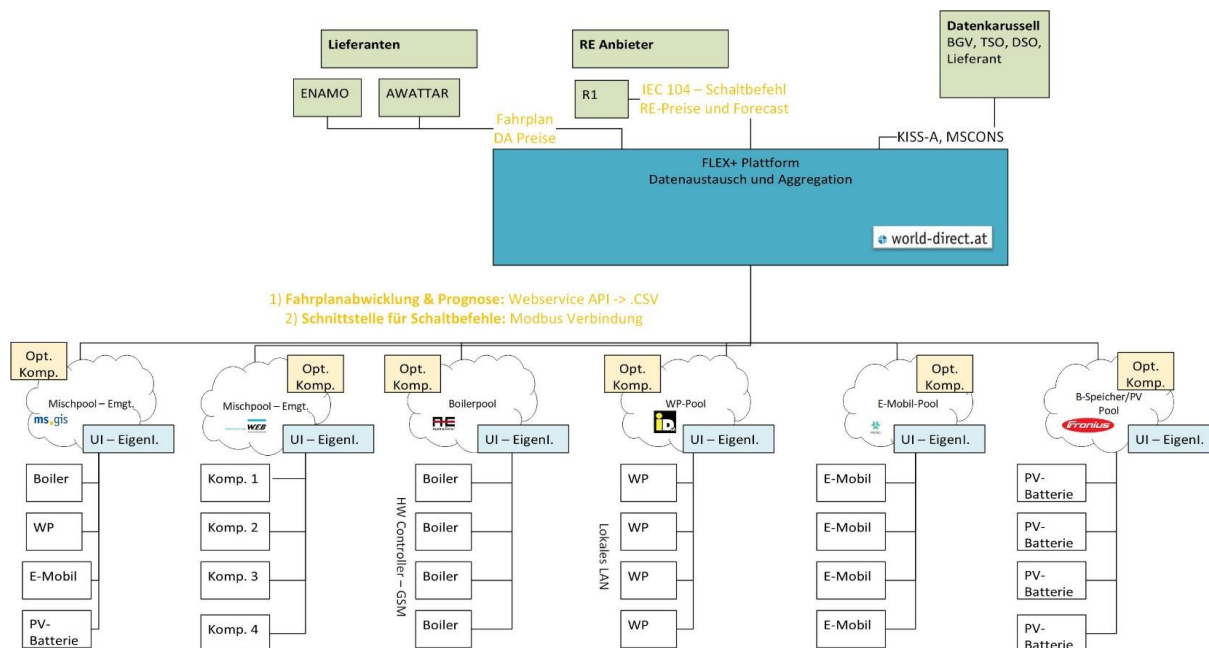


Abbildung 1 - Flex+ IT Übersicht

Der Prozesszyklus auf der Plattform beginnt mit Preis-Schätzungen und Abrufwahrscheinlichkeiten auf dem Day-Ahead- und Regelenenergiemarkt, drauf folgen die Optimierungsergebnisse in den Pools erst für den Regelenenergiemarkt und nach Information über die Zuschläge der Regelenenergie-Anbieter, die Optimierungsergebnisse für den Day-Ahead Markt als Day-Ahead Fahrplan. Die Ergebnisse der Vermarktung werden abschließend durch die Flex+ Plattform auf die Pools verteilt werden.

Am Tag der tatsächlichen Energielieferung werden über die Flex+ Plattform die Daten für die Regelenenergieaktivierung und Forecasts bzw. Zuschläge für den Intraday-Handel weitergegeben. Nach der tatsächlichen Energielieferung müssen von den Pools und der Flex+ Plattform Daten an die RRA und die Lieferanten transferiert werden. Die Daten zur aktivierten Regelenenergie, vorgehaltener Leistung und Preisen sind bei den RRA für die Verteilnetzbetreiber (VNB) und Bilanzgruppenverwaltung (BGV) erforderlich. Der Lieferant benötigt sie für die Abrechnungen mit den Kunden.

Vor, während und nach der jeweiligen Energielieferung ist die Flex+ Plattform somit die wichtige technische Schnittstelle zwischen den Teilnehmern. Welche Daten zu welchem Zeitpunkt weitergeleitet oder aggregiert werden, wie die Prozesse im Detail definiert sind und welche Technologien eingesetzt werden, wird im Kapitel 3 beschreiben.

### 2.1 Vorgehen in der Prozessentwicklung

World-Direct, als verantwortlicher Projektpartner, hat die Abstimmung und Ausformulierung der Prozesse übernommen. Die dazugehörigen Prozessabläufe basieren hauptsächlich auf im Zuge des Projektes definierten Ablaufbeschreibungen aus AP2. Für die Flex+ Plattform wurden die Abläufe in Prozesse umformuliert. Die möglichen Technologien und die

Entwürfe der Prozesse wurden allen Projektpartnern präsentiert. Weiterhin wurde in Workshops und mit Hilfe von Onlinedokumenten den Prozessaufbau diskutiert und angepasst. So konnte mit Hilfe der Erfahrungen aller Projektteilnehmer eine Prozessabfolge und Definitionen ausgearbeitet werden, die die Strukturen und Ziele des Flex+ Projekts wieder spiegelt.

Um den Aufbau der Prozesse deutlich darzustellen, wurde pro Prozess eine Tabelle entwickelt (Abbildung 2). In der Tabelle ist jeder Prozess durch Identifikationsnummer und Name eindeutig definiert. Die Identifikation ergibt sich aus P für Prozess und V für vor, E für Echtzeit und D für Daten. Bei der Nummerierung wurde überwiegend eine chronologische Reihenfolge einbehalten. Die Forecasts zur Optimierung am Intraday-Markt, die bereits zwei Tage vorher beginnen und die Prozesse, die in Zusammenhang mit der Regelernergie-Aktivierung bei der tatsächlichen Energielieferung stehen, nehmen an dieser Stelle eine Sonderrolle ein. Sie stehen im engen Zusammenhang mit den PE-Prozessen und sind deshalb an dieser Stelle zugeordnet.

Unter dem Prozessnamen befinden sich Informationen zu den beteiligten und verantwortlichen Teilnehmern, sowie zum Schnittstellenformat bzw. zur eingesetzten Technologie. Es folgen Informationen zur zeitlichen Auflösung (z.B. ¼-Stunden Taktung) und zu welchem Zeitpunkt der Prozess ausgeführt wird (z.B. zwei Tage vor dem Tag der tatsächlichen Energielieferung um 16 Uhr oder rollierend). Die zeitliche Auflösung hat einen Zeitstempel für den Startzeitpunkt und einen Zeitstempel für den Endzeitpunkt. Dieser wird nach dem ISO 8601 Standard eingegeben um Probleme bei der Zeitumstellung zu vermeiden. Weiterhin zeigt das Aggregationsschema in welcher Weise die Daten aggregiert sind und welche Informationen zur Identifikation benötigt werden (z.B. EIC (Energy identification code) des RRA). Die korrekte Aggregation und Bezeichnung der Prozesse ist für die eindeutige Zuordnung bei allen Teilnehmern wichtig. Für die Zusammenfassung des Prozesses folgt eine Beschreibung, diese orientiert sich an den Darstellungen der Abläufe am Vortag und in Echtzeit im Deliverable D6.

<b>Prozessnummer:</b>	<b>PV001</b>			
<b>Prozessname:</b>	Regelernergie Preis-Forecast und Abrufwahrscheinlichkeit von RRA an Flex+			
<b>Absender:</b>	RRA			
<b>Empfänger:</b>	Flex+ Plattform			
<b>Umsetzer:</b>	WD, TIWAG			
<b>Format:</b>	REST API mit CSV			
<b>Auflösung:</b>	1/4 Stunde			
<b>Rhythmus:</b>	D-2 16:00			
<b>Aggregationsschema:</b>	File pro RRA mit RRA Name und EIC im Filenamen.			
<b>Beschreibung:</b>	Die Regelergieanbieter schicken ihre Preisangebote und die dazu vorhergesagten Abrufwahrscheinlichkeiten für die verschiedenen 4h-Produktzeitscheiben an die Flex+ Plattform. Dabei sind auch zwei oder mehr Preisangebote möglich (z.B. eines mit hoher und eines mit niedriger Abrufwahrscheinlichkeit).			
<b>Status</b>	Freigabe erfolgt wenn alle Umsetzungen Freigegeben durch			

Spaltenname	Datensubtyp	Einheit	Genauigkeit	Beispiel	Bemerkung
Zeitraum von	Zeitpunkt UTC	Datum Uhrzeit	-	2019-05-01T00:00:00	Zeitreihe in ¼ Auflösung, Startzeitpunkt (01.05.2019 00:00), ISO 8601 Zeitstempel
Zeitraum bis	Zeitpunkt UTC	Datum Uhrzeit	-	2019-05-01T00:15:00	Zeitreihe in ¼ Auflösung, Endzeitpunkt (01.05.2019 00:15), ISO 8601 Zeitstempel
AP High TRR	Preis	€/MW/h	2	13,68	Preis Merit Order High Arbeitspreis in €/MW/h auf 2 Kommastellen (13,68) TRR
AP Low TRR	Preis	€/MW/h	2	13,68	Preis Merit Order Low Arbeitspreis in €/MW/h auf 2 Kommastellen (13,68) TRR
LP High TRR	Preis	€/MW/h	2	13,68	Preis Merit Order High Leistungspreis in €/MW/h auf 2 Kommastellen (13,68) TRR
LP Low TRR	Preis	€/MW/h	2	13,68	Preis Merit Order Low Leistungspreis in €/MW/h auf 2 Kommastellen (13,68) TRR
Abrufwahrscheinlichkeit High	Wahrscheinlichkeit	%	2	54,56	Abrufwahrscheinlichkeit in Prozent auf 2 Kommastellen für High (54,56) TRR
Abrufwahrscheinlichkeit Low	Wahrscheinlichkeit	%	2	12,47	Abrufwahrscheinlichkeit in Prozent auf 2 Kommastellen für Low (12,47) TRR
AP High SRR	Preis	€/MW/h	2	13,68	Preis Merit Order High Arbeitspreis in €/MW/h auf 2 Kommastellen (13,68) SRR
AP Low SRR	Preis	€/MW/h	2	13,68	Preis Merit Order Low Arbeitspreis in €/MW/h auf 2 Kommastellen (13,68) SRR
LP High SRR	Preis	€/MW/h	2	13,68	Preis Merit Order High Leistungspreis in €/MW/h auf 2 Kommastellen (13,68) SRR
LP Low SRR	Preis	€/MW/h	2	13,68	Preis Merit Order Low Leistungspreis in €/MW/h auf 2 Kommastellen (13,68) SRR
Abrufwahrscheinlichkeit High	Wahrscheinlichkeit	%	2	54,56	Abrufwahrscheinlichkeit in Prozent auf 2 Kommastellen für High (54,56) SRR
Abrufwahrscheinlichkeit Low	Wahrscheinlichkeit	%	2	12,47	Abrufwahrscheinlichkeit in Prozent auf 2 Kommastellen für Low (12,47) SRR

**Abbildung 2 - Beispiel für eine Prozesstabelle**

Abgeschlossen wird die Prozessbeschreibung mit einer Übersicht über die Informationen, die in dem Prozess übergeben werden. Diese sind: die genaue Bezeichnung der Spalte (Spaltenname), Datentyp (z.B. Zeitpunkt, Preis oder Wahrscheinlichkeit), die Einheit (z.B. €/Mw/h), die Genauigkeit (Anzahl der Kommastellen, falls vorhanden), ein Beispiel und eine Bemerkung mit der Zusammenfassung und Beschreibung vorangehenden Spalten.

Das Schema bietet die Grundlage für die Prozesse zwischen der Flex+ Plattform und allen Teilnehmern. Im Prozessablauf werden die Informationen der Spaltenwerte in Dateien mit dem im Aggregationsschema definierten Namen, mit Hilfe der jeweiligen Schnittstellentechnologie übertragen. Falls bei einem Prozess, für eine Spalte kein Wert vorhanden oder verfügbar sein, wird die Spalte mit 0 ausgefüllt. Die restlichen Informationen zu Absender und Empfänger sowie Zeitpunkt, sind auf der Flex+ Plattform und bei den Teilnehmern hinterlegt.



## 3 Beschreibung der Flex+ Plattform Prozesse

In diesem Kapitel werden die Prozesse, die auf der Flex+ Plattform umgesetzt werden, beschrieben. Für die Umsetzung und einen reibungslosen Ablauf werden verschiedene Technologien und Schnittstellen eingesetzt, die die Anbindung an die Flex+ Plattform sicherstellen. Bevor auf die Prozesse im Einzelnen eingegangen wird, wird die Technologieauswahl beschrieben und begründet. Die Prozessbeschreibung ist wie die Identifikation vorgibt, aufgeteilt nach den Prozessen, die für die Optimierung vor dem Tag der tatsächlichen Energielieferung nötig sind, die für den Tag bzw. während der tatsächlichen Energielieferung nötig sind und, die nach der tatsächlichen Energielieferung stattfinden. Basierend auf den Prozessen wird die Flex+ Plattform bei World-Direct entwickelt und die Anbindung aller Teilnehmer mit den Schnittstellentechnologien implementiert.

### 3.1 Eingesetzte Technologien

Jeder Teilnehmer muss über eine Schnittstelle an die Flex+ Plattform angebunden werden. Diese Schnittstelle erfordert auf Seiten der Teilnehmer und der Flex+ Plattform Implementierungsaufwand. Abhängig von der eingesetzten Schnittstellentechnologie ist die Schwelle für die Einbindung unterschiedlich hoch. Um eine möglichst einfache Anbindung aller Teilnehmer zu gewährleisten, wurde bei der Auswahl der Technologien darauf geachtet, dass sie bei allen Teilnehmern ohne erheblichen Mehraufwand umsetzbar sind und gleichzeitig die nötigen Voraussetzungen im Hinblick auf die zu übertragenen Daten, den Rhythmus und Sicherheit erfüllen. Auch wenn andere Technologien unter Umständen leistungsfähiger wären und zusätzliche Funktionen bieten würden, ist im Zuge des Projektes eine einfache Technologie auf Gründen der Implementierbarkeit bei allen Teilnehmern sinnvoll. Dies trägt auch dazu bei, dass eine standardisierte Schnittstelle für alle Teilnehmer existiert und nicht für verschiedene Teilnehmer, verschiedene Schnittstellen aufgebaut werden müssen. Zusätzlich wird das Fehlerrisiko bei Eingabe, Übertragung und Empfang der Daten durch die Standardisierung reduziert.

Für die meisten Prozesse, die keine Echtzeitübertragung erfordern, wurde eine REST (Representational State Transfer) API (Application-Programming Interface) mit CSV (Comma-separated values) Schnittstelle gewählt. Bei der Live-Schnittstelle zwischen Flex+ Plattform und RRA wird mit Hilfe des IEC 60870-5-104 (International Electrotechnical Commission) Übertragungsprotokoll, ein VPN (Virtual private network) verwendet. Für die Anbindung zwischen Flex+ Plattform und Pools, die für Regelenergieaktivierung kontinuierlich verfügbar sein muss, können die Pools zwischen einem Modbus-Protokoll (RTU, TCP/IP) und JSON (JavaScript Object Notation) über eine REST API wählen. Die verschiedenen Schnittstellentechnologien werden im Detail dargestellt und ihr Einsatz im Kontext der Flex+ Plattform begründet.

#### 3.1.1 REST API mit CSV

Ein REST Webservice bzw. REST API stellt Informationen über sich selbst in Form von Informationen über ihre Ressourcen dar. Jede der Ressourcen kann eindeutig identifiziert werden. Für den Nutzer ist es möglich eine neue Ressource zu erstellen oder eine existierende zu verändern (Avraham, 2017). Im Fall der Flex+ Plattform bedeutet dies, dass die Teilnehmer über die REST-Schnittstelle Daten bei der Flex+ Plattform aufrufen und wiederum eigene, durch die Prozesse definierte, Daten an die Flex+ Plattform übermitteln.

Die Architektur von REST basiert auf Technologien, die häufig im Internet angewandt werden. Für die Architektur sind sechs 6 Prinzipien definiert, die für REST eingehalten werden sollen (Rouse, et al., 2019; Thattil, 2019):

1. Client-Server Struktur: Es muss die Funktion einer Client-Server Struktur gegeben sein. Zum Beispiel fragen die Flex+ Teilnehmer (Clients) Daten bei der Flex+ Plattform (Server) ab.
2. Zustandslosigkeit: In jeder verschickten Nachricht sind alle Informationen enthalten, die Client und Server benötigen um die Nachricht

zu verstehen. Die Informationen werden weder beim Client noch auf dem Server gespeichert.

3. Caching: Es soll HTTP (HyperText Transfer Protocol) Caching zur Zwischenspeicherung von Daten genutzt werden. Damit sollen überflüssige Kommunikationsvorgänge vermieden werden.
4. Einheitliche Schnittstelle (API): a. Eindeutige Identifikation der API, sodass sie auch eindeutig adressierbar ist. b. Möglichkeit für unterschiedliche Darstellungsformen, beispielsweise in verschiedenen Formaten wie JSON oder HTML (Hypertext Markup Language). c. Jede Nachricht ist selbstbeschreibend. d. Die Kommunikation des Clients erfolgt immer über die Adresse, die vom Server bereitgestellt wird
5. Mehrschichtige Systeme: Die Systeme sollen mehrschichtig aufgebaut sein, so wird nur eine Schnittstelle benötigt. Zum Beispiel können die Berechnungsabläufe der Flex+ Plattform im Hintergrund verborgen bleiben.
6. Code on Demand (optional): Erst im Bedarfsfall kann der Client Code zur lokalen Ausführung übertragen werden.

Wie mit dem Prinzip unter 4.b erkennbar ist, kann für die Kommunikation über REST zum Beispiel HTML, JSON oder wie im Zuge der Anbindung an die Flex+ Plattform CSV eingesetzt werden. Das CSV Dateiformat ist ebenfalls bei allen Teilnehmern einfach umsetzbar. Die Daten werden in die CSV-Datei hintereinander eingetragen und sind per Komma getrennt. Die Struktur der Datei, also, dass alle Informationen an der richtigen Stelle stehen und somit korrekt gelesen werden, muss von Anfang an klar definiert werden. Dies erfolgt bei der Flex+ Plattform durch die strukturierte Prozessdefinition.

Für die einfache Anbindung aller Teilnehmer an die Flex+ Plattform ist die Lösung der REST Schnittstelle mit CSV-Dateien eine passende Möglichkeit. Im Vergleich zu Alternativen zur Übertragung wie Simple Object Access Protocol (SOAP) oder Web Services Description Language (WSDL), ist durch die oben beschriebenen Prinzipien standardisiert und daher leicht implementierbar. Außerdem benötigt sie nur eine geringe Bandbreite und ist so für Internetnutzung praktikabel.

### **3.1.2 VPN Live-Schnittstelle mit Übertragungsprotokoll IEC 60870-5-104**

Für die Kommunikation bei Regelenergieaktivierung zwischen Flex+ Plattform und RRA kommt das von der APG (Austrian Power Grid) vorgegebene Übertragungsprotokoll IEC 60870-5-104 zum Einsatz. Es wird häufig zur Anbindung von dezentralen Einheiten genutzt (Triangle MicroWorks, 2018) und ermöglicht, dass verschiedene Geräte und Anlagen ohne Anpassungen miteinander kommunizieren (IPCOMM, 2019). Das Protokoll ist ein offizieller Kommunikationsstandard für die Fernwirktechnik zur Anbindung des RRA an den VNB. Für die durchgehend effiziente Kommunikation zur Flex+ Plattform bei Regelenergieaktivierung ist das Protokoll deshalb sinnvoll. So kann der RRA die Komponenten der Flex+ Plattform zusammen mit anderen Einheiten für die Bereitstellung von Regelenergie nutzen.

Um die Übertragung des Protokolls abzusichern wird ein VPN-Netzwerk eingesetzt. Mit VPN kann ein privates Netzwerk sicher, beispielsweise über das Internet abgebildet werden (Mason, 2002). Für die Flex+ Plattform wird mit VPN ein sicheres Netzwerk zwischen der Plattform und dem RRA hergestellt. Ab Flex+ Plattform bis zum VNB findet bei Regelenergieaktivierung die Kommunikation über VPN statt.

### **3.1.3 Modbus (RTU, TCP/IP)**

Die Technologien Modbus und im folgenden Abschnitt (3.1.4) beschriebene REST API mit JSON können für den gleichen Prozess, der Kommunikation zwischen Pool und Flex+ Plattform für Regelenergieaktivierung verwendet werden. Die technologischen Voraussetzungen zur Umsetzung einer Live-Anbindung, mit ständiger Berechnung der aktuellen Verfügbarkeiten und der Weiterleitung an die Flex+ Plattform, bei den Komponenten unterscheiden sich. Aus diesem Grund stellt die Flex+ Plattform zwei verschiedene Möglichkeiten zur

Anbindung zu Verfügung. Welche Daten bei Regelenergieaktivierung mit Hilfe von Modbus und der REST API Schnittstelle jeweils angefragt bzw. übertragen werden, wird in Kapitel 3.3 ausgeführt. JSON über REST-API erfüllen die Vorgabe der schnellen und effizienten Übertragung. Das Übertragungsprotokoll IEC 60870-5-104 der APG dient als Basis für den Datenaustausch mit den Pools.

Modbus ist ein offener Standard, der als Protokoll für die Kommunikation zwischen technischen Systemen weit verbreitet ist. Modbus funktioniert unabhängig und ist vielseitig einsetzbar. Es basiert auf einer Master/Slave- bzw. Client/Server -Architektur. Master oder Client kann mehrere Slaves oder Server anbinden. Das heißt im Kontext von Flex+, dass die Flex+ Plattform als Master/Client die Pools als Slaves/Server anbindet. Der Client ist die Steuerungseinheit für den Austausch von Prozessdaten. Bei Anfrage durch den Client senden die Server vordefinierte Daten mit Werten zurück (Triangle MicroWorks, 2018). Der Client schreibt Daten im Register der Server und liest Daten im Register des Servers. Die Daten werden nach den verschiedenen Register-Adressen beim Server ausgelesen.

Es gibt verschiedene Betriebsarten für die Datenübertragung, die aber durch Modbus als Kommunikationsprotokoll gemeinsam genutzt werden können. Bei der Betriebsart Modbus RTU (Remote Terminal Unit) werden die Daten in binärer Form übertragen. Sie ist die bisher am häufigsten implementierte Modbus-Betriebsart. Daten können mit Modbus RTU schnell übertragen werden, allerdings sind sie nur maschinell lesbar. Die Betriebsart Modbus/TCP wird im Vergleich zu Modbus RTU relevanter. Im Bezug auf die binäre Form ähneln sich die beiden Betriebsarten. Modbus/TCP ist insbesondere für das Ethernet entwickelt und verwendet TCP/IP-Pakete. Durch das Ethernet wird TCP/IP mit Modbus kombiniert, welches in einem offenen, aber trotzdem sicheren Netzwerk resultiert (Bohn, 2017).

#### **3.1.4 REST API mit JSON**

Der REST Webservice wurde bereits in Kapitel 3.2.1 beschrieben. Der Unterschied zur dort beschriebenen Technologie ist das Dateiformat. In diesem Fall ist es JSON und nicht wie vorhergehend CSV. Bei Regelenergieaktivierung müssen unterschiedliche Daten schnell übertragen und effizient lesbar und ersetzbar sein. Die hierfür nötige Live-Schnittstelle zwischen Flex+ Plattform und Pools erfordert einen schnellen und stabilen Datenaustausch. Für diesen Zweck kann neben Modbus, ein REST-Webservice mit JSON-Dateiformat eingesetzt werden.

Eine JSON-Datei kann beliebig strukturierte Daten enthalten und ermöglicht eine kontinuierliche Übertragung, wo in kurzen Abständen Werte angefordert, hinzugefügt und ersetzt werden. JSON ist unabhängig von Programmiersprachen, da es von nahezu allen Sprachen gelesen werden kann. Eine CSV-Datei, wie für die anderen Prozesse eingesetzt, hat ausschließlich eine vorgegebene Struktur, mit durch Komma getrennten Werten. Für standardisierte Prozesse, die immer zum gleichen Zeitpunkt in der gleichen Struktur ohne Änderungen übertragen werden, reicht die flache Hierarchie der CSV-Datei aus (Datafiniti, 2014) für die schnelle und dynamische Übertragung allerdings nicht.

#### **3.1.5 KISS-A-Format**

KISS-A (Keep it short and simple (Austria)) ist ein Standardformat der Energieindustrie für den Fahrplan, der an den BGV gesendet wird. Deshalb stellt die Flex+ Plattform, die dabei benötigten Daten, dem RRA direkt in diesem Format bereit. Das KISS-A-Format hat ein xls. oder.xlsx.-Excel-Format und die Übertragung kann zum Beispiel per E-Mail erfolgen. Die geforderten Informationen in jeder xls.- oder.xlsx.-Datei sind gleich und beinhalten Datum, Kontaktdaten des Adressaten (BGV), mehrere Zeilen für Kommentare und die Werte in Kilowattstunden (kWh) an jedem Datum, jeweils in ¼ stündlichen Abschnitten (E-Control, 2017). Die Übertragung der KISS-A-Datei kann zum Beispiel per Email erfolgen.

### 3.2 Prozesse zur Optimierung vor der tatsächlichen Energielieferung

Vor der tatsächlichen Energielieferung müssen die Angebote und Zuschläge für den Regelenenergie und den Day-Ahead Markt erstellt und optimiert werden. Alle Daten, die zu diesem Zweck transferiert werden, nutzen einen REST Webservice im CSV-Format. Außerdem sind die Informationen über den Zeitraum immer im ¼-Stunden Rhythmus mit „Zeitraum von“ bis „Zeitraum bis“ definiert. Das heißt insgesamt enthält ein Prozess pro Tag Informationen zu 96 verschiedenen Zeiträumen. Dies ist wichtig um den ganzen Tag in gleichmäßige Zeitreihen aufzuteilen und wird von APG in dieser 15-minütigen Auflösung vorgegeben. Die Auflösung wird ebenfalls für die Prozesse am Tag der tatsächlichen Energielieferung und für den nachfolgenden Datenaustausch zur Abrechnung verwendet.

*PV001 bis PV004, zwei Tage vor Lieferung 16:00 Uhr bis 05:45 Uhr ein Tag vor tatsächlicher Energielieferung*

Der Ablauf wird mit Übertragung der Regelenenergie und Day-Ahead Preis-Forecasts von RRA, bzw. Lieferant an die Flex+ Plattform um 16:00 Uhr zwei Tage vor Erbringung gestartet. Dieser Zeitpunkt wurde definiert, da die Genauigkeit des Forecasts ab diesem Zeitpunkt eine gewisse Garantie zur Verlässlichkeit bietet. Bei den Regelenenergie Preis-Forecasts, wird zusätzlich die Information zur Abrufwahrscheinlichkeit übertragen. Für jede ¼-Stunde wird ein je ein hoher und ein niedriger Arbeits- und Leistungspreis (Merit Order High und Merit Order Low) in Euro pro Megawatt pro Stunde vorhergesagt. An den Regelenenergiemärkten werden die Arbeits- und Leistungspreise nach Größe (Merit Order) geordnet. Ein niedriger Preis hat eine höhere Abrufwahrscheinlichkeit. Die Daten werden in diesem Prozess jeweils für die Sekundär- und für die Tertiärregelenenergieserve (SRR und TRR) übermittelt. Der Day-Ahead Preis-Forecast besteht aus einem zu erwartenden Einkaufspreis- und einem zu erwartenden Verkaufspreis (PV001 und PV002).

Die Flex+ Plattform schickt die Preis-Forecasts und Abrufwahrscheinlichkeiten um 5:45 Uhr des Tages vor Energielieferung weiter an die Pools (PV003 und PV004). Welcher Pool welche Forecasts erhält ist abhängig von den gewählten Lieferanten.

**Tabelle 1 - Forecasting Regelenenergie und Day-Ahead PV001 bis PV004**

#	Prozessname	Absender	Empfänger
PV001	Regelenenergie Preis-Forecast und Abrufwahrscheinlichkeit von RRA an Flex+	RRA	Flex+ Plattform
PV002	Day-Ahead Preis-Forecast von Lieferanten an Flex+	Lieferant	Flex+ Plattform
PV003	Regelenenergie Preis-Forecast und Abrufwahrscheinlichkeit von Flex+ an Pool	Flex+ Plattform	Pool
PV004	Day-Ahead Preis-Forecast je Lieferanten von Flex+ an Pool	Flex+ Plattform	Pool

*PV005 und PV006, Öko-Forecast*

Für die Optimierung wird zusätzlich zu den Preisen der Öko-Forecast mit CO<sub>2</sub> oder Grünstromanteil einbezogen. Der Lieferant berechnet den Öko-Forecast und sendet den Grünstromanteil (in Prozent) und die CO<sub>2</sub>-Intensität (in g CO<sub>2</sub>eq/kWh) mit stündlichen Werten an die Flex+ Plattform. Die Flex+ Plattform stellt die Werte für die Pools in ¼-Stunden Zeitreihen zur Verfügung. Das heißt, dass die Werte jeweils für eine Stunde in jeder ¼-Stunde gleich sind. Die beiden Prozesse finden zeitlich am Morgen zusammen mit PV003 und PV004 statt.

**Tabelle 2 - Ökoforecast PV005 und PV006**

#	Prozessname	Absender	Empfänger
PV005	Öko-Forecast (CO <sub>2</sub> oder Grünstromanteil) von Lieferanten an Flex+	Lieferant	Flex+ Plattform
PV006	Öko-Forecast (CO <sub>2</sub> oder Grünstromanteil) von Flex+ an Pool	Flex+ Plattform	Pool

*PV007 bis PV010, 6:15 Uhr bis 10:35 Uhr am Tag vor der tatsächlichen Energielieferung*

Diese Prozesse stellen den Datenaustausch von Optimierung in den Pools bis zur Information über die Zuschläge durch die RRA dar. Nachdem die Optimierung in den Pools stattgefunden hat, senden die Pools ihre anzubietende Regelenergieleistung in Megawatt um 6:15 Uhr an die Flex+ Plattform (PV007). Leistung wird wieder pro ¼ Stunde angegeben, ist allerdings jeweils für 4 Stunden Blöcke gleich. Jeder Pool schickt ein File mit Unterscheidung nach ggf. unterschiedlichen EIC der RRA. Auf der Flex+ Plattform wird die Regelenergieleistung pro RRA aggregiert, sodass im nächsten Prozess (PV008) jeder RRA ein File erhält.

Die RRA bieten die Leistungen an und schicken die Informationen über die akzeptierte Leistung zurück. Da die Informationen für den SRR und TRR Markt jeweils zu unterschiedlichen Zeitpunkten zur Verfügung stehen und die frühestmögliche Informationslieferung wichtig ist, werden die Prozesse PV009 und PV010 in a (SRR) und b (TRR) unterteilt. PV009a findet um 9:30 Uhr statt und enthält die Daten über die Zuschlagsleistung, den Arbeits- und Leistungspreis für positive und negative Regelenergie. Die gleichen Daten für den Tertiärmarkt werden um 10:30 Uhr vom RRA gesendet.

Von der Flex+ Plattform werden die Zuschläge auf die verschiedenen Pools aufgeteilt und die Files um 10:35 Uhr an die Pools weitergeschickt (PV010a, b).

**Tabelle 3 - Regelenergieoptimierung bis -zuschlag PV007 bis PV010**

#	Prozessname	Absender	Empfänger
PV007	Regelenergie-Leistung pro Regelenergie-Anbieter, pro Regelenergieart von Pool an Flex+	Pool	Flex+ Plattform
PV008	Regelenergie-Leistung <b>kumuliert</b> von Flex+ an RRA	Flex+ Plattform	RRA
PV009a	Regelenergie SRR Zuschläge von RRA an Flex+	RRA	Flex+ Plattform
PV009b	Regelenergie TRR Zuschläge von RRA an Flex+	RRA	Flex+ Plattform
PV010a	Regelenergie SRR Zuschläge je Richtung je RE Anbieter von Flex+ an Pool	Flex+ Plattform	Pool
PV010b	Regelenergie TRR Zuschläge je Richtung je RE Anbieter von Flex+ an Pool	Flex+ Plattform	Pool

*PV011 bis PV014, 10:55 Uhr bis 13 Uhr am Tag vor der tatsächlichen Energielieferung*

Nachdem die Zuschläge für die Regelenergiemärkte fixiert wurden, kann ab diesem Zeitpunkt die Day-Ahead Optimierung und das Angebot am Day-Ahead Markt stattfinden. Dafür wird der von den Pools jeweils optimierte Day-Ahead Fahrplan mit den optimalen einzukaufenden und zu verkaufenden Leistungen an die Flex+ Plattform gesendet (PV011). Eingekaufte Leistungen bedeuten eine Leistungsaufnahme der Komponente. Verkaufte Leistungen bedeuten eine Leistungsabgabe der Komponente. Der Lieferant soll den Fahrplan aggregiert erhalten, deshalb werden auf der Flex+ Plattform die Leistungen pro Lieferanten kumuliert (PV012). Angeboten werden die Leistungen am europäischen EPEX-Spotmarkt, der eine Gate-Closure Zeit von 12:00 Uhr hat. Ein Angebot an der österreichischen Strombörse, Energy Exchange Austria (EXAA), kann nicht erfolgen, da zu diesem Zeitpunkt die Informationen über die Regelenergiezuschläge nicht vollständig sind. Die

FLEX<sup>+</sup>

EPEX-Zuschläge für die Leistung im Einkauf und Verkauf sowie die dazugehörigen Preise schickt der Lieferant an die Flex+ Plattform (PV013). Die Leistungswerte dienen als Betätigung und können aus diesem Grund zurückgesendet werden. Die Flex+ Plattform verteilt die Leistungen mit Informationen über die erzielten Ein- und Verkaufspreise entsprechend der Fahrpläne aus PV011 an die Pools (PV014).

**Tabelle 4 - Day-Ahead Optimierung bis Zuschlag PV011 bis PV014**

#	Prozessname	Absender	Empfänger
PV011	Day-Ahead Leistung pro Lieferanten von Pool an Flex+	Pool	Flex+ Plattform
PV012	Day-Ahead Leistung <b>kumuliert</b> von Flex+ an Lieferanten	Flex+ Plattform	Lieferant
PV013	Day-Ahead Zuschläge von Lieferanten an Flex+	Lieferant	Flex+ Plattform
PV014	Day-Ahead Zuschläge je Lieferanten von Flex+ an Pool	Flex+ Plattform	Pool

Mit Sendung der Day-Ahead Zuschläge an die Pools sind die Prozesse in Verbindung mit Regelenergie- und Day-Ahead Markt, vor der tatsächlichen Energielieferung abgeschlossen. Die Pools haben mit Hilfe der Flex+ Plattform von den Lieferanten und RRA alle Informationen erhalten, die sie für den Tag der Energielieferung benötigen und im Vorhinein verfügbar sind.

### 3.3 Prozesse zur Optimierung am Tag der tatsächlichen Energielieferung

Am Tag der tatsächlichen Energielieferung gibt es Prozesse zur Regelenergie-Aktivierung und Prozesse zum Angebot und Zuschlag am Intraday Markt. Die Prozesse zur Regelenergie-Aktivierung finden dann statt, wenn die angebotene Leistung beim RRA abgerufen wird. Die involvierten Prozesse weichen von der Struktur aller anderen Prozesse stark ab, da es sich um eine Live-Schnittstelle handelt. Am Intraday Markt können verfügbare, noch nicht vermarktete, Leistungen angeboten werden. Diese ähneln denen der, in Kapitel 3.2 beschriebenen, Day-Ahead Prozesse. Diese Prozesse zur Optimierung am Intraday-Markt beginnen bereits 2 Tage vor der tatsächlichen Energielieferung. Da sie allerdings in unmittelbarem Zusammenhang mit den Prozessen am Tag der Energielieferung stehen, werden sie gemeinsam dargestellt.

#### *PE001 und PE002, für Regelenergie-Aktivierung*

Wenn eine Regelenergieanforderung von der APG erfolgt, sendet der RRA über die VPN Liveschnittstelle mit dem IEC 60870-5-104 Kommunikationsprotokoll (siehe Kapitel 3.1.2) die angeforderte SRL (Sekundärregelleistung) oder TRL (Tertiärregelleistung) an die Flex+ Plattform. Es folgt ein Austausch der Werte im 2 Sekundentakt der Leistungsmessung zwischen RRA und Flex+ Plattform. Die Verbindung über die Liveschnittstelle besteht kontinuierlich (PE001).

In PE002 ist die Live-Schnittstelle zum Austausch bei Regelenergie-Aktivierung zwischen Flex+ Plattform und Pool definiert. Die technische Schnittstelle unterscheidet sich abhängig vom Pool. Entweder wird das in Kapitel 3.1.3 beschriebene Modbus Protokoll oder der in Kapitel 3.1.4 beschriebene REST Webservice mit JSON angewendet. Die Daten, die jeweils live zwischen Flex+ Plattform und Pools gesendet bzw. abgerufen werden, sind gleich, werden aber abhängig von der eingesetzten Technologie unterschiedlich übergeben. Entweder werden die Daten per Register gezogen (Modbus) oder per REST Webservice im JSON-Format abgerufen. Client und Servers sind im REST Webservice Akteur und Sensoren.

Die Flex+ Plattform stellt den Pools Leistungsvorgaben bereit. Die müssen unter der entsprechenden Registeradresse (Modbus) bzw. dem entsprechenden Identifier (ID) (REST Webservice mit JSON) abgerufen werden. Die Leistungsvorgaben enthalten ein Signal zur Erkennung eines Ausfalls beim Pool, ein binäres Signal, welches angibt, ob die angeforderte

Leistung erbracht werden soll und den Sollwert, der die absolute Leistung angibt, die erbracht werden soll.

Auf der anderen Seite stellen die Pools Messwerte zur Verfügung. Ein binäres Signal gibt an, ob alle Register gültig sind. Die Register sind immer dann gültig, wenn der Schreibvorgang in allen Registern abgeschlossen ist. Dann kann der Client die Werte abholen. Über ein Freigabesignal wird angezeigt, ob der Pool zur Leistung angefordert werden darf. Zusätzlich kann das Signal, das bei den Leistungsvorgaben einen Ausfall beim Pool anzeigt, zur Validierung übergeben werden. Dann folgen Messerwerte zur minimalen und maximalen Leistung des gesamten Pools und die Ist-Leistung je Lieferanten. Unterschieden werden muss in Bezug auf die Messwerte, ob ein so genanntes Schieberegister beim Pool existiert. Beim Schieberegister wird der Pool aufgeteilt und immer ein Teil für Regelenergieerbringung genutzt. Handelt es sich um ein Schieberegister, wird die positive und negative Regeleistung angegeben und pro Lieferanten die Ist-Leistung und der Arbeitspunkt. Alle Mess- und Sollwerte werden in Watt angegeben.

**Tabelle 5 - Regelenergie-Aktivierung PE001 und PE002**

#	Prozessname	Absender	Empfänger
PE001	Regelenergie-Aktivierung 1	RRA/Flex+ Plattform	Flex+ Plattform/RRA
PE002	Regelenergie-Aktivierung 2	Pool/Flex+ Plattform	Flex+ Plattform/Pool

#### *PE003 bis PE008, ab 48 Stunden vor Lieferung bis zum Ende des Tages*

Die Prozesse für die Intraday Optimierung beginnen bereits zwei Tage (48 Stunden) vor der Lieferung. Der frühe Beginn des Forecasts erfolgt mit Hinblick auf die Optimierung für den Day-Ahead Markt. Die Lieferanten senden die Intraday Preisvorhersage für den Einkaufs- und Verkaufspreis am Intraday Markt immer für die folgenden 48 Stunden, wieder in 15 Minuten Intervallen. Jeweils nach einer Stunde werden aktualisierte Preise an Flex+ Plattform gesendet. Preisaktualisierungen erfolgen bis eine Stunde vor Lieferung. Das heißt um 14:00 Uhr am Tag der Energielieferung, wird letztmalig eine Preisvorhersage für 15:00 Uhr gesendet, weiterhin erfolgt eine ¼-stündliche Vorhersage für alle Zeiträume bis Mitternacht des Tages bzw. bereits bis 14:00 Uhr für die Energielieferung 48 Stunden später. Im gleichen Rhythmus gibt die Flex+ Plattform die Preis-Forecasts an die Pools weiter (PE003 und PE004).

Der Rhythmus wird ebenfalls für folgenden Prozesse beibehalten, somit findet für den Intraday Markt stündlich eine Optimierung statt. Die Pools senden die einzukaufende oder zu verkaufende Leistung aufgeteilt nach Lieferanten an die Flex+ Plattform (PE005). Die Flex+ Plattform kumuliert die Leistungen und erstellt eine Datei pro Lieferanten (PE006).

Erfolgte Zuschläge auf dem Intraday Markt werden ebenfalls stündlich rollierend an die Flex+ geschickt. Die Flex+ Plattform teilt die Zuschläge auf und sendet sie an die verschiedenen Pools (PE007 und PE008).

**Tabelle 6 - Rollierender Intraday Forecast bis Zuschlag PE003 bis PE007**

#	Prozessname	Absender	Empfänger
PE003	Intraday Preis-Forecast von Lieferanten an Flex+	Lieferant	Flex+ Plattform
PE004	Intraday Preis-Forecast von Flex+ an Pool	Flex+ Plattform	Pool
PE005	Intraday Nachkauf von Pool an Flex+	Pool	Flex+ Plattform
PE006	Intraday Nachkauf kumuliert von Flex+ an Lieferanten	Flex+ Plattform	Lieferant
PE007	Intraday Zuschläge von Lieferanten an Flex+	Lieferant	Flex+ Plattform
PE008	Intraday Zuschläge von Flex+ an Pool	Flex+ Plattform	Pool

### 3.4 Prozesse nach der tatsächlichen Energielieferung

Nach der tatsächlichen Energielieferung müssen von den Pools verschiedene Daten über die Regelenenergieerbringung an die Lieferanten geschickt werden. Es kommen verschiedene Technologien für die Schnittstelle zum Einsatz. Die zeitliche Auflösung ist wie im großen Teil der vorhergehenden Prozessen ¼-stündlich, allerdings ist der Rhythmus meist monatlich.

*PD001 bis PD003, monatlich am 1. des Monats für den Vormonat*

Einmal monatlich werden die Regelenenergie-Daten des Vormonats von den Pools an die Flex+ Plattform übergeben (PD001). Die Dateien sind pro Lieferanten aufgeteilt und enthalten Informationen zur erbrachten positiven und negativen Regelenenergie für jeden Zählpunkt einzeln. Diese Daten werden zu Abrechnungszwecken an die Lieferanten gegeben (PD002). Zusätzlich sendet die Flex+ Plattform die vorgehaltene positive und negative Regelenenergieleistung pro Pool und den jeweils erzielten Preis an die Lieferanten (PD003).

**Tabelle 7 - Regelenenergie-Daten von den Pools für die Lieferanten PD001 bis PD003**

#	Prozessname	Absender	Empfänger
PD001	Übermittlung Mengen RE Daten pro ZP und Lieferant von Pool an Flex+	Pool	Flex+ Plattform
PD002	Übermittlung 1/4h RE Daten pro ZP von Flex+ an Lieferanten	Flex+ Plattform	Lieferant
PD003	Übermittlung 1/4h RE Daten pro Pool von Flex+ an Lieferanten	Flex+ Plattform	Lieferant

*PD026 und PD028, monatlich am 1. des Monats für den Vormonat und zwei Tage nach Erbringung*

Daten über die Regelenenergieerbringung werden auch vom RRA benötigt. Er ist verantwortlich die Informationen in unterschiedlicher Frequenz und Auflösung an BGV und VNB zu liefern. Diese Prozesse wurden im Zuge des Projekts modelliert (PD027 und PD029), werden aber nicht über die Flex+ Plattform abgewickelt, und deshalb an dieser Stelle nicht weiter spezifiziert. In PD026 sendet die Flex+ Plattform monatlich, ähnlich wie in PD002, die erbrachte positive und negative erbrachte Regelenenergie und die Ist-Leistung, also die erbrachte Energie, in ¼-Stundenwerten an den RRA. Zusätzlich findet für die Abrechnung des verringerten Netznutzungsentgelts im Fall des RRA eine Einteilung nach VNB statt, sodass dem RRA diese Informationen für den VNB zur Verfügung stehen.

Jeweils immer 2 Tage nach tatsächlicher Energielieferung sendet die Flex+ Plattform einen Entwurf des „ex-post“ Korrekturfahrplans an den RRA. Dieser ist getrennt nach BGV und enthält die positive und negative Regelenenergie pro ¼-Stunde in Megawatt (MW). Die Informationen werden vom BGV im KISS-A-Format angefordert und deshalb bereits von der Flex+ Plattform in diesem Format an den RRA geliefert (PD028).

**Tabelle 8 - Regelenenergie-Daten für den Regelreserveanbieter PD026 und PD028**

#	Prozessname	Absender	Empfänger
PD026	1/4h Aktivierte Energie pro ZP und VNB von flex+ an RRA	Flex+ Plattform	RRA
PD028	„ex-post“-Korrekturfahrplan 1 (auf Basis der Echtzeitdaten von den Pools)	Flex+ Plattform	RRA



## 4 User Interface

Für die Endverbraucher ist es wichtig, dass deren Eigeninteressen gewahrt werden und alle selbst entscheiden können, inwiefern sie Flexibilität für den Strommarkt anbieten. Daher ist es erforderlich, eine Plattform zu schaffen, die es dem Kunden ermöglicht, seine Anforderungen preiszugeben und jederzeit anzupassen. Dahingehend ist die Erstellung einer Applikation beziehungsweise eines UI naheliegend.

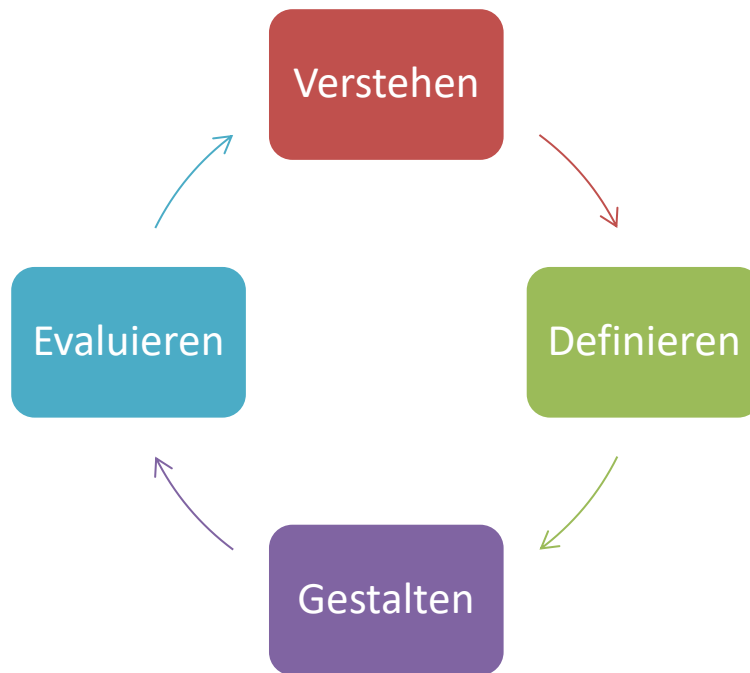
Die am Projekt beteiligten Komponentenhersteller verfügen aktuell über unterschiedliche Ausprägungen der Benutzerschnittstellen:

- für Kreisel Electric sowie für Austria Email liegt aktuell kein UI vor. Deshalb wird ein neues UI für die Flex+ Plattform und die beiden Projektpartner entwickelt.
- Zur Steuerung und Analyse der Geräte stellt Fronius im Moment eine Webapplikation, die über einen Browser aufgerufen wird, zur Verfügung. IDM hingegen bietet den Benutzerinnen und Benutzern eine mobile Applikation an, die auf den Smartphones und Tablets der Kundinnen und Kunden installiert werden kann.
- ms.GIS betreibt eine Smart Home as a service Plattform für eine herstellerübergreifende Steuerung von ausgewählten Komponenten und entwickelt die Software inkl. Rule Engine, lokalen Automatisierungsprozessen und UI (web und mobile).

### 4.1 Methodik

Da der Mensch im Mittelpunkt der Anstrengungen rund um die Userinterfaceentwicklung steht, wurde der Ansatz des Human-centred Design ausgewählt. Dieses Vorgehensmodell ist durch die ÖNORM EN ISO 9241-210: 2019 04 01, Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme spezifiziert. Beschrieben wird darin ein iterativer Prozess, der aus vier Teilen besteht.

Als ersten Schritt müssen die Probleme oder Anforderungen der Benutzerinnen und Benutzer verstanden werden. Danach werden diese genau definiert und festgehalten. Als nächstes findet eine Gestaltungsphase statt, in der erste Entwürfe erstellt werden. Um zu überprüfen, ob die Entwürfe eine gute Benutzbarkeit aufweisen und die Problemstellung lösen, werden Tests durchgeführt. Die Ergebnisse der Tests führen dann erneut zu einem besseren Verständnis der Probleme und Anforderungen. Dieser vierteilige Prozess kann sich dabei mehrfach wiederholen. Durch die Tests wird dabei immer wieder festgestellt, ob die Entwürfe sich verbessern oder verschlechtern. Durch das Feedback der Testpersonen können so sehr kleine Änderungen wie zum Beispiel eine Farbänderungen und Schriftgrößenänderung bis hin zu ganzheitlichen Konzeptänderungen erprobt und evaluiert werden. Am Ende dieses Prozesses steht eine gute Benutzbarkeit des entworfenen Systems, das die Anforderungen und Probleme der Benutzerinnen und Benutzer löst. Dabei gibt es kein Ende, an dem der Prozess automatisch stoppt. In der Theorie kann er unendlich oft wiederholt oder über die komplette Lebenszeit des UIs beibehalten werden.



**Abbildung 3 - Iteratives Vorgehensmodell nach ISO 9241:210**

## 4.2 Anforderungserhebung

Im Arbeitspaket 2 des Forschungsprojektes Flex+ wurden die Eigeninteressen der Endkonsumentinnen und Endkonsumenten untersucht und ausgewertet. Dazu zählen neben weiteren Punkten die folgenden fünf Oberpunkte:

- **Finanzielle Interessen**
  - Gewinnmaximierung
  - Verbesserung der Wirtschaftlichkeit
- **Energietechnische Interessen**
  - Maximierung Direktnutzungsanteil
  - Nutzung regional erzeugter Energie
  - Streben nach Energieautarkie
- **Ökologische Interessen**
  - Bevorzugte Nutzung „grüner“ Stromerzeugung
  - Substitution nicht erneuerbarer Stromerzeugung
  - Beitrag zur Energiewende
- **Persönliche Interessen**
  - Externe Zugriffe (gefühlter Kontrollverlust)
  - Interesse an Technologie
  - Nutzung von Förderungen
- **Komfort und Flexibilität**
  - Komfort (Raumwärme, Warmwasser, ...)
  - Flexibilität Individualverkehr

Teile dieser Punkte erlauben eine Abbildung in diversen Maßeinheiten und geben dabei ebenfalls ein Bild über Informationen, die in der Benutzeroberfläche sichtbar sein sollen.

So kann zur Befriedigung der finanziellen Interessen ein Geldbetrag in der Einheit Euro herangezogen und präsentiert werden. Im Idealfall entsteht durch die Optimierung ein finanzieller Vorteil für die Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Dieser kann durch eine Kostenreduktion beim Verbrauch oder durch einen Mehrertrag bei der Abgabe von Energie entstehen. Da der persönliche Vorteil ein Anreiz für die Teilnahme an solchen Optimierungsprogrammen darstellen kann, wurde mit allen Projektparteien beschlossen eine entsprechende Anzeige für die finanziellen Auswirkungen in die Prototypen aufzunehmen.

Energietechnische Interessen lassen sich für die Endkonsumentinnen und Endkonsumenten in der ihnen bekannten und weit verbreiteten Einheit kWh darstellen. So kann eine Abweichung im Energieverbrauch verständlich dargestellt werden. Die Abweichungen zur Baseline, also zu dem Verbrauch beziehungsweise dem Verhalten der Komponenten ohne Optimierung, können über das UI nur angezeigt werden. Die Berechnung dieses Wertes und die Möglichkeit zur Bereitstellung wird in anderen Arbeitspaketen des Forschungsprojektes erforscht. Es wurde von allen Projektpartnern als wünschenswert deklariert diesen Wert, trotz der Unsicherheit der späteren Verfügbarkeit, in die Benutzeroberflächen aufzunehmen.

Auf Vorschlag der Ergebnisse des Arbeitspaketes 2 wird für die Darstellung der ökologischen Interessen die Maßeinheit CO<sub>2</sub> verwendet. In den Gesprächen mit den Projektpartnern hat sich hier eine Diskrepanz zwischen den Auswirkungen der Optimierung gezeigt. Einige Komponentenhersteller rechnen durch die Optimierung mit einer Reduktion des freigesetzten Kohlenstoffdioxids, wohingegen andere Hersteller mit einem deutlichen Energie-mehrverbrauch und damit auch einem erhöhten CO<sub>2</sub> Ausstoß rechnen. Dieser Zustand muss den Endbenutzerinnen und Endbenutzern transparent dargestellt und verständlich gemacht werden, da sonst die Vorteile der Optimierung in Frage gestellt werden könnten. Diese Aufklärungsarbeit kann nicht nur über das UI erfolgen. Informationen darüber müssen zumindest in den Interfaces der Hersteller, die von dieser Auswirkung betroffen sind, dargestellt werden.

Aus Userinterfacesicht wurde von ms.GIS und Fronius Wert auf eine transparente Darstellung der Handlungen des Optimierungsalgorithmus gelegt. Um dem Gefühl von Kontrollverlust entgegenzuwirken ist es notwendig die Handlungen, die vom normalen Verhalten abweichen, zu kennzeichnen und einfach erkennbar zu machen.

Der aktuelle Status der Komponente, die aktuelle Handlung und das dazu gehörige Ziel können die benötigten Informationen bieten. iDM hat sich hier bewusst gegen eine erweiterte Darstellung dieser Informationen in ihrer Applikation entschieden, da vergleichbare Detailinformationen auch jetzt absichtlich nicht im Interface enthalten sind. Eine grobe Anzeige des Status und der aktuellen Handlung und Ziel der Komponente wurden hier als Ziel definiert.

Um die volle Kontrolle über die Systeme in Ausnahmesituation zu behalten, gibt es für alle Komponenten diverse „Quick Actions“, die eine Überschreibung der optimierten Anweisungen ermöglichen. Ein Beispiel anhand einer Wärmepumpe ist die Erkrankung eines Familienmitglieds. Durch die Krankheit ist die Person an das Haus oder die Wohnung gebunden und benötigt daher auch untertags Energie für die Heizung. Normalerweise würde die Heizung zu den üblichen Geschäftszeiten nicht laufen, weil alle Personen außer Haus sind und erst vor dem eingestellten Eintreffen der Personen am späten Nachmittag oder Abend versucht die eingestellte Zieltemperatur zu erreichen. Dem gegenübergestellt ist ein Urlaubsmodus für eine längere Abwesenheit genauso interessant, um den Energieverbrauch des Haushaltes während der Abwesenheit zu minimieren.

### 4.3 UI Recherche & Prototyp ms.GIS

Zu Beginn des Tasks 4.3, Design UI sowie Darstellung des Kundenmehrwerts herrschte die Annahme vor, dass eine zentrale Flex+ Plattform geschaffen wird und das dazugehörige UI im Rahmen des Tasks entwickelt werden soll.

Als Vorbereitung auf das erste Meeting mit dem Integrationspartner ms.GIS wurden daraufhin vorhandene Applikationen aus ähnlichen Bereichen auf Userinterfaceebene untersucht. Es wurden Applikationen zur Steuerung von Wärmepumpen, Warmwasseraufbereitung, Photovoltaik (PV) Anlagen und Batteriespeichern untersucht. Dazu zählten acht Applikationen im Bereich Wärmepumpensteuerung, zwei Applikationen zur Warmwasseraufbereitung, zehn Applikationen für PV Anlagen. Dazu gehörten auch die bestehenden Applikationen der Projektpartner, sowie das zentrale Smart Home Management System von ms.GIS, welches in der vorgegangenen Aufzählung keinem Bereich zugeordnet wurde.

## Auswertungen / Statistiken (Beispiele)

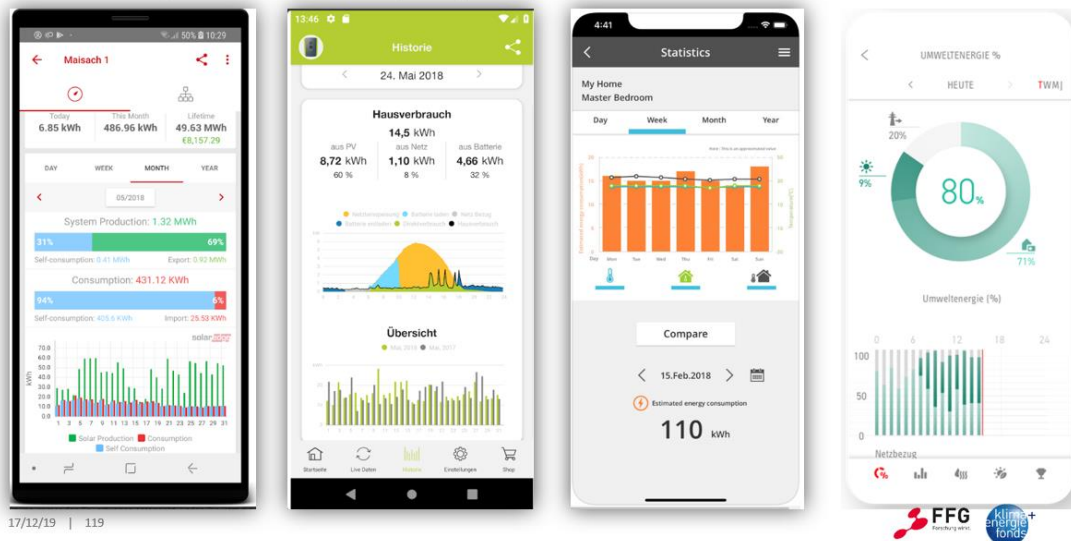


Abbildung 4 - Auszug aus der Recherche vergleichbarer Applikationen 1/2

Da diverse Statistiken als Kernelemente der neuen Anforderungen definiert wurden, wurden verschiedene vorhandene Darstellungsformen gesammelt und auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede untersucht. Diverse Ideen für eine spätere Umsetzung im Rahmen der Prototypen wurden notiert.

## Einstellungen I (Beispiele)

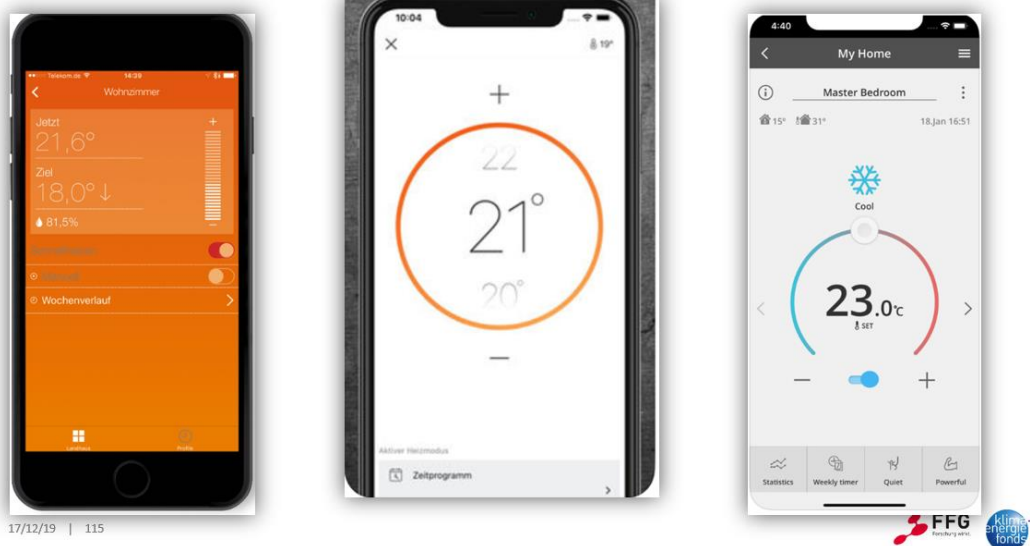


Abbildung 5 - Auszug aus der Recherche vergleichbarer Applikationen 2/2

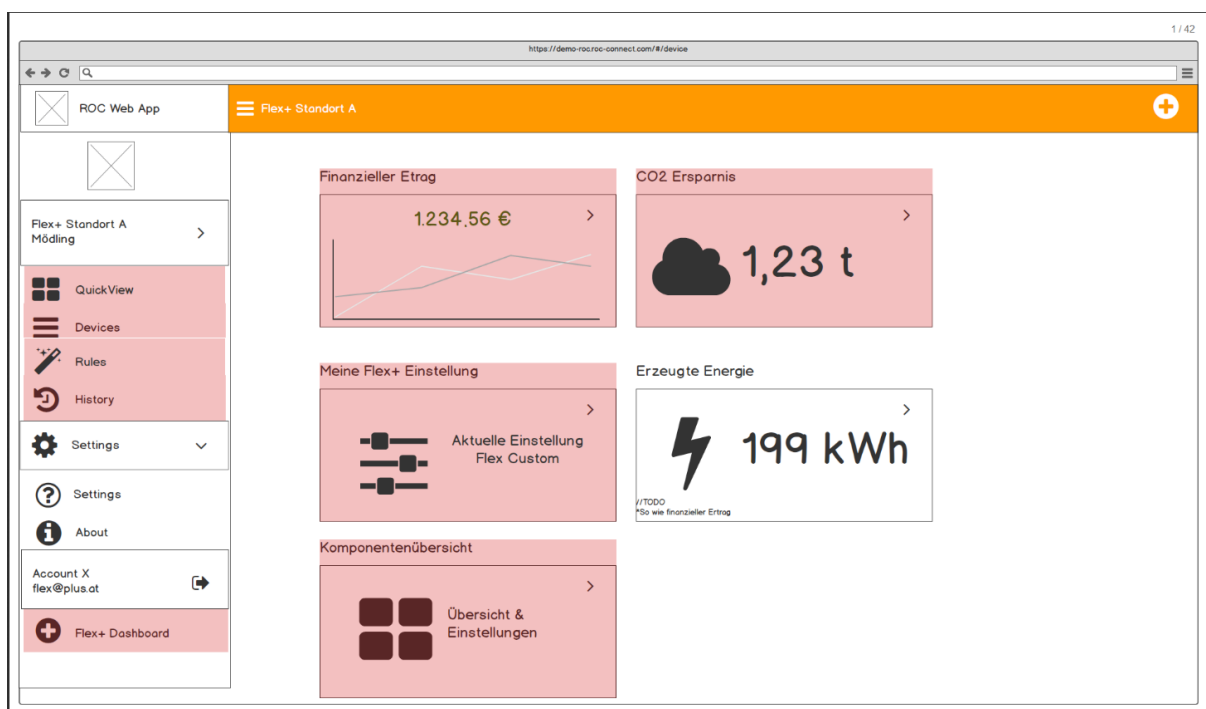
Für die erweiterten Einstellungsmöglichkeiten in Bezug auf Komfortbereiche und Flexibilität, wurden keine vergleichbaren Interfaceelemente gefunden. Jedoch konnten auch hier Ideen für eine spätere Umsetzung in der Phase der Prototypenerstellung gesammelt werden. Dazu zählt unter anderem die Einführung von Farben, um einen Bezug zu den gewählten Temperaturbereichen herzustellen. Es wurden die Farbe Rot für warm beziehungsweise heiß gewählt und die Farbe Blau für kühl beziehungsweise kalt gewählt. Die Assoziation mit Feuer und Eis ist hier naheliegend.

Im ersten Meeting mit ms.GIS wurden die Aspekte des bestehenden UI vorgestellt und besprochen. Ebenfalls wurden die erweiterten Anforderungen durch die Eigeninteressen abgestimmt und definiert. Die Projektpartner haben sich darauf verständigt das bestehende UI in einem Mockup-Tool nachzubauen und erste Ideen zur Erfüllung der Anforderungen zu erstellen.

#### 4.3.1 Erste Version

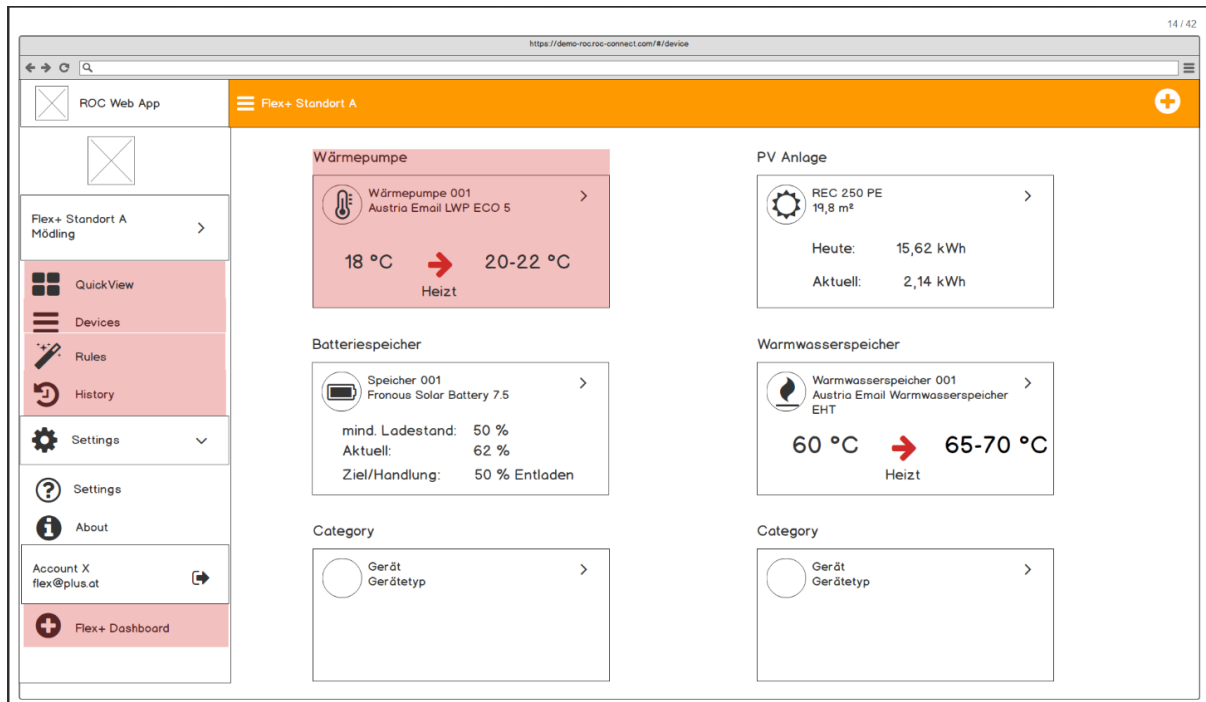
Nach dem Meeting wurde das bestehende Interface mit dem Tool Balsamiq nachgebaut und erweitert. Ausschnitte aus der ersten Version sind nach dem folgenden Absatz zu sehen.

In den folgenden Mockups sind immer wieder rot eingefärbte Flächen zu sehen. Diese Flächen dienen als Hilfestellung für die Testpersonen, da in der Prototyp Umgebung nicht alle Funktionen des real existierenden Produktes nachgebaut sind. Hinter den roten Flächen verbirgt sich ein Link zu einem anderen Screen. Einfach gesagt werden die möglichen Navigationsoptionen farblich hervorgehoben.



**Abbildung 6 - Flex+ Übersicht Vorschlag aus v1.0 des ms.GIS Prototypen**

Dieser Vorschlag hat sich bereits an den Erkenntnissen der Analyse der existierenden Apps und dem vorhandenen Interface von ms.GIS ergeben. Da sich beide durch ein Flat Design auszeichnen, war es möglich die Stärken beider Inputquellen zu verbinden und das Design weiter auszubauen.



**Abbildung 7 - Komponentenübersicht Vorschlag aus v1.0 des ms.GIS Prototypen**

#### 4.3.2 Feedback erste Version

Die Ausarbeitung des ersten Prototyps hatte bereits einige gute Elemente eingeführt, die in die Ausarbeitung des finalen Interfaces einfließen sollen. Der Fokus in der weiteren Zusammenarbeit sollte jedoch darauf liegen eine neue Kernkomponente in Form eines Diagramms zu entwickeln. Zwischen ms.GIS und der FHTW wurde vereinbart, dass ms.GIS sich vermehrt mit der Verbesserung des neuen Interfaces beschäftigt und die FHTW das neue Diagramm entwickelt und ebenso anschließende Tests durchführt.

#### 4.3.3 Zweite Version

Für die Erarbeitung des neuen Diagrammes wurde von ms.GIS ein real gemessener Datensatz an die FHTW, mit allen notwendigen Informationen übergeben. Diese enthielten unter anderem die Energiepreise, die Einkaufs- und Verkaufsmengen sowie den Energieverbrauch der einzelnen Komponenten und die diversen Ladestände.

Im Laufe der Entwicklung wurden immer wieder verschiedene Vorschläge, wie nun folgend zu sehen, ausgetauscht.

Detaildiagramm

Geplanter vs. wirklicher Verbrauch

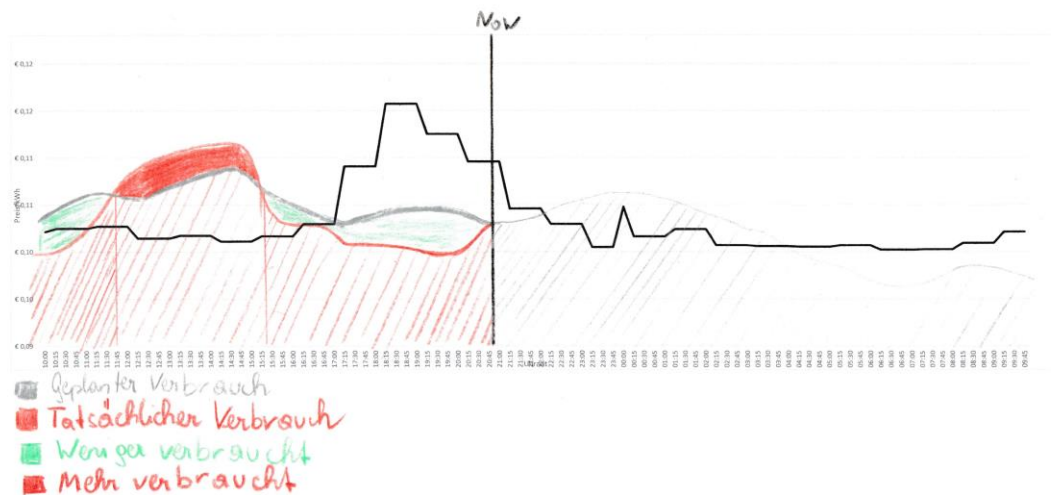


Abbildung 8 - Erster Vorschlag eines Verbrauchsdiagrammes

Detaildiagramm

Deckung des Bedarfs  
vergangen & zukünftig (Nur buy)

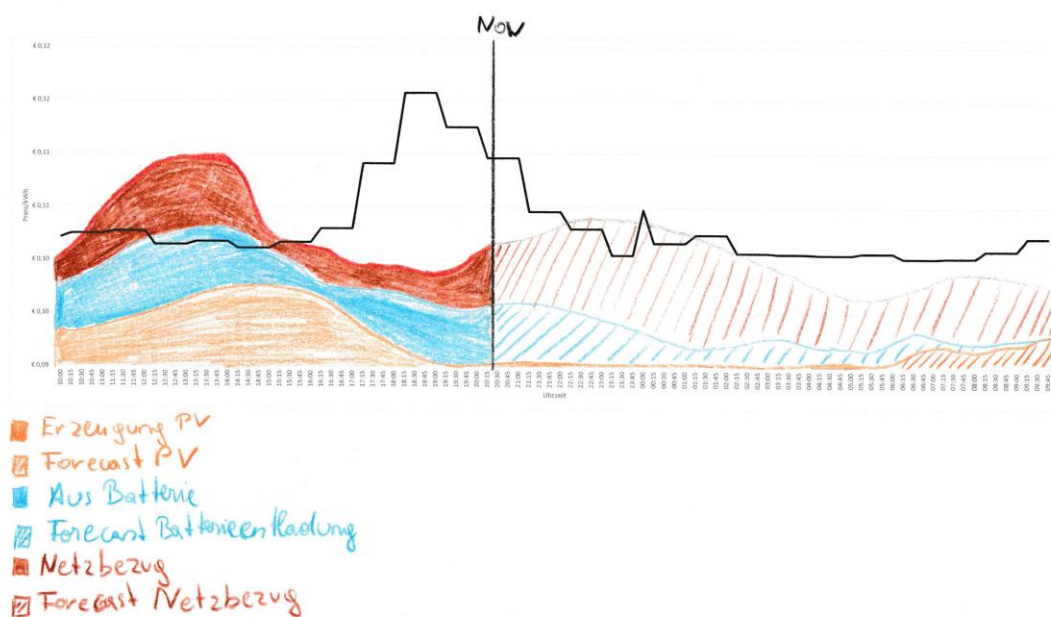
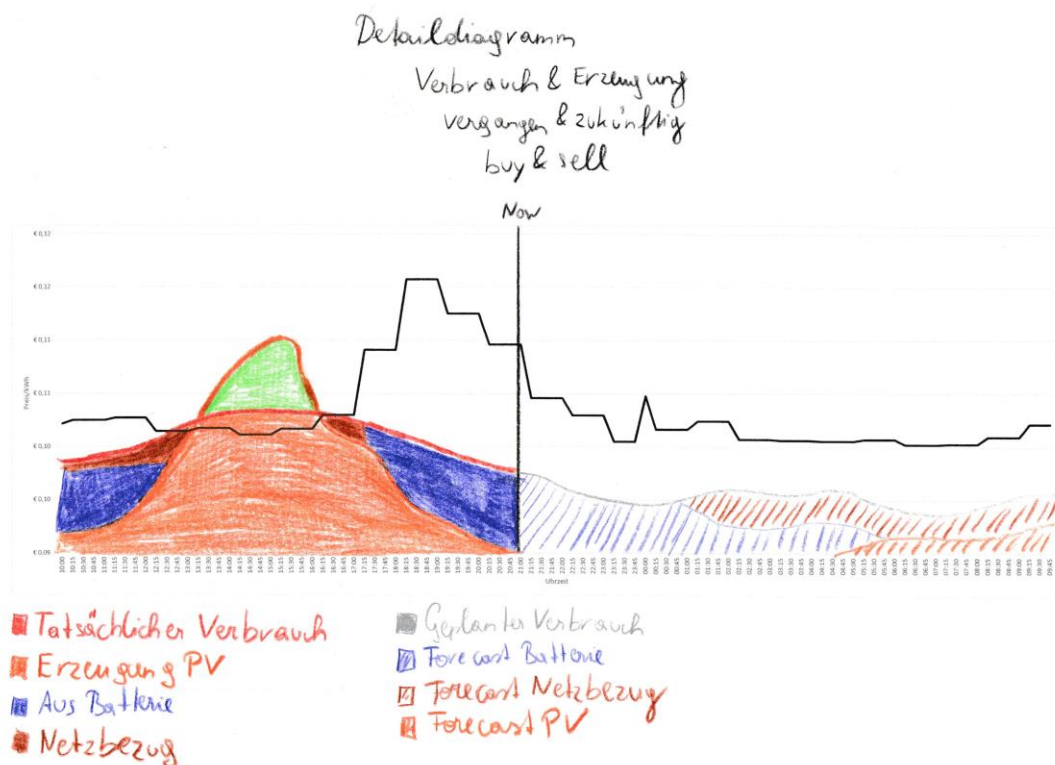


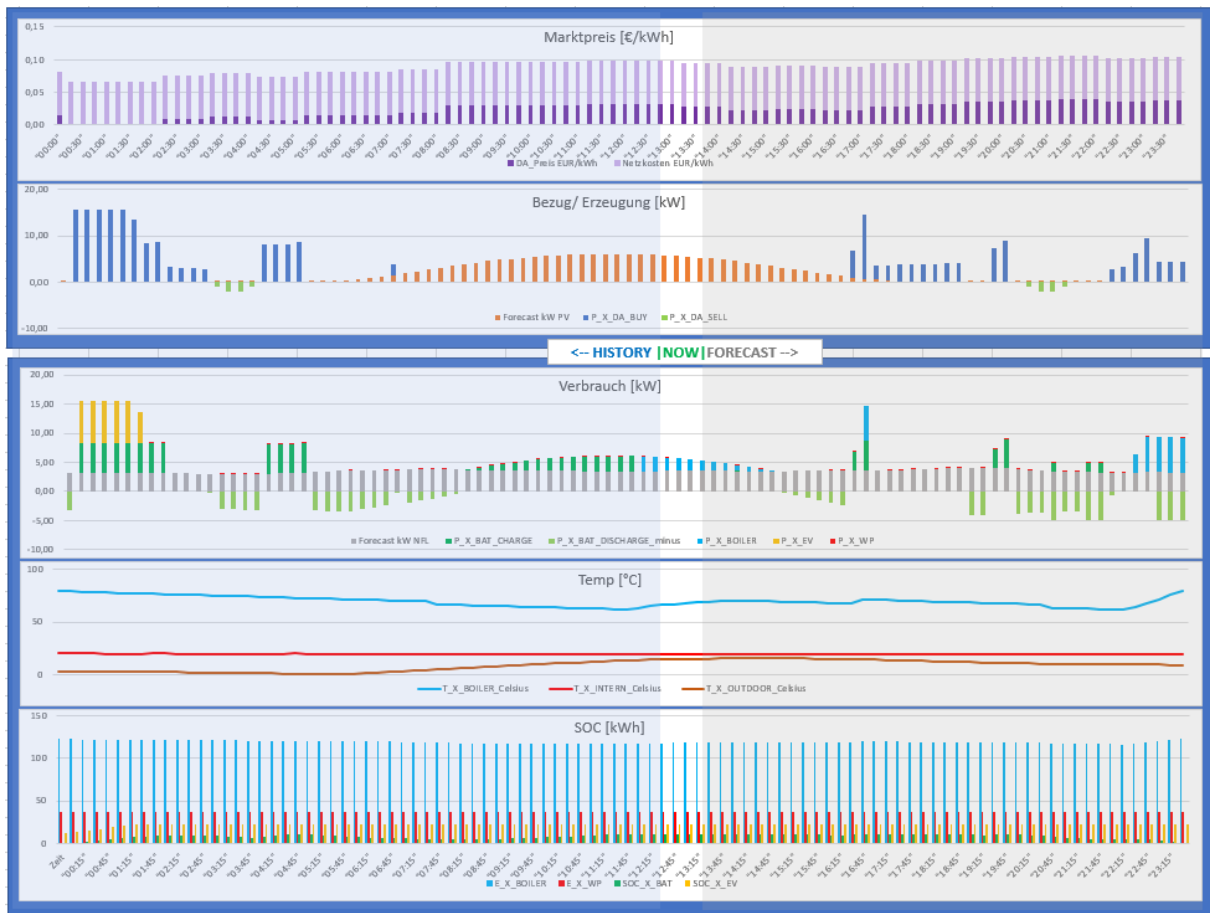
Abbildung 9 - Erster Vorschlag eines Diagrammes zur Anzeige der Energiebedarfsdeckung



**Abbildung 10 - Erster Vorschlag eines Gesamtdiagramms mit Erzeugung, Verbrauch, Einkauf und Verkauf**

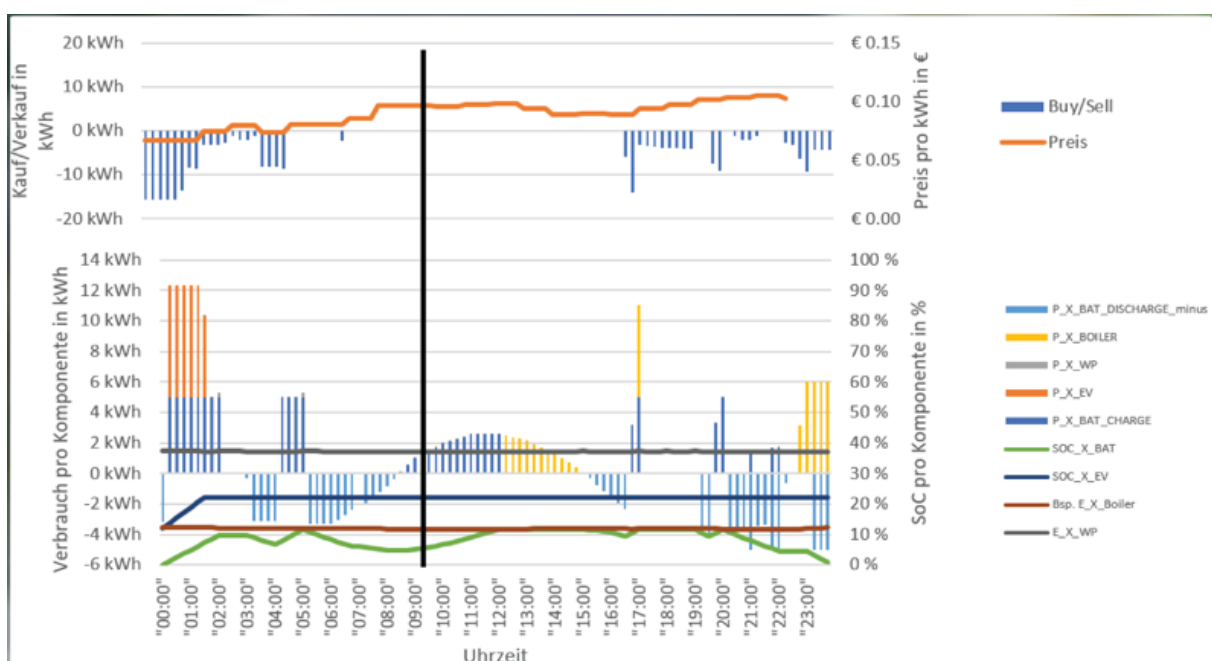
Diese und einige weitere Vorschläge wurden an ms.GIS übermittelt. Das Feedback zeigte, dass zu viele Diagramme vorgeschlagen wurden. Es sollte möglichst nur ein einziges Diagramm geben, das die Informationen der verschiedenen Komponenten vereinheitlicht. Als Gegenvorschlag wurde das Diagramm, welches in Abbildung 11 zu sehen ist, an die FHTW übergeben.





**Abbildung 11 - Gegenvorschlag zur gleichzeitigen Darstellung aller relevanten Werte in einer Anzeige**

Aufgrund des Gegenvorschlages wurde von Seiten der FHTW weiter daran gearbeitet ein Diagramm zu entwickeln, das alle Informationen kompakter darstellt, als es im Gegenvorschlag der Fall war. Das Diagramm, welches in Abbildung 12, zu sehen ist, wurde schlussendlich an ms.GIS übergeben.



**Abbildung 12 - Finale Version des kompakten Diagramms zur Anzeige aller Systemvorgänge in einem einzigen Diagramm**

#### 4.3.4 Feedback zweite Version

Die Grafik wurde von ms.GIS soweit angenommen und erhielt positives Feedback. Gleichzeitig wurde von ms.GIS weiter an der Umsetzung des restlichen Interfaces in der Testumgebung gearbeitet. Es wurde fixiert, dass diese zwei Bereiche von ms.GIS anhand von einigen weiteren Mockups zusammengefügt werden und diese von der FHTW getestet werden sollen.

#### 4.3.5 Finale Mockups und Expert Review

Anfang April 2020 wurde die finale Version der Mockups von ms.GIS an die FHTW übergeben. Aufgrund der außergewöhnlichen Situation in Österreich (Covid 19) in diesem Zeitraum, konnten keine User Tests mit größeren Personengruppen vorgenommen werden. Deswegen wurde zwischen den Projektpartnern vereinbart, einen Expert Review durchzuführen. Expert Reviews sind in der Praxis beliebtes Mittel um die Interfaceentwicklung zu unterstützen. Sie sind typischerweise nicht zeit- und ressourcenintensiv wie quantitative Tests mit einer größeren Menge an Testpersonen, bieten dafür aber eine Gelegenheit viel qualitatives Feedback zu sammeln (Barnum, 2010).

Die Expert Reviews wurden Ende April 2020 mit 2 Personen sowie 2 Moderatoren, via Webkonferenz und Screensharing durchgeführt.

Das qualitative Feedback, sowie Empfehlungen zur Verbesserung der Mockups, werden im Laufe dieses Kapitels festgehalten.

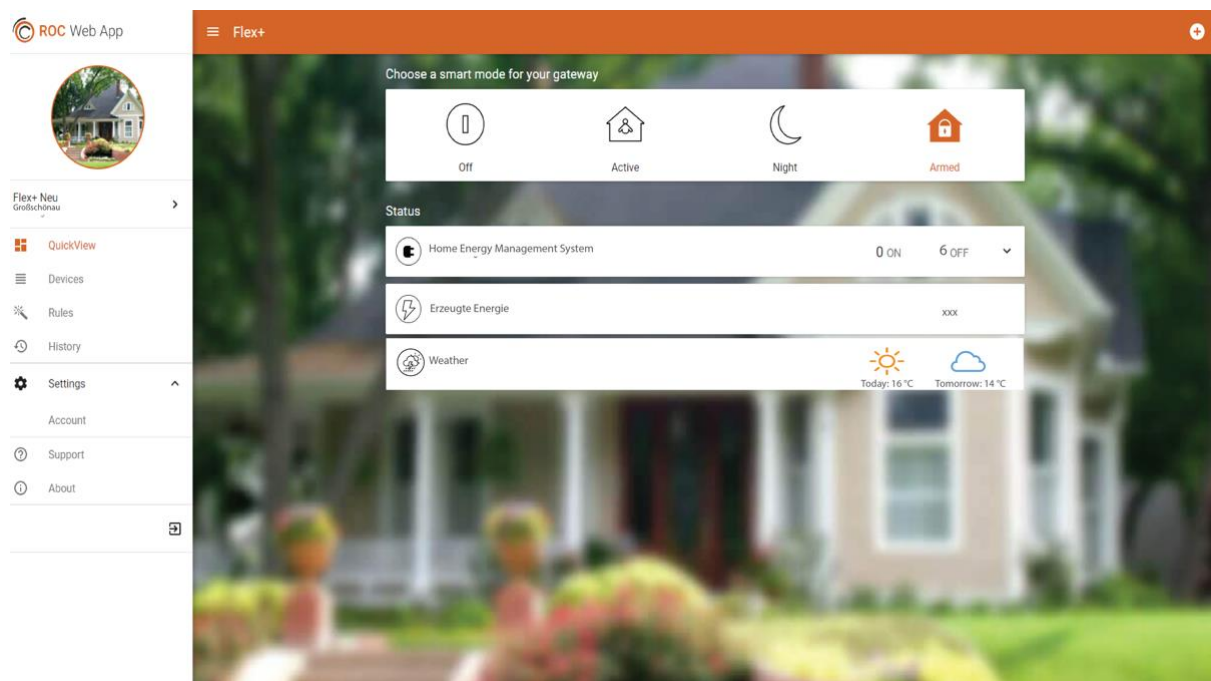


Abbildung 13 - Mockup der QuickView

#### Feedback zur Quickview

Im Rahmen des Expert Review wurde angemerkt, dass der Name des ausgewählten Menüpunktes in der Navigation nicht mit dem Text an der oberen Seite des Bildschirms übereinstimmt. Durch diesen Unterschied kann es zu Missverständnissen kommen, welcher Screen gerade wirklich geöffnet ist.

Der Logout-Button ist nicht gut zu erkennen. Wenn auf eine mobile Auflösung gewechselt wird, wird neben dem Button auch noch die Benutzeremail angezeigt. Das sollte auch in der Desktop Auflösung übernommen werden, weil es heutzutage üblich ist, diese Dinge nahe beieinander zu platzieren.

Das „+“ Symbol in der rechten oberen Ecke ist eher unsichtbar und es ist intuitiv nicht klar was damit gemacht wird. Es wurde vermutet, dass dadurch eine neue Ansicht erstellt werden, oder eine neue Komponente hinzugefügt werden kann. Hier wurde sogar die Hoffnung geweckt, neue Dashboards zu erstellen und diese selbst anpassen zu können, zum Beispiel durch das Hinzufügen von eigenen Bildern, oder sogar animierten Statusbilder der Komponenten, die einen genaueren Status vorstellen.

Im Test war nicht klar, was genau das sogenannte „Gateway“ ist, für das der Modus verändert werden kann. Durch den Modus „Armed“ wurde vermutet, dass es sich um die Steuerung der Alarmanlage handeln könnte. Hier sollte ein anderer Begriff gewählt werden, oder an einer passenden Stelle erklärt werden, worum es sich beim Gateway handelt.

Es wurde richtig erkannt, dass der aktuell orange eingefärbte Modus, der aktuell aktive Modus ist. Das sollte beibehalten werden.

Die Platzierung von „OFF“ als erster Wert in der Modus Auswahl wird als zu prominent wahrgenommen. Hier sollte die Reihenfolge verändert werden, damit „OFF“ eher am Ende der Reihe angezeigt wird.

Der Grund warum die Statuskacheln unter der Modus Auswahl platziert war, war nicht klar. Ein Anknüpfungspunkt konnte nicht identifiziert werden, und so wurden die beiden Elemente als unabhängige Elemente wahrgenommen. Die zusätzlichen Informationen durch die Statuskacheln waren eher verwirrend, als hilfreich.

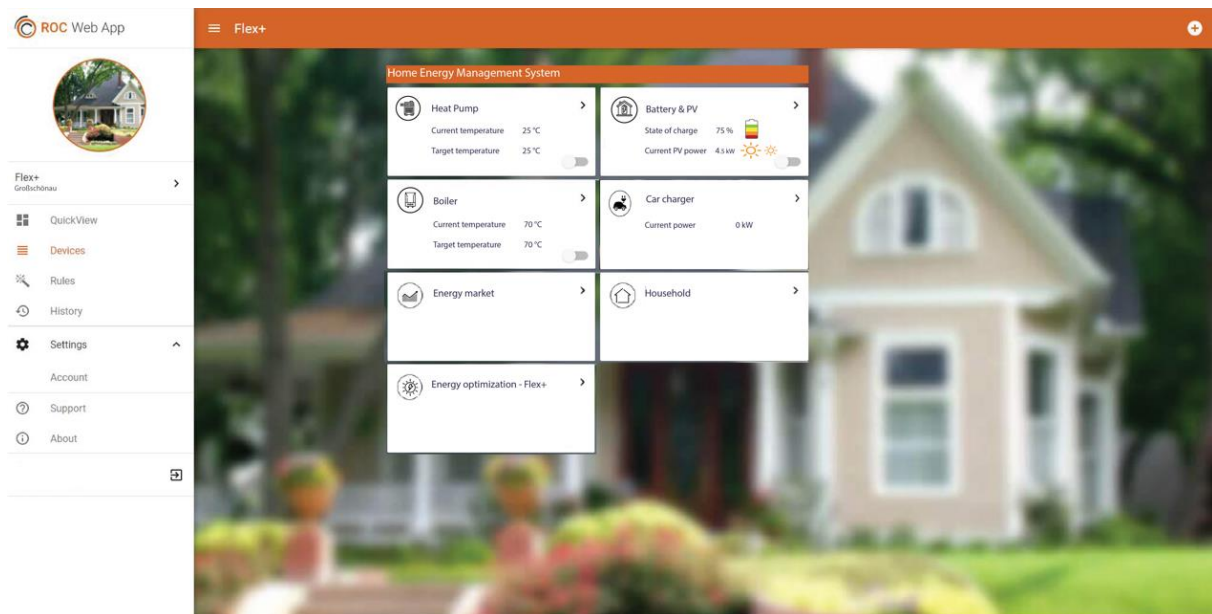
Ohne Vorwissen war es schwer zu erkennen, welche Informationen in der Kachel „Home Energy Management System“ durch „0 ON“ und „6 OFF“ dargestellt wird.

Bei der Kachel „Erzeugte Energie“ fehlt noch ein Wert, der angezeigt wird. Hier wurde die Frage aufgeworfen, was hier wohl angezeigt werden soll. Es wären verschiedene Werte, wie die aktuelle PV Produktion, die heute erzeugte Energie oder der aktuelle Batterieladestand möglich.

Die Wetteranzeige wurde als sehr hilfreich und so umsetzbar bewertet.

Generell wurde noch bemerkt, dass es so scheint, als würden auf diesem Screen verschiedene Detaillevel des Systems angezeigt.

Ebenfalls wurde angemerkt, dass es so wirkt als wäre es eine Mischung aus Home Automation System und einem Energy Management System. Hier wurde der Vorschlag eingebracht, diese zwei Aspekte klarer zu trennen, um die Möglichkeiten besser herauszuarbeiten. Im Moment ist die Trennung nicht klar und kann zu falschen Erwartungshaltungen führen, welche Informationen und Einstellungsmöglichkeiten beim Klicken auf Statuskacheln sichtbar werden. Dieser Vorschlag könnte durch eine Trennung in einen EMS und einen Home Automation Teil im Dashboard umgesetzt werden.



**Abbildung 14 - Mockup der Device Anzeige**

### *Feedback zur Device Anzeige*

Die Device Anzeige wurde initial als ansprechend wahrgenommen.

Eine der ersten Vorschläge der beteiligten Personen war es, eine weitere halbtransparente Kachel mit einem „+“ einzufügen, um über diese Schaltfläche neue Komponenten hinzuzufügen.

Es wurde angemerkt, dass diese Ansicht auch das Potenzial hätte die Hauptübersicht des Systems zu sein. Dazu sollten aber die Ein-/Ausschalter bei den Komponenten entfernt werden. Auf dieser Detailebene werden eher Statusinformationen erwartet, als die direkte Möglichkeit Komponenten zu steuern. Diese Möglichkeit sollte eine Detailebene tiefer angesiedelt werden.

Die teilnehmenden Personen konnten nicht herausfinden warum auf der Device Übersicht vier Komponenten (Heat Pump, Boiler, Car Charger und Battery & PV) angezeigt werden und dazu noch drei „Anwendungsbereiche“ beziehungsweise Funktionen, die nicht zu Komponenten gehören (Energy market, Household, Energy optimization – Flex+).

Auf dieser Seite könnte durch das Einbinden einer Wetteranzeige ebenfalls das Verständnis für die aktuellen Aktionen des Systems verstärkt werden. Zudem könnten hier Quick Actions eingeführt werden, die für das ganze System ermöglichen. So zum Beispiel die Möglichkeit Abwesenheiten zu planen.

Bei der Kachel für die Wärmepumpe war nicht klar, welche Temperatur hier genau angezeigt wird. Es könnte sich um Innen-, Außen- oder Temperatur eines Pufferspeichers handeln. Diese Information sollte konkretisiert werden.

Die Kachel für den Boiler wurde dahingegen gut bewertet. Hier ist es klar, dass die Temperatur im Boiler angezeigt wird.

Bei der Anzeige für die Batterie und PV Anlage ist die Anzeige des aktuellen SoC und des Wetters ein guter Hinweis auf den aktuellen Status.

Es wurde vermutet, dass sich hinter der Kachel „Energy market“ entweder eine Anzeige verbirgt was die anderen Komponenten gesammelt gerade tun oder eine Anzeige für aktuelle Markttarife und gegebenenfalls sogar die Möglichkeit für sinnvolle Aktivitätsmöglichkeiten gibt. Zum Beispiel, die Ladung des Autos zu stoppen, um die Energie zu verkaufen.

Die Bezeichnung „Household“ war für die Personen nicht klar und sehr kryptisch. Es wurde vermutet, dass sich dahinter der Gesamtenergiebedarf des Hauses verbirgt. Der Name

sollte angepasst werden, um genauer anzugeben, welche Information hinter der Kachel zu finden ist.

Hinter der letzten Kachel „Energy optimization – Flex+“ wurden die diversen Flex+ Einstellungen und Auswirkungen aufs System vermutet. Die Benennung könnte für Personen die mit dem Projekt, beziehungsweise der Funktion Flex+ nicht vertraut sind, verwirrend wirken.



**Abbildung 15 - Mockup der Detailansicht der „Energy optimization“ Kachel**

#### Feedback zu den Detaildiagrammen

Die Personen im Review haben die Empfehlung abgegeben, die Diagramme in zwei Diagramme zu teilen. Die Zusammenfassung hat für Verwirrung gesorgt. Ebenfalls wird empfohlen statt Säulen, Flächen zu benutzen. Ohne Erklärung war es ebenfalls nicht klar, ob die Werte rechts der schwarzen Linie, die die aktuelle Zeit markiert, ein Forecast sind, oder doch etwas anderes.

Für das oben liegende Diagramm wurde empfohlen, auf der ersten und zweiten Achse gleichviele Beschriftungen einzufügen. Wie im Mockup zu sehen, gibt es auf der ersten y-Achse fünf Werte, die mithilfe der grauen Linien im Diagramm unterstützt werden, und auf der zweiten y-Achse sind nur vier Werte aufgetragen, wodurch die Linien keine gute Hilfe mehr leisten.

Ebenfalls war unklar, ob zum Beispiel „-10 kWh“ auf einen Kauf oder Verkauf hindeuten. Zuerst wurde auf einen Kauf getippt. Durch die Analyse der Batterie State of Charge (SoC) Kurve im darunterliegenden Diagramm wurde die Einschätzung auf einen Verkauf revidiert. Hier sollte also auch eine zusätzliche Erklärung eingefügt werden, was positive und negative Werte bedeuten. Diese Aussage gilt für beide Diagramme.

Beim untenliegenden Diagramm wurde die Frage aufgeworfen, ob es sich bei in den Ergebnissen im negativen Bereich um eine Erzeugung handelt, da die Achse mit „Verbrauch“ beschriftet ist.

Es war auch nicht offensichtlich erkennbar, warum die blaue Kurve um ca. 12:00 Uhr plötzlich eine gelbe Kurve ist.

Die endgültige Meinung zu dem Diagramm war sehr gespalten. Eine Person konnte mit dem Diagramm gar nichts anfangen und stufte es als nicht hilfreich und zu verwirrend ein.



Die andere Person konnte nach genauerer Betrachtung ungefähr den Tagesverlauf und das Verhalten der Komponenten beschreiben. Die Person führte das auf viel Erfahrung mit Energiediagrammen und deren Auswertung zurück. Für normale Anwender wurde der Mehrwert des Diagramms als begrenzt eingeschätzt.

**Abbildung 16 - Mockup Settings EMS**

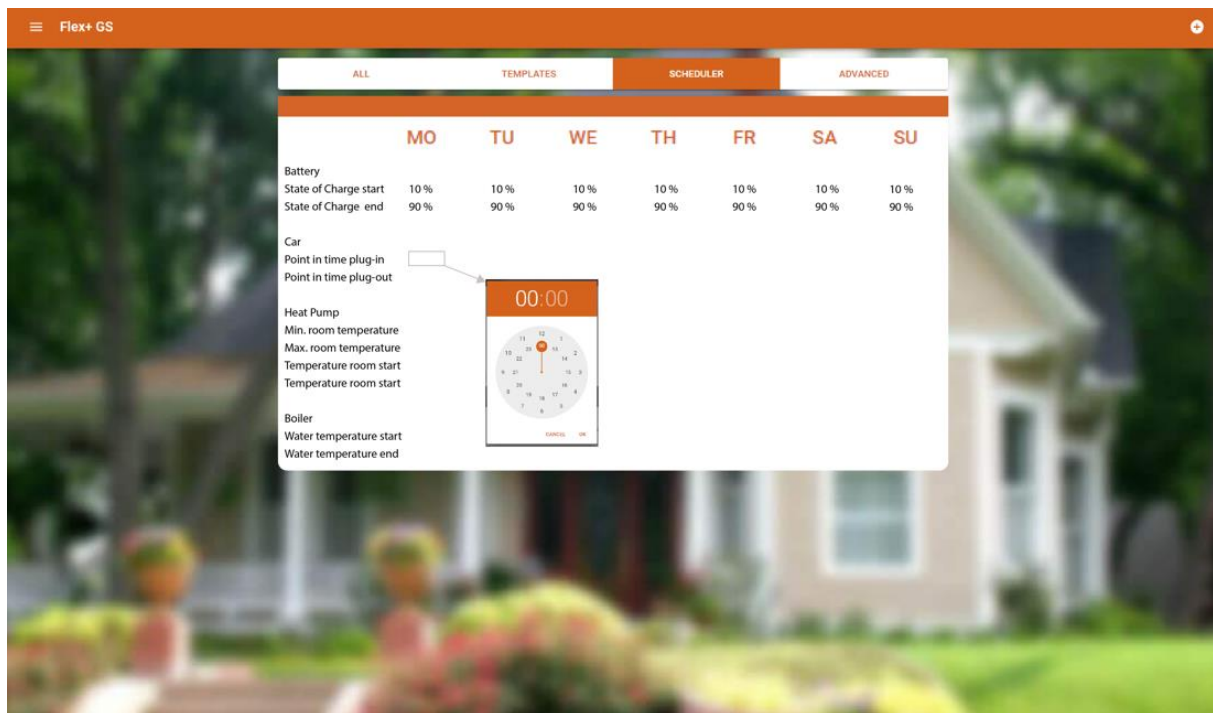
### *Feedback zu den EMS Settings*

Es wurde angemerkt, dass diese Seite wie eine Seite aussieht, die im Rahmen des Erstellungsprozesses für ein neues System durchlaufen wird und danach nur in den tiefen Systemeinstellungen wiedergefunden werden kann.

Die Einordnung der Namensgebung und Zeitzone unter dem Reiter „Flexibility Settings“ erscheint unpassend.

Es sorgte für Verwirrung, dass bereits ein Link zur Flex+ Plattform angegeben werden kann oder muss, bevor überhaupt „Join Flex+“ aktiviert ist. Hier wird empfohlen die Flex+ Einstellungen solange zu verstecken bis die Personen „Join Flex+“ aktiviert haben und so die einfachen Einstellungen von den Flex+ Einstellungen besser zu trennen.

Es wird ebenfalls empfohlen das Wording des „Join Flex+“ Textes zu überarbeiten, da es für unerfahrene Personen als unverständlich eingestuft wurde.



**Abbildung 17 - Mockup Scheduler**

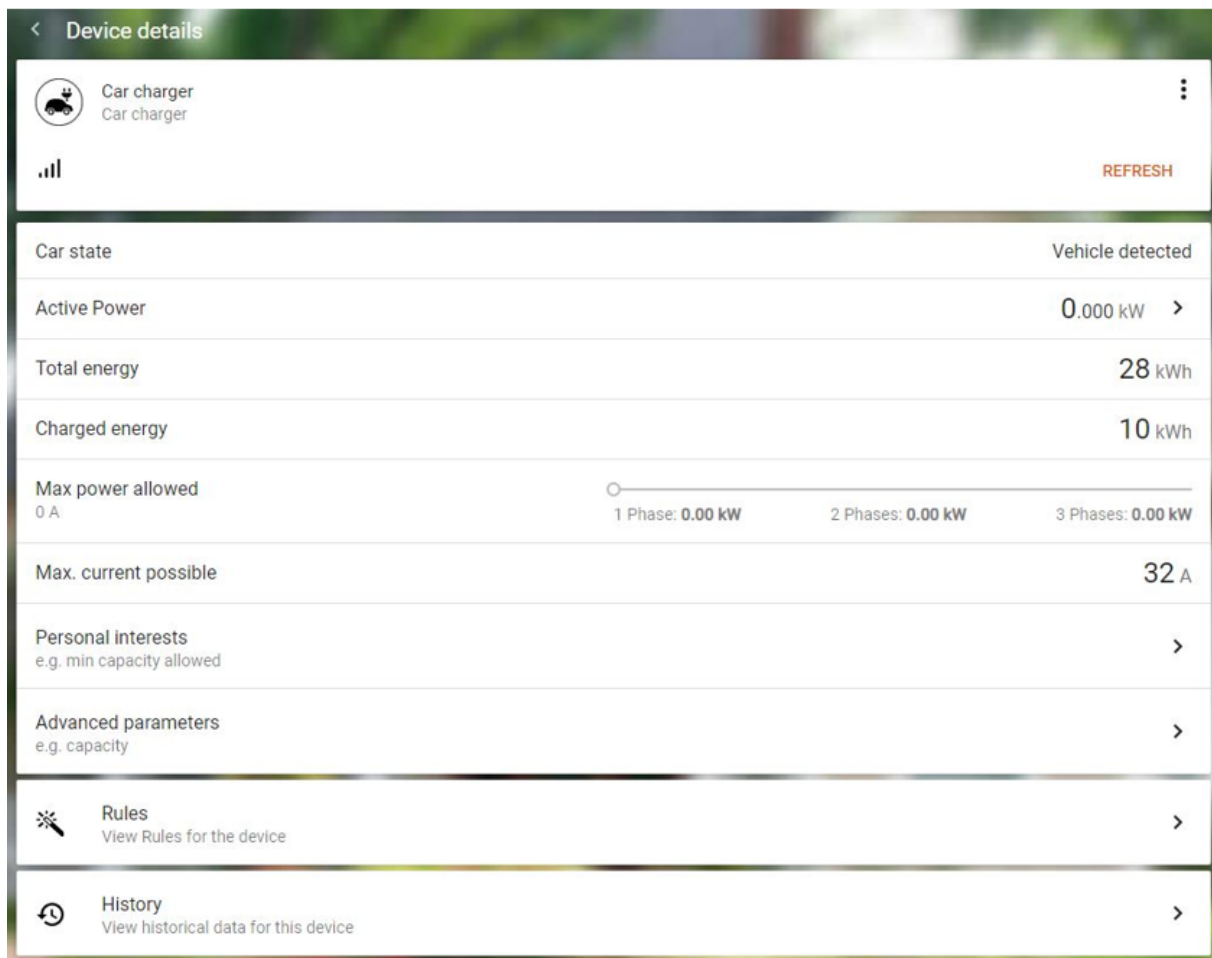
#### *Feedback zum Scheduler*

Hier konnten die teilnehmenden Personen nicht einschätzen ob es sich hier um den Scheduler handelt, der die normale Funktionsweise regelt, oder ob hier Ausnahmen verwaltet werden. Es konnte ebenfalls nicht festgestellt werden, für welchen Zeitraum diese Einstellungen gelten. Zum Beispiel nur diese oder nächste Woche, oder für längere Zeit. Der Zeitraum sollte klar definiert und erkennbar sein.

Bei der Detailbetrachtung der Einstellungsmöglichkeiten wurde festgestellt, dass viele Detaileinstellungen des Systems, wie zum Beispiel für eine Nachtabsenkung fehlen.

Es wurde ebenfalls besprochen, ob die Reihenfolge von „Point in time plug-in“ und „Point in time plug-out“ umgedreht werden sollte, damit es der natürlichen Reihenfolge des Tagesablaufes folgt. So zum Beispiel einem Abstecken um 07:00 Uhr morgens und einem erneuten Anstecken um 18:00 Uhr abends. Ebenfalls sollte der mindeste SoC angegeben werden, der in der Zeit, in der das Auto angesteckt ist, erreicht werden soll.

Generell können die Aussagen der beteiligten Personen wie folgt zusammengefasst werden. Diese Einstellungsseite wird der Komplexität des Systems nicht gerecht. Diese Seite könnte als eine rein anzeigende Übersichtsseite genutzt werden, aber die Einstellungen sollten besser auf den jeweiligen Detailseiten der Komponenten vorgenommen werden.



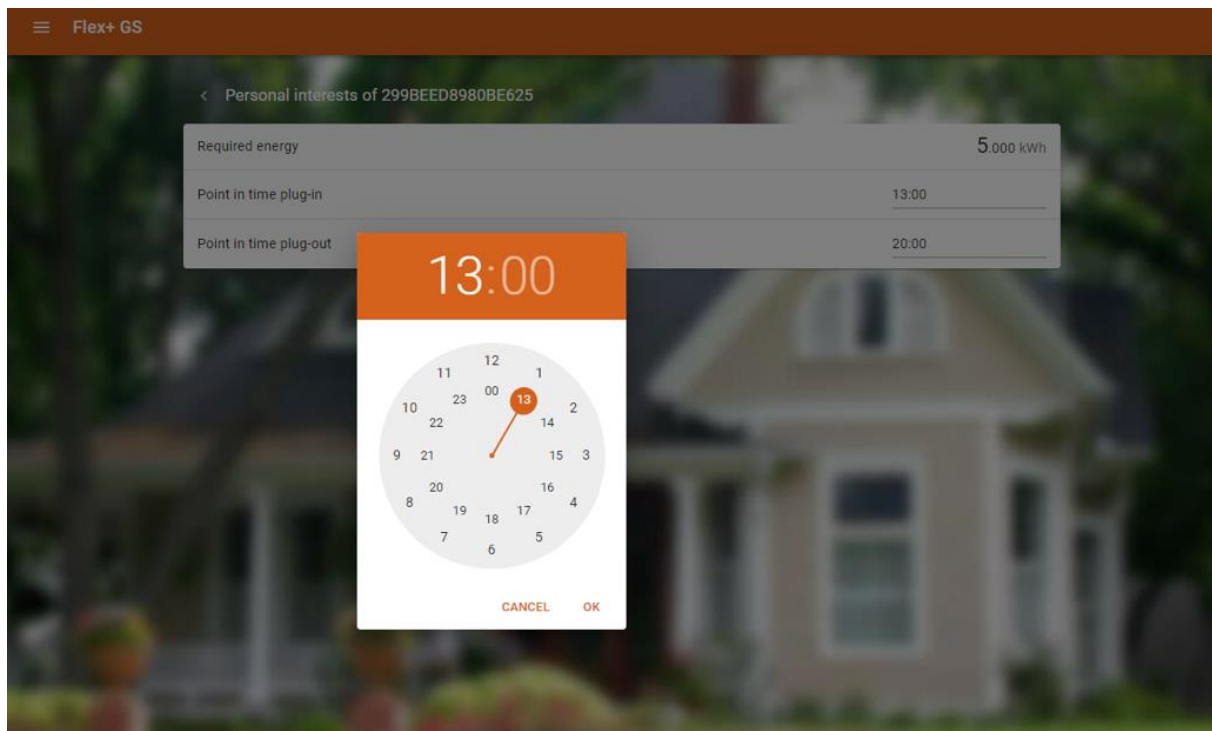
**Abbildung 18 - Mockup Device Details (Car)**

#### *Feedback zu den Device Details (Car)*

Die beteiligten Personen schätzen diese Ansicht als eine ExpertInnen Ansicht ein. Die angeführten Informationen sind in diesem Detailgrad für die Masse der Benutzerinnen und Benutzer nicht hilfreich. Zum Beispiel könnten die ersten vier Werte und ein einfacher Flex+ Regler für die Komponente angezeigt werden und die weiteren Informationen und Einstellungsmöglichkeiten eine Detailebene tiefer eingebunden werden.

Ebenfalls könnten an dieser Stelle Quick Actions für die ausgewählte Komponente eingebunden werden. Für das Beispiel Elektroauto einen Button der es ermöglicht alle Regeln zu ignorieren und das Auto jetzt mit voller Leistung bis auf 100 % zu laden.

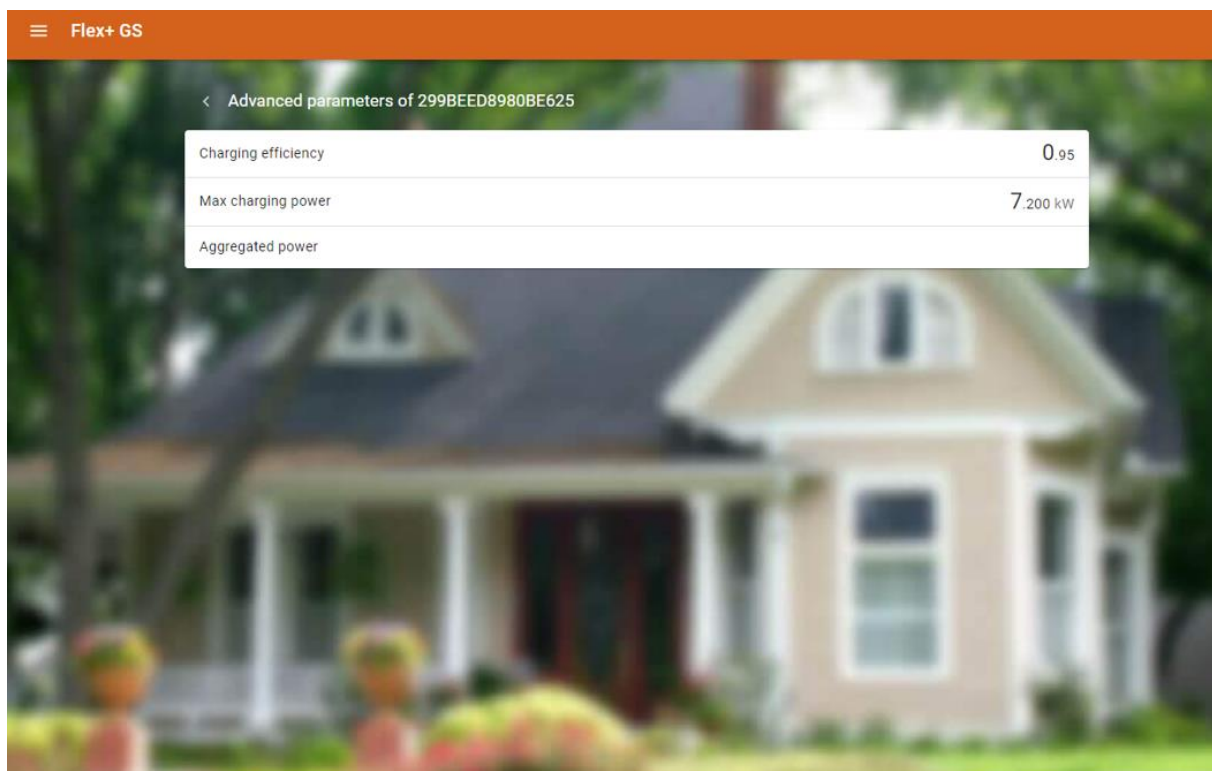




**Abbildung 19 - Mockup details (car charger)**

#### *Feedback zu Details (Car charger)*

Die Auswahl eines solchen Time Pickers entspricht üblichen Standards und ist daher zu empfehlen.



**Abbildung 20 - Mockup Device details (car charger)**

Die Einbindung dieser Werte in einer tieferen Detailebene wird als gut empfunden. Diese Informationen oder Einstellungsmöglichkeiten werden für die meisten Benutzerinnen und Benutzer wahrscheinlich nicht wichtig.

**Add rule**

< Advanced rule

Name CAR CHARGER 10A 17:40 43 chars remaining

Smart Modes Choose smart modes for this rule I Home Night Home

IF

Time At 17:40

Fact

+ Add another check

THEN

Device Ladesäule

Command Set max power for charging to 10A

+ Add another action

DELETE SAVE

**Abbildung 21 - Mockup Rules hinzufügen**

#### *Feedback zur Rules Anzeige*

Die generelle Funktionsweise ist gut verständlich, jedoch sollte sichergestellt werden, dass eine Menge gut verständlicher Templates vorhanden ist, an der sich die Benutzerinnen und Benutzer orientieren können, um das System besser bedienen zu können.

Es sollte auf jeden Fall auch sichergestellt werden, dass bei der Erstellung der Regeln und mögliche Kombinationen ausgewählt werden können und keine ungültigen Kombinationen angezeigt werden.

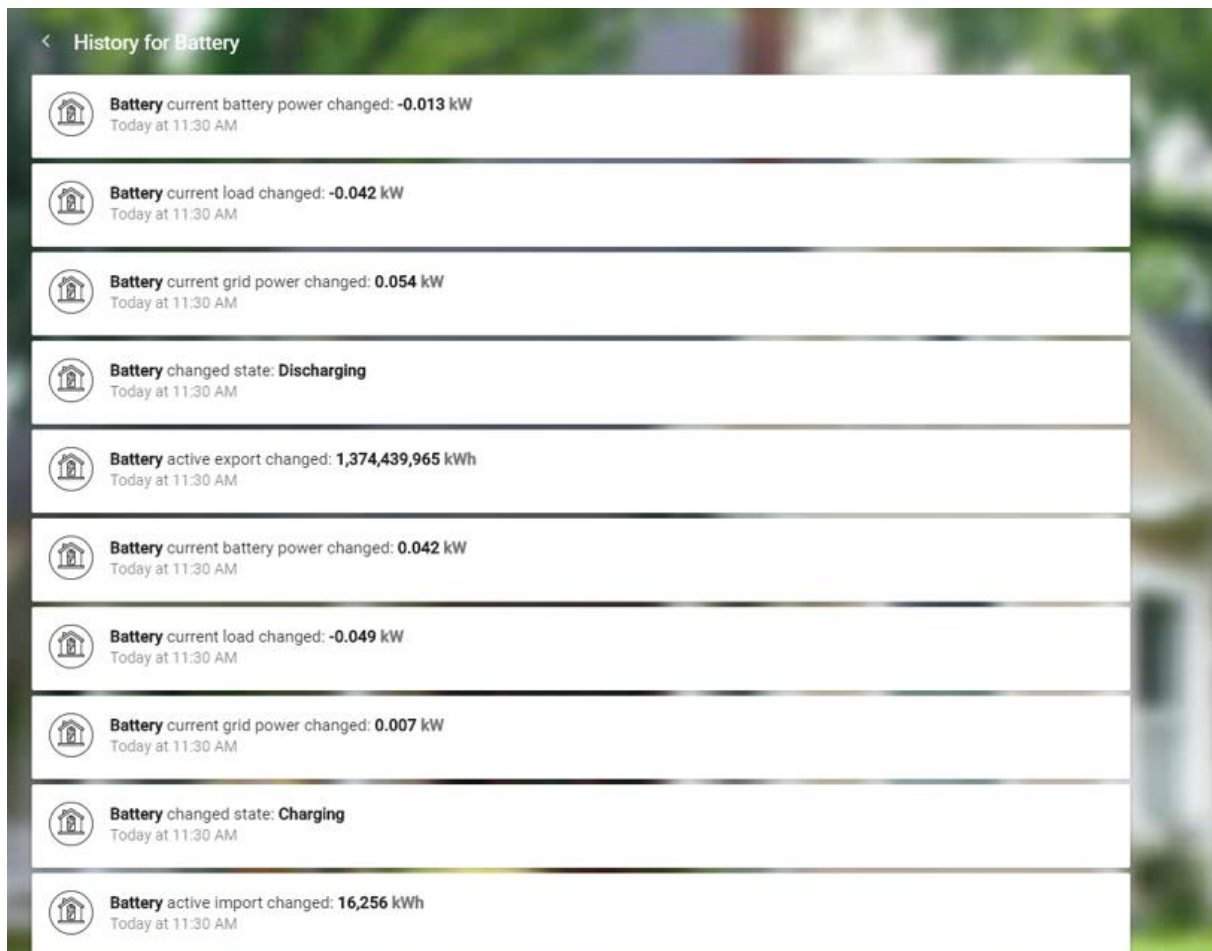


Abbildung 22 - Mockup History for Battery

### Feedback zur History Anzeige

Die Anzeige und Auflistung der History für die verschiedenen Komponenten ist leicht zu verstehen und kann so beibehalten werden. Hier wäre eine Filtermöglichkeit eine mögliche Ergänzung.

### Leistungskurve (24h)

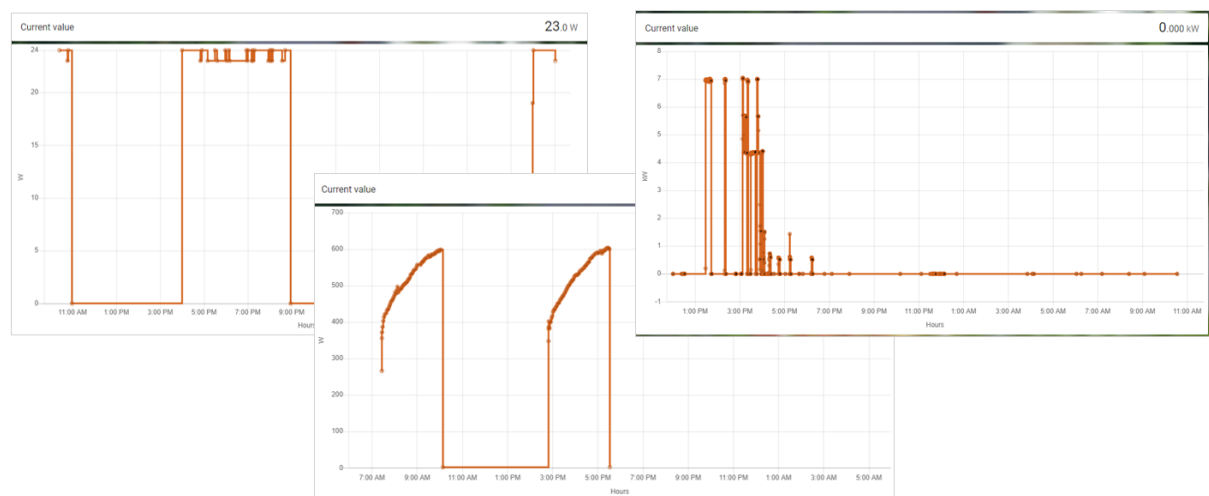


Abbildung 23 - Mockup Leistungskurven in History

Generell ist es zu begrüßen, dass auch Diagramme in die Historie eingefügt werden. Es sollte auf gute Lesbarkeit und aussagekräftige Beschriftungen geachtet werden.

## 4.4 Prototyp Fronius

### 4.4.1 Erste Version

Im ersten Meeting mit Fronius wurden die Möglichkeiten der Komponente und die Einbeziehung der Eigeninteressen der Prosumer besprochen. Anzeigen des finanziellen und ökologischen Aspektes lagen bereits im bestehenden Interface vor.



Abbildung 24 - Nachbau Fronius UI ohne Modifikation

Es wurden zwei Möglichkeiten für die Veränderung des Hauptbildschirms besprochen. Zum einen die Entfernung des finanziellen Ertrags, da das Zutun zu Flex+ in der absoluten Energiemenge angezeigt werden soll. So kann etwa die Anzahl an netzdienlich beigetragenen Kilowattstunden angezeigt werden.



**Abbildung 25 - Webseite zur Anzeige der beigetragenen Energiemenge**

Zum anderen wurde den Endbenutzerinnen und Endbenutzern ein aktives Steuerelement zur Verfügung gestellt, um Abwesenheiten einzutragen. Während dieser z.B. Urlaubszeit wird der Batteriespeicher komplett der Flex+ Optimierung überlassen, um so zusätzliche netzdienliche und finanzielle Effekte zu erzielen. Genauso kann sich der so vergrößerte verfügbare Speicher des Pools gesamtheitlich positiv auf den CO<sub>2</sub> Ausstoß auswirken.

SERVICE MESSAGES → | SETTINGS →

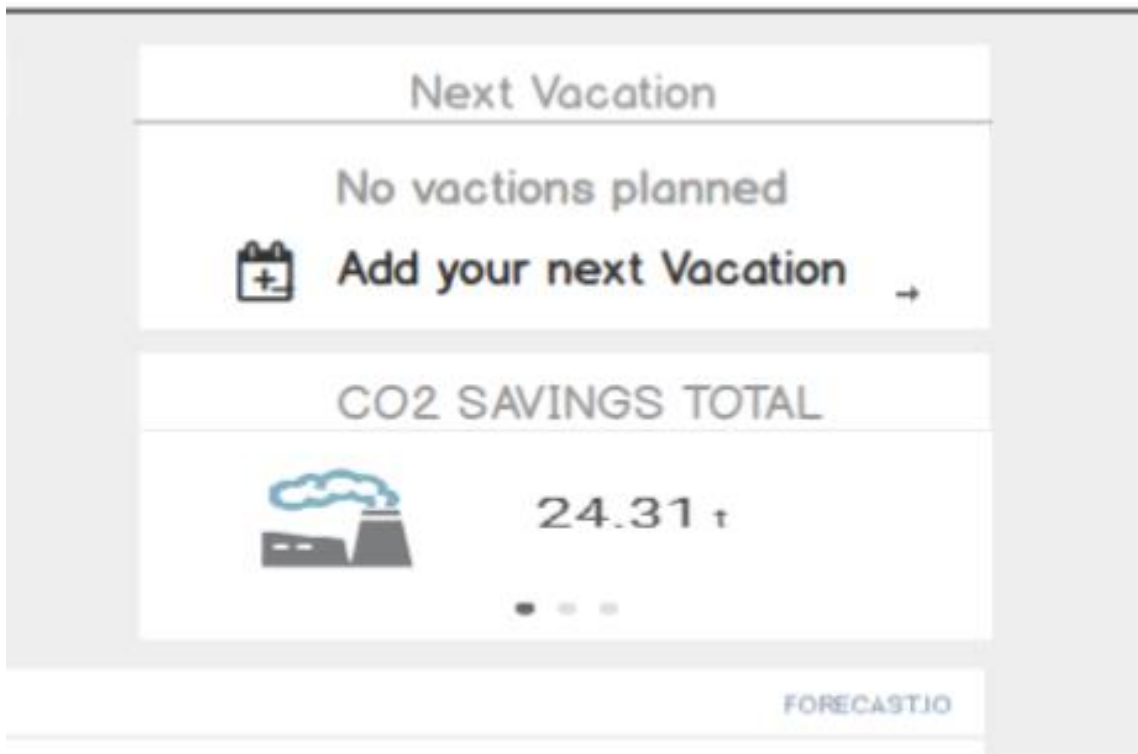


Abbildung 26 - Webseite eines Steuerelementes zum Eintragen von Abwesenheiten

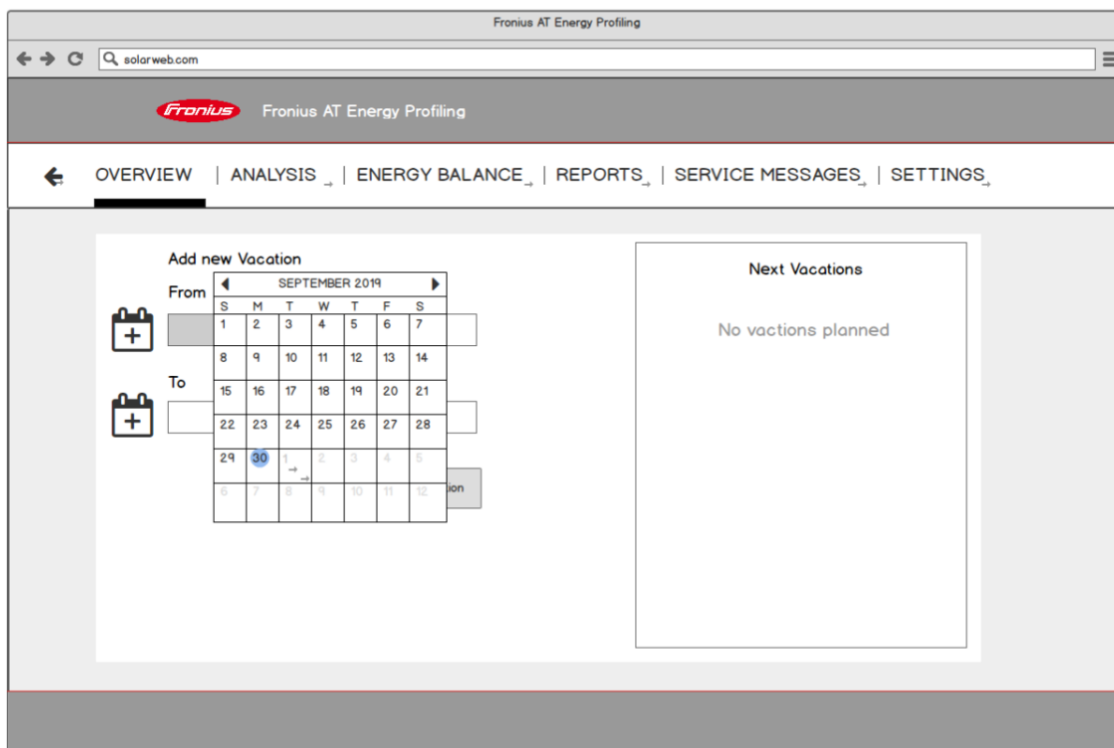


Abbildung 27 - Webseite zum Eintragen von Abwesenheiten 1/2

Fronius AT Energy Profiling

solarweb.com

Fronius AT Energy Profiling

OVERVIEW | ANALYSIS | ENERGY BALANCE | REPORTS | SERVICE MESSAGES | SETTINGS

Add new Vacation

From

To

Add Vacation

Next Vacations

3 Days  
from 01.10.2019 06:00 - 04.10.2019 14:00

Abbildung 28 - Webseite zum Eintragen von Abwesenheiten 2/2

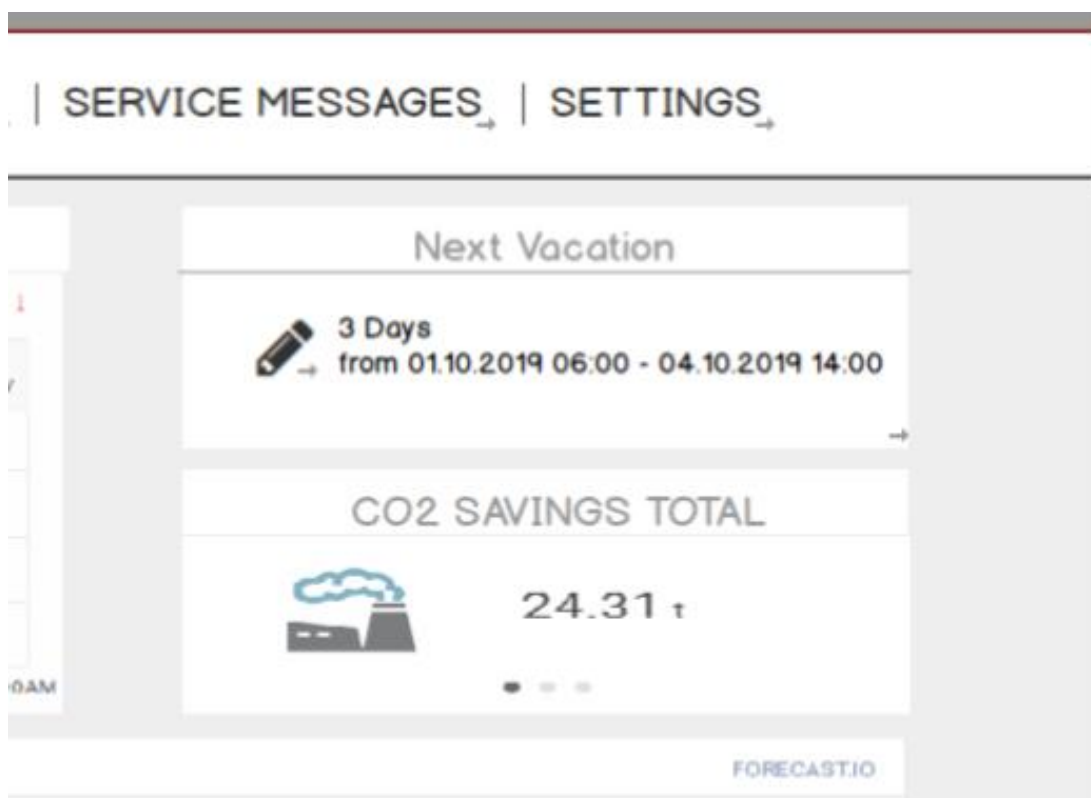
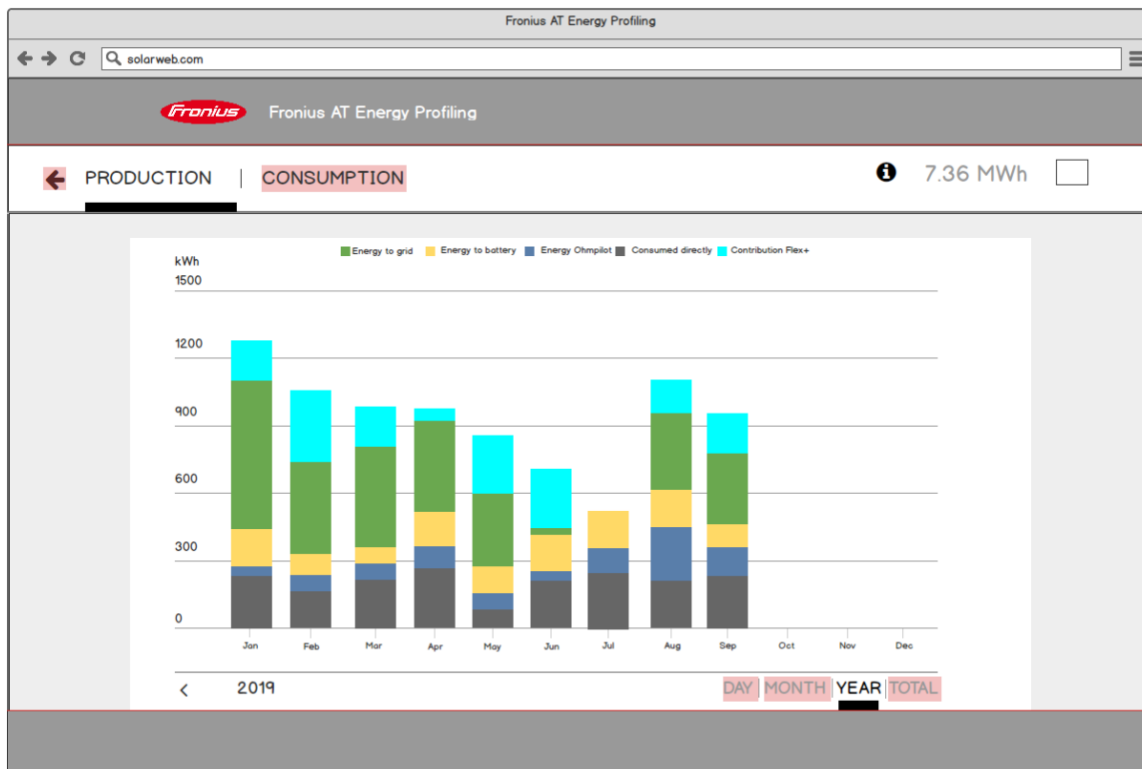


Abbildung 29 - Webseite für den Hauptbildschirm, wenn Abwesenheiten eingetragen sind

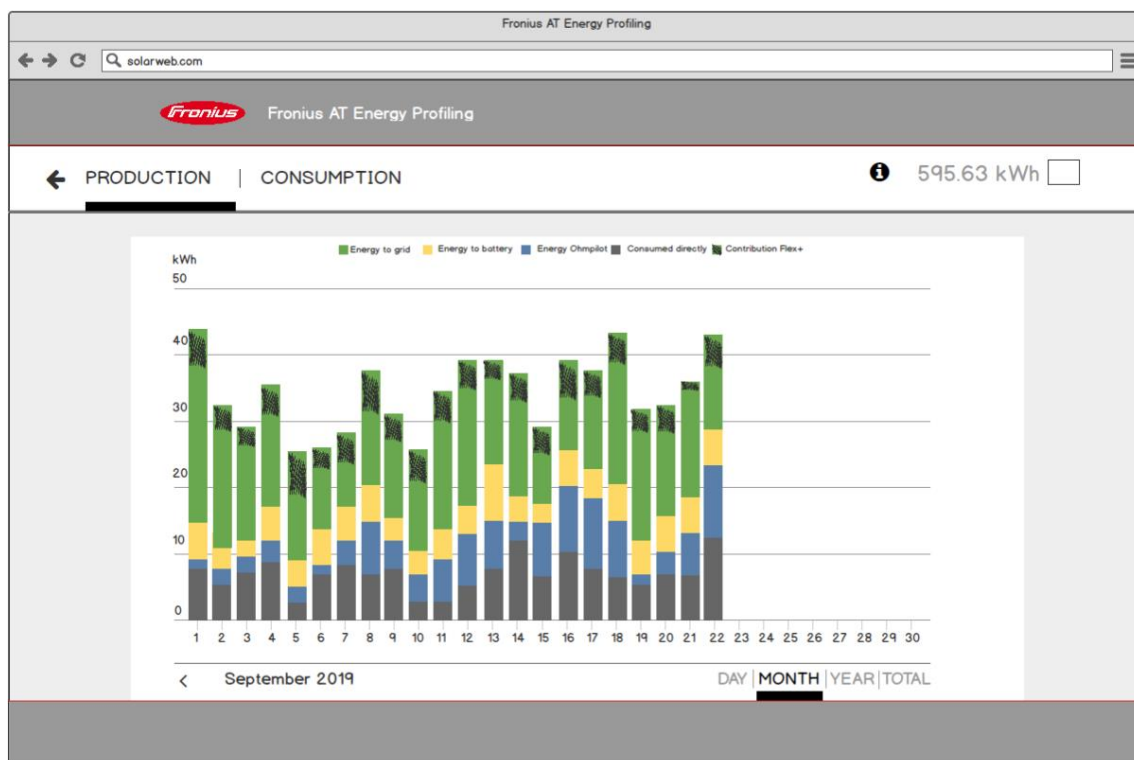
Weitere Themen waren die genauen Erzeugung- und Verbrauchsstatistiken. Hier galt es als Anforderung den Beitrag von Flex+ klar sichtbar zu machen. Hierzu wurden zwei Modelle diskutiert, die jeweils in einer eigenen prototypischen Version umgesetzt wurden. Die erste Möglichkeit war es, die bestehenden Diagramme, um einen anders eingefärbten Datenwert zu erweitern und so den Beitrag zu Flex+ darzustellen.





**Abbildung 30 - Vorschlag den Beitrag zu Flex+ mittels eines gesonderten Wertes einzu-  
binden**

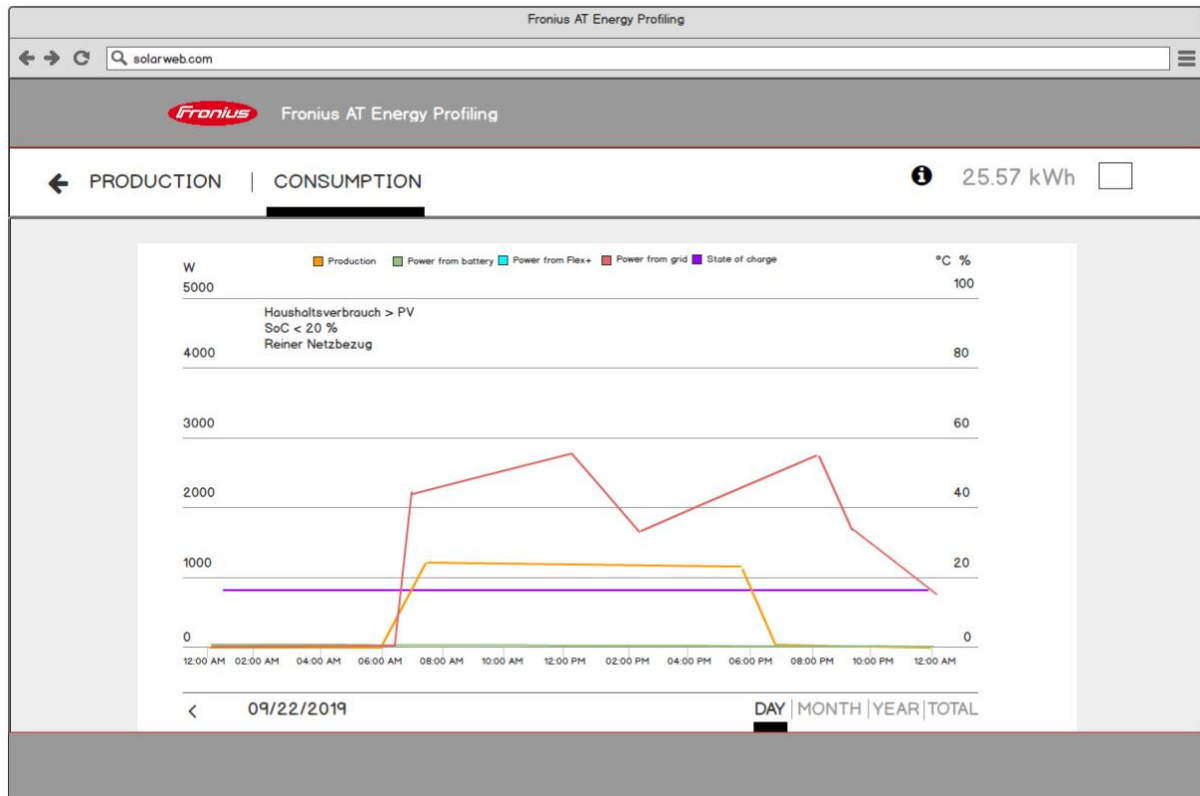
Die andere Möglichkeit bestand darin, es an die zugehörigen Daten der Produktion oder des Verbrauches anzupassen und die Flex+ Teilmenge durch einen grafischen Effekt, wie etwa durch eine Schraffierung hervorzuheben.



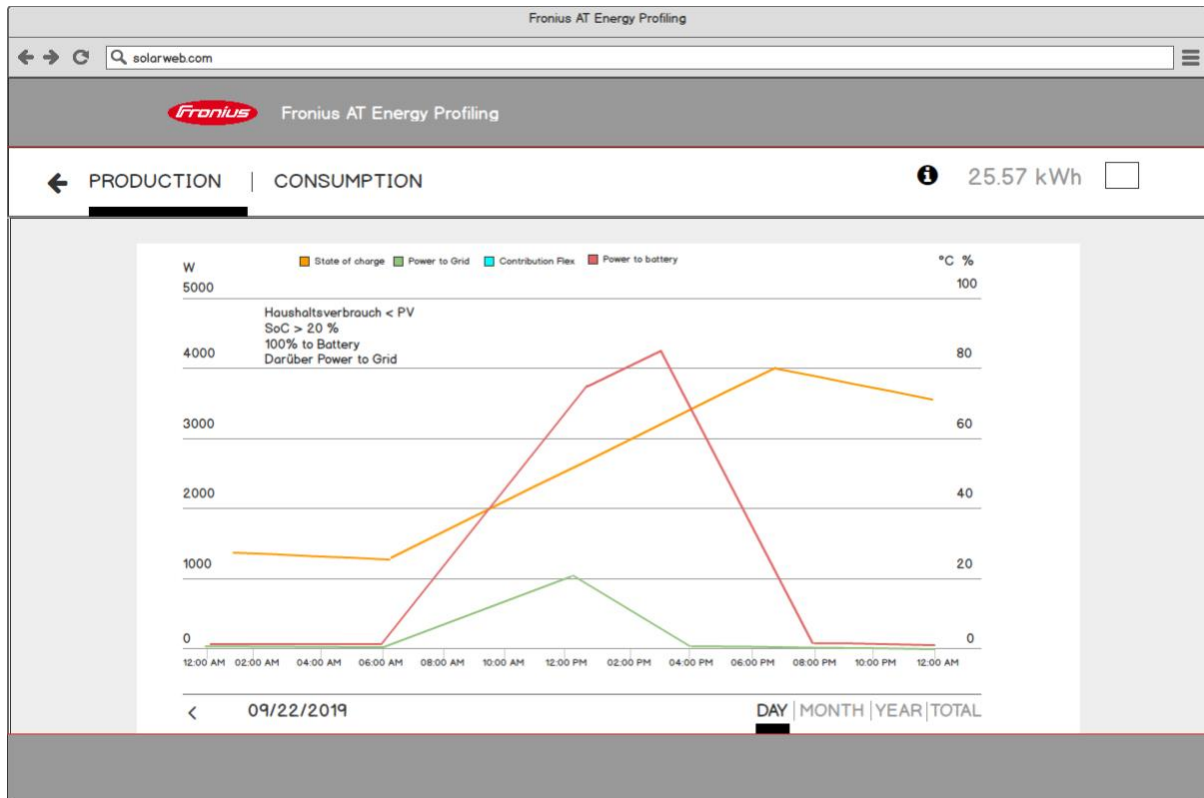
**Abbildung 31 - Vorschlag zur Anzeige des Flex+ Beitrages im Rahmen der Produktion mit  
Kennzeichnung**



Ebenfalls galt es noch die Echtzeit Diagramme um die diversen neuen Szenarien durch Flex+ Optimierung anzupassen. In Bezug auf den Punkt Transparenz wurde festgestellt, dass das System in Zukunft Handlungen treffen kann, die für die Benutzerinnen und Benutzer unter Umständen nicht intuitiv wirken. So kann etwa bei strahlendem Sonnenschein und hoher Stromproduktion der Batteriestand stagnieren oder sogar sinken, falls es gerade wirtschaftlicher oder netzdienlicher ist den Strom direkt ins Netz abzugeben. Um ein weiteres Beispiel zu nennen, kann Strom zu Billigpreisen aus dem Netz direkt in die Batterie geladen werden. Dies war früher nicht möglich, da nur ein direkter Verbrauch durch einen Verbraucher im Haushalt und keine Batterieladung einen Netzbezug auslösen konnten. So wurden auch die bestehenden Echtzeitdiagramme prototypisch erweitert, um den neuen Anforderungen und Szenarien gerecht zu werden.

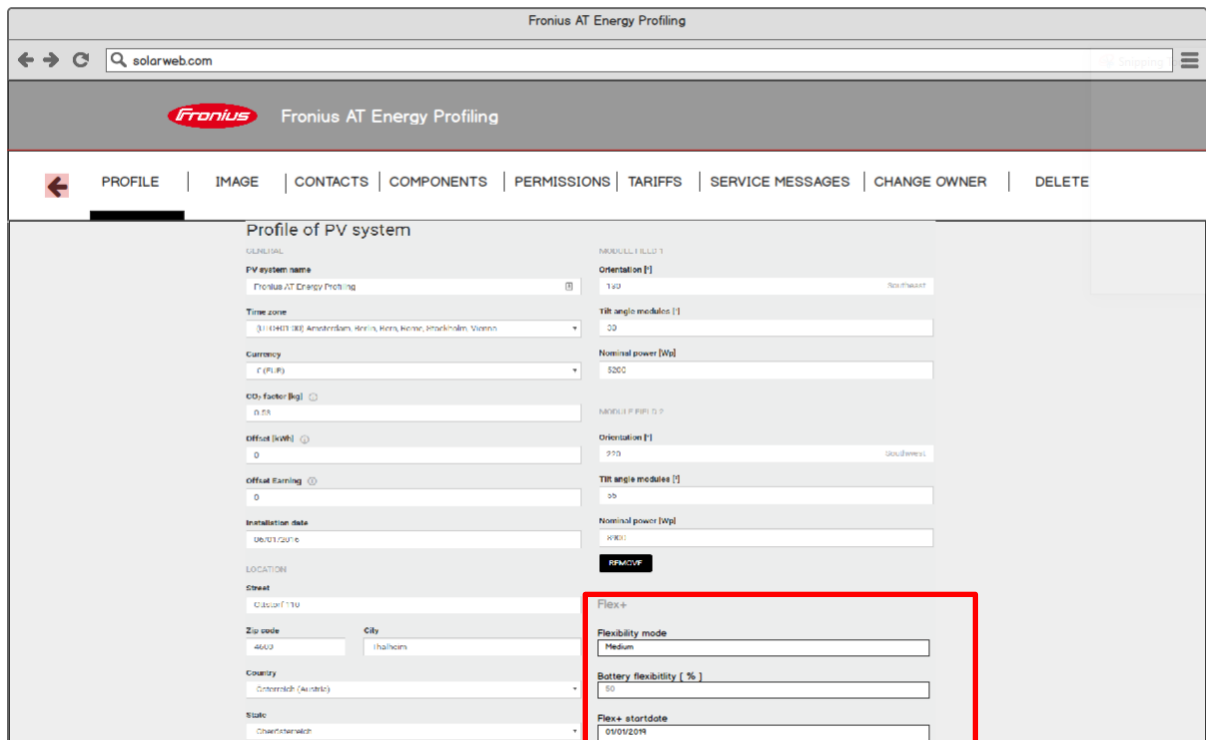


**Abbildung 32 - Darstellung von reinem Netzverbrauch ohne Batteriebeitilgung**



**Abbildung 33 - Darstellung von Batterieladung bis 80% danach Einspeisung ins Netz durch Flex+**

Die letzte Anforderung in Bezug auf die Transparenz beschäftigt sich mit einer Grundeinstellung der Batterie. Es geht um die Anzeige des ausgewählten Flexibilitätsgrades. Wie bereits in dem Unterkapitel zu den Anforderungen an das UI festgehalten, wird diese Einstellung beim Vertragsabschluss festgelegt und kann danach nicht einseitig von Prosumerseite ohne Zutun des Vertragspartners verändert werden. Eine Ergänzung dieser Option wurde daraufhin ebenfalls in den erweiterten Prototypen aufgenommen.



**Profile of PV system**

**GENERAL**

PV system name: Fronius AT Energy Profiling

Time zone: (3) GMT+02:00 Amsterdam, Berlin, Bonn, Cologne, Frankfurt, Vienna

Currency: € (EUR)

CO<sub>2</sub> factor [kg]: 0.58

Offset [kWh]: 0

Offset Earning: 0

Installation date: 06/01/2019

**LOCATION**

Street: Oskarstr. 119

Zip code: 4600 City: Haltern

Country: Österreich (Austria)

State: Carinthia

**MODULE FIELD 1**

Orientation [°]: 190

Tilt angle modules [°]: 30

Nominal power [Wp]: 5200

**MODULE FIELD 2**

Orientation [°]: 270

Tilt angle modules [°]: 30

Nominal power [Wp]: 5200

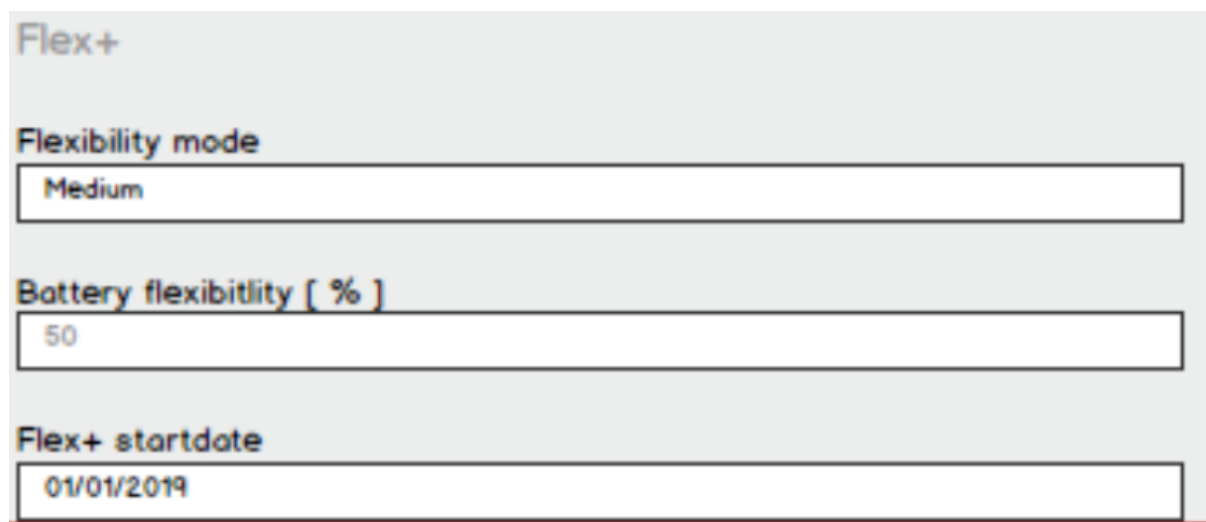
**Flex+**

Flexibility mode: Medium

Battery flexibility [%]: 50

Flex+ startdate: 01/01/2019

Abbildung 34 - Vorschlag die Anzeige der Flexibilität unter den generellen Einstellungen mit Zusatzoptionen zu platzieren



**Flex+**

**Flexibility mode**

Medium

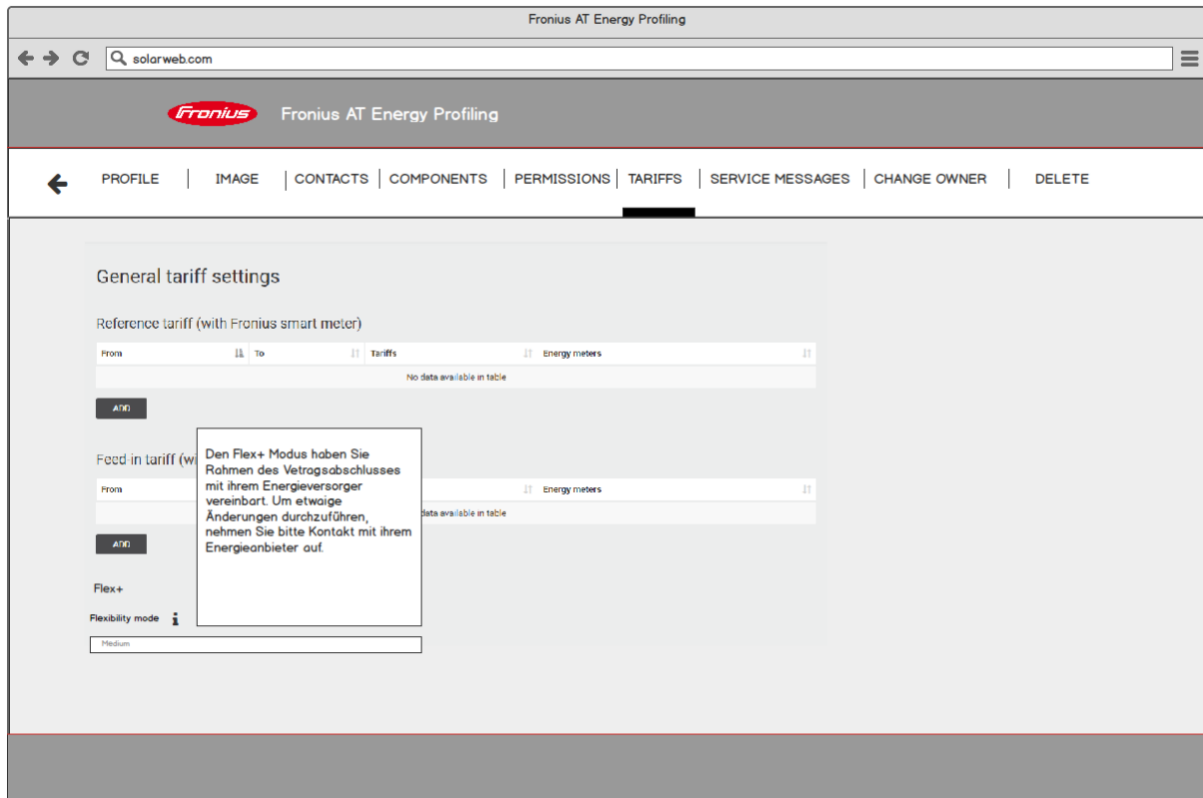
**Battery flexibility [%]**

50

**Flex+ startdate**

01/01/2019

Abbildung 35 - Vergrößerung des Bildausschnittes zur Einbindung der Flex+ Informationen im Einstellungsmenü



**Abbildung 36 - Vorschlag die Anzeige der Flexibilität bei den Stromtarifeinstellungen einzufügen**

Die bisher gezeigten Ausschnitte aus dem Fronius Prototypen durchliefen immer wieder Feedbackrunden innerhalb des Teams der FHTW um Änderungen schnell zu bewerten und den Prototypen auf eine neue Version zu heben. Da ein qualitativ guter Feedbackprozess zwischen dem Umsetzungsteam und den Projektpartnern durchaus einige Tage in Anspruch nehmen kann, wurde für Kleinständerungen im Rahmen der Erstellung einer neuen Version immer wieder diese Vorgehensweise gewählt. Sobald alle Ideen für die neue Version umgesetzt wurden, wurde dieses Versionsupgrade an Fronius für Feedback übergeben. Mit Hilfe des so erhaltenen Feedbacks wurden drei Versionen des Prototyps bis zum Konsortialmeeting in Linz am 01.10.2019 in Linz iterativ verbessert und verfeinert.

#### 4.4.2 Feedback erste Version

Im Rahmen des Konsortialmeetings wurde der Zwischenstand der Prototypen vor den Vertreterinnen und Vertretern aller anwesenden Projektpartnern vorgestellt. Die Präsentation umfasste neben der eingänglich erwähnten Recherche auch die Erstellung der Prototypen bis zu den zuletzt an die Partner übergebenen Versionen. Im Rahmen der Veranstaltung wurde ebenfalls ein UI Workshop mit den beteiligten Projektpartnern durchgeführt. In knapp zwei Stunden konnten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer offene Fragen klären, Ideen für weitere Entwürfe besprechen und Feedback zu den vorhandenen Prototypen abgeben. Als Ergebnis standen am Ende weitere Entwurfsideen und veränderte Prototypen bereit. Mit dem Einsatz einfacher Mittel, wie zum Beispiel Buntstiften konnten die Entwurfsvorschläge vor Ort skizziert und später mit Balsamiq wieder in die Prototypen eingearbeitet werden.

#### 4.4.3 Zweite Version

Nach dem Konsortialmeeting hat sich die Chance auf einen weiteren Design Workshop, für den viel diskutierten Punkt der Erzeugungs- und Verbrauchsdiagramme ergeben. An diesem Workshop nahmen 3 Personen von Fronius und zwei Personen der FHTW teil. Inhalt des Workshops war die Überarbeitung der bestehenden Fronius Diagramme. Als Ergebnis

entstanden sechs neue Diagramme, die für die Fronius Kundinnen und Kunden in Zukunft zur Verfügung gestellt werden sollen.

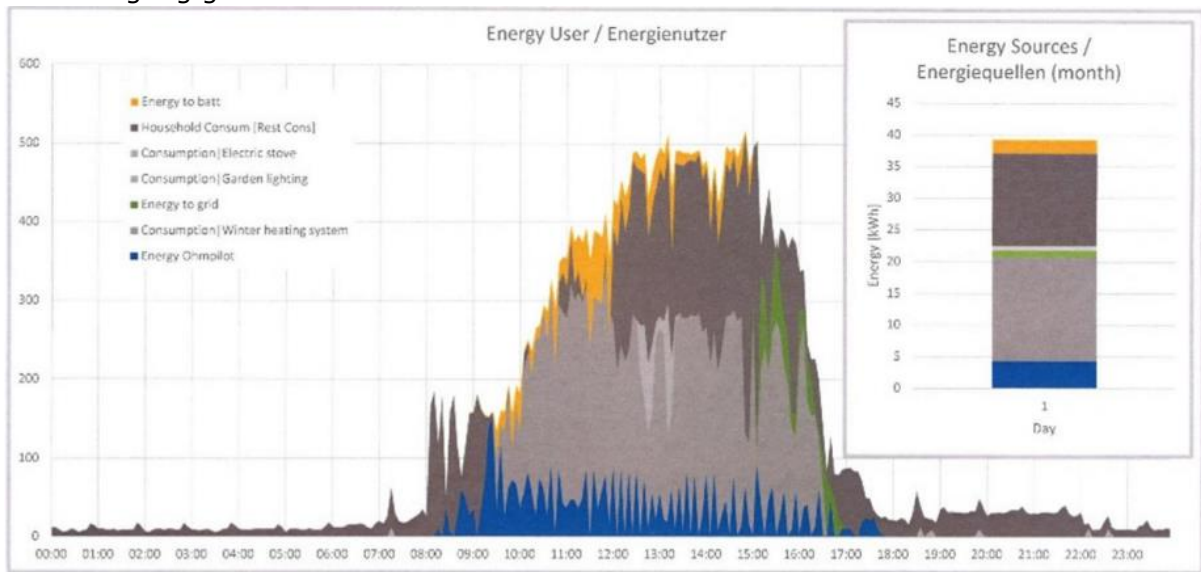


Abbildung 37 - Neu erstelltes Diagramm für die nächste Iteration des Prototyps

Im weiteren E-Mail-Verlauf sind zusätzliche Ideen zu den Diagrammen entstanden, die von Hand gezeichnet wurden und ebenfalls in der nächsten Version des Prototyps berücksichtigt wurden.

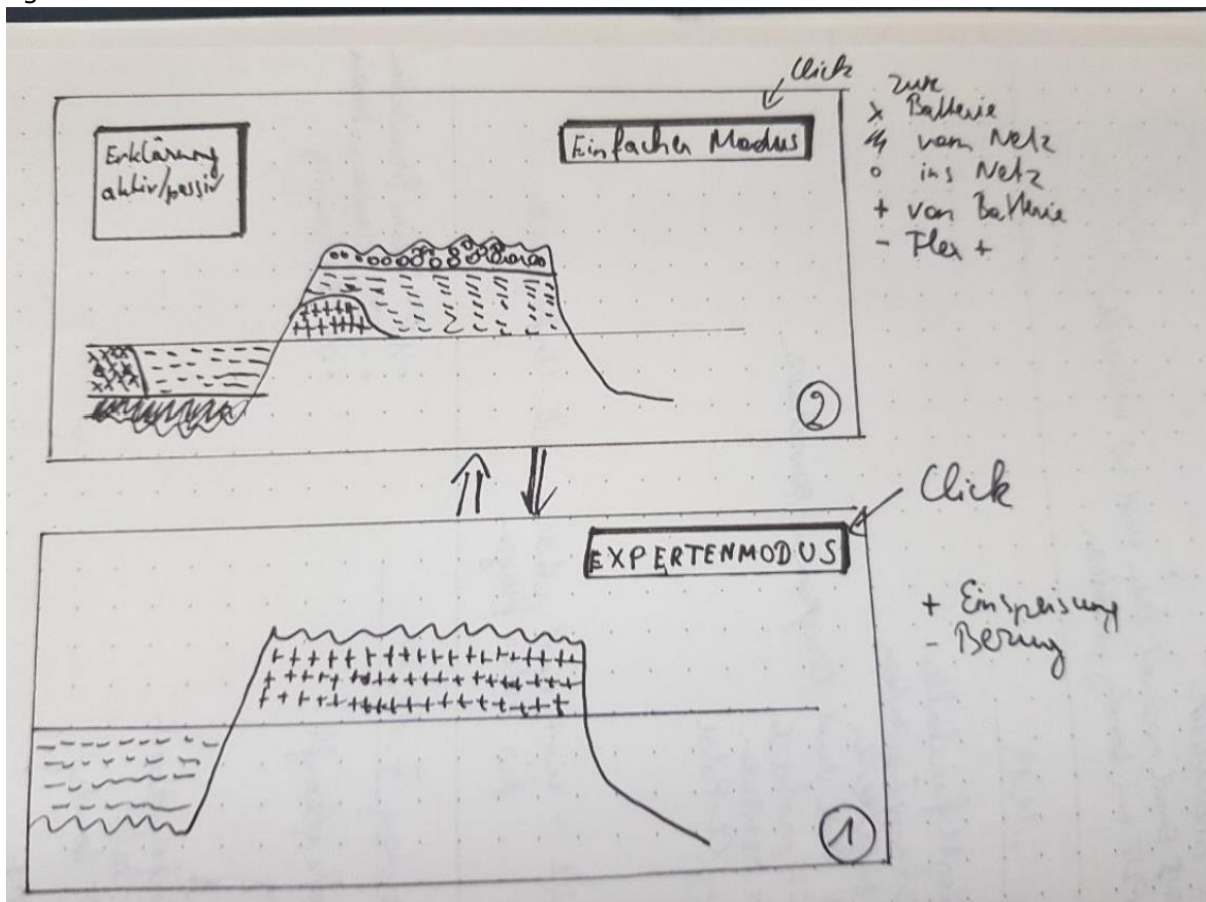
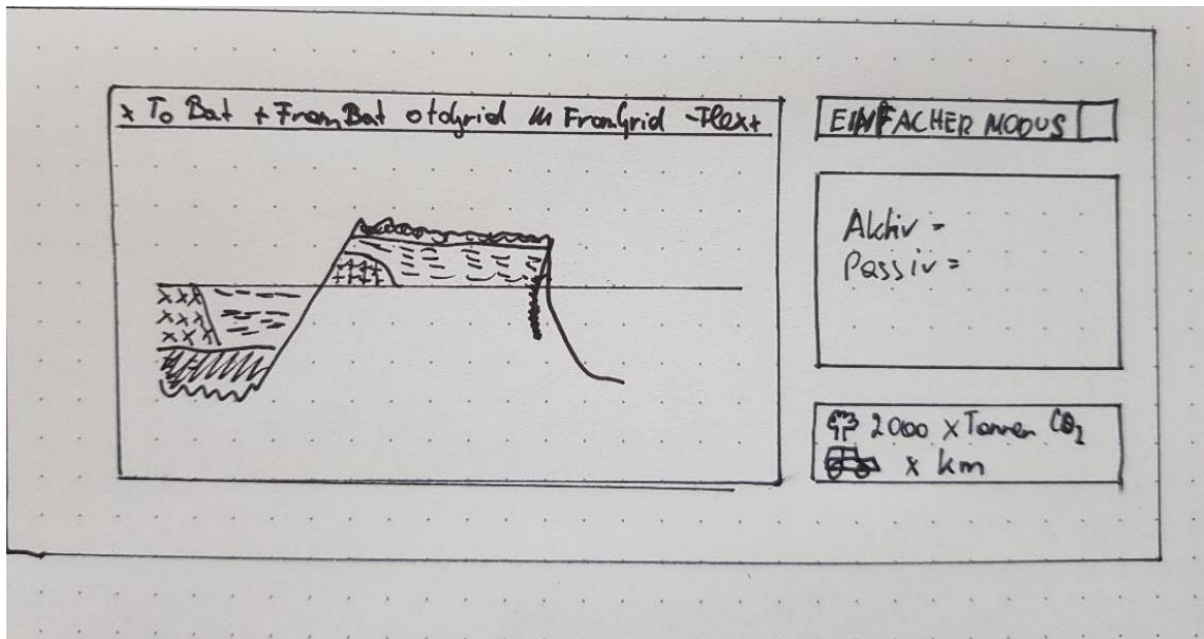


Abbildung 38 - Erster Vorschlag zur Einführung eines einfachen und eines Expertenmodus in den Diagramme



**Abbildung 39 - Zweiter Vorschlag zur Einführung eines einfachen und eines Expertenmodus in den Diagrammen**

#### 4.4.4 Feedback zweite Version

Die zweite Version umfasste im Grunde die im Workshop gemeinsam erstellten Diagramme in einer Rohform. Diese wurden als ein Schritt in die richtige Richtung kommentiert und gut angenommen. Es wurde ebenfalls fixiert, dass die Änderungen außerhalb der Diagramme reduziert werden sollen. Der Hauptfokus liegt auf den Diagrammen und der Darstellung für Kundinnen und Kunden mit und ohne Flex+ Anzeigen. Eine genauere Ausarbeitung der Diagramme wurde vereinbart. Die abgestimmte Version der Diagramme wurde in die dritte Version des Prototyps eingebaut.

#### 4.4.5 Dritte Version

Wie bereits erwähnt liegt der Fokus der dritten Version auf den letzten Überarbeitungen der Diagramme. Daten dafür wurden von Fronius übermittelt und in Zusammenarbeit zwischen den beiden beteiligten Projektpartnern weiter überarbeitet und verbessert. Nach dem Finalisieren der Diagramme wurden diese in die neue Prototyp Version eingefügt, wie in den folgenden Abbildungen zu sehen ist.

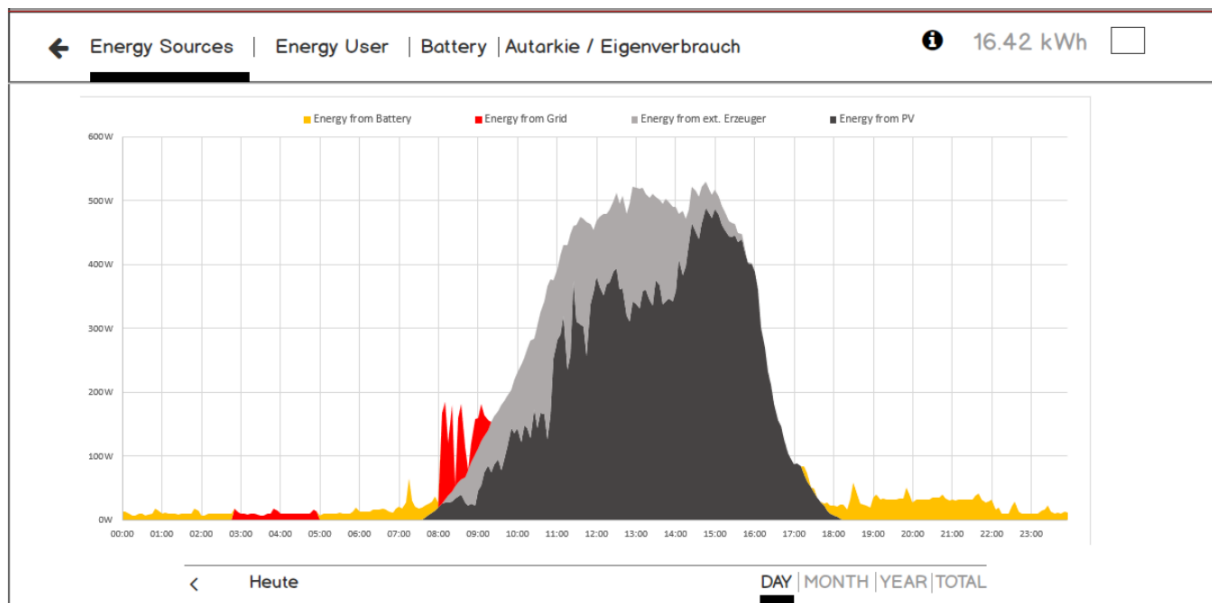


Abbildung 40 - Tagesdiagramm der Energiequellen

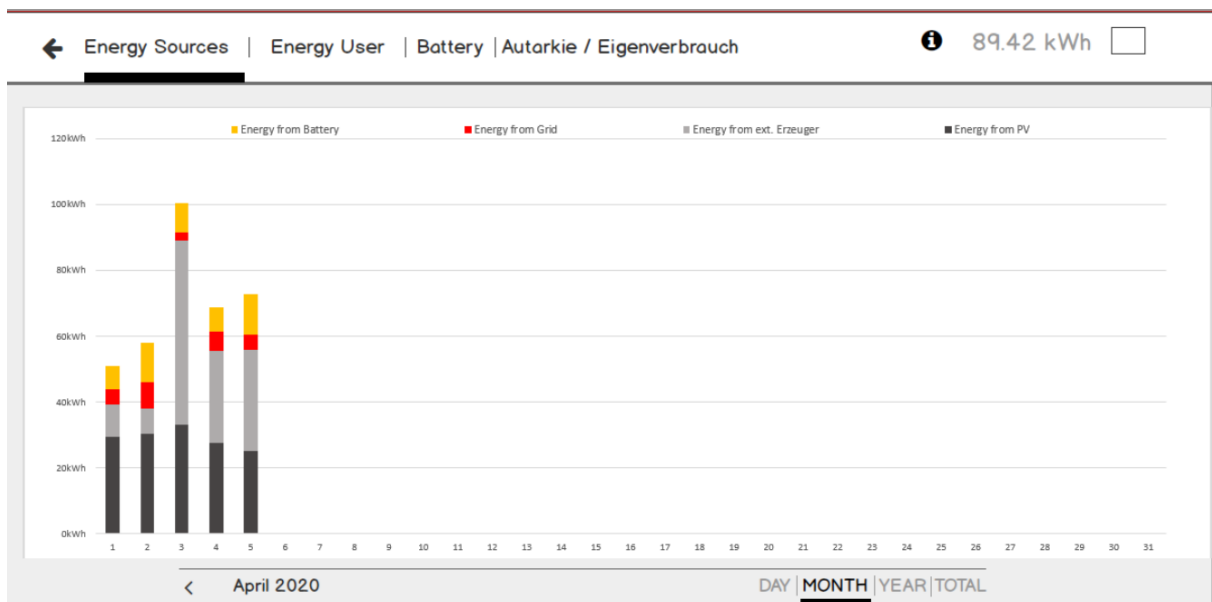


Abbildung 41 - Monatsdiagramm der Energiequellen

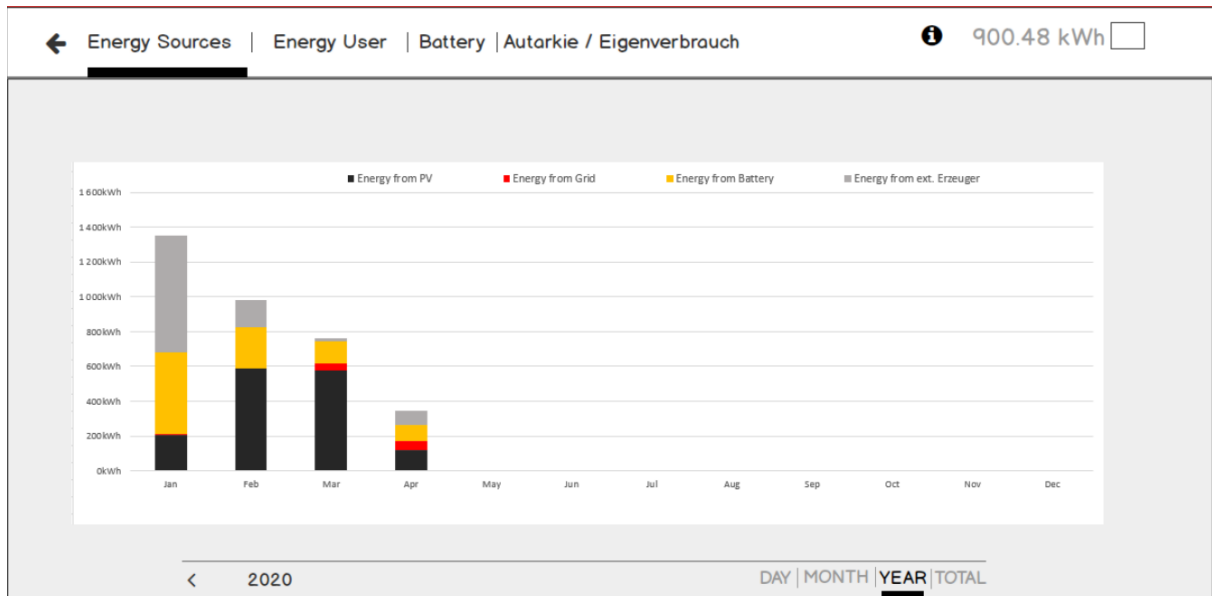


Abbildung 42 - Jahresdiagramm der Energiequellen

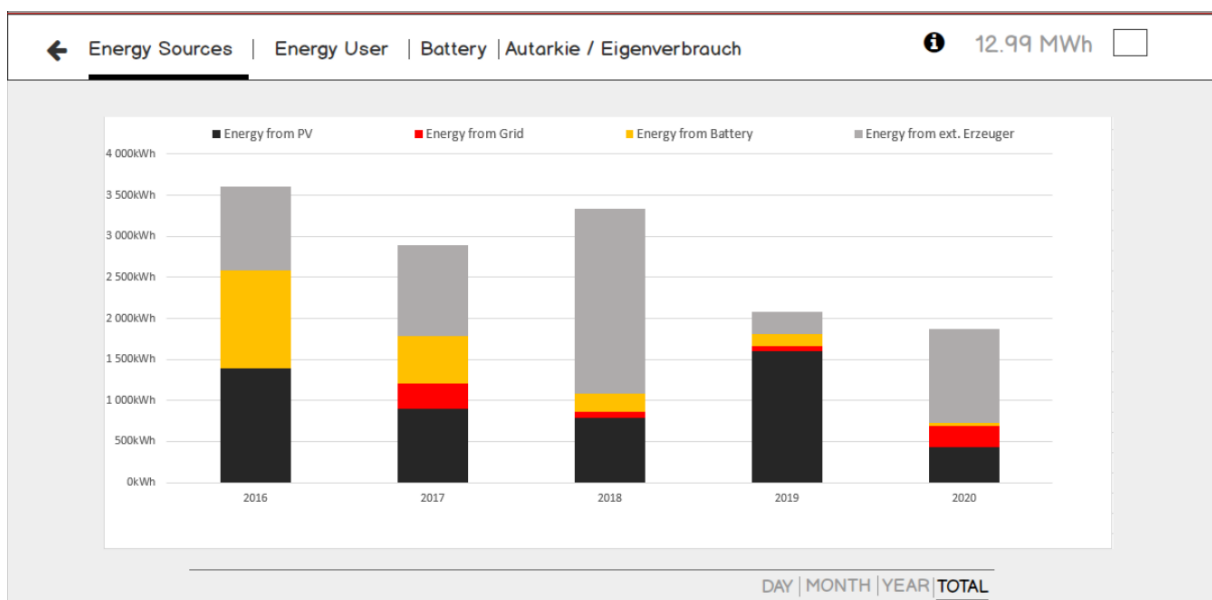


Abbildung 43 - Diagramm der totalen Laufzeit der Energiequellen



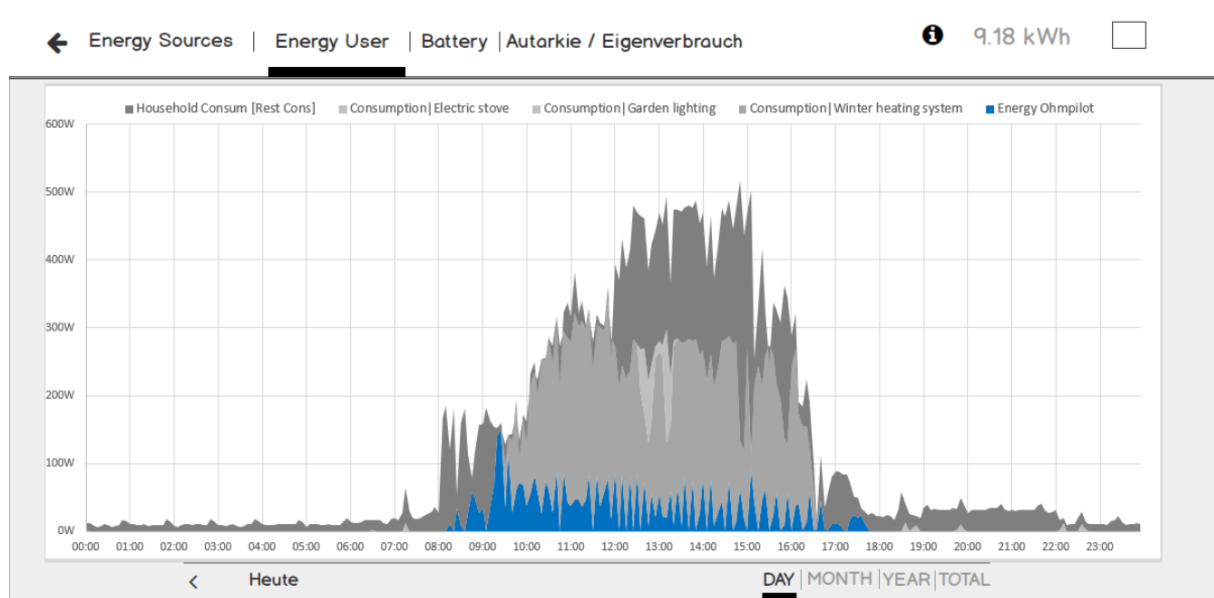


Abbildung 44 - Tagesdiagramm der Energienutzer

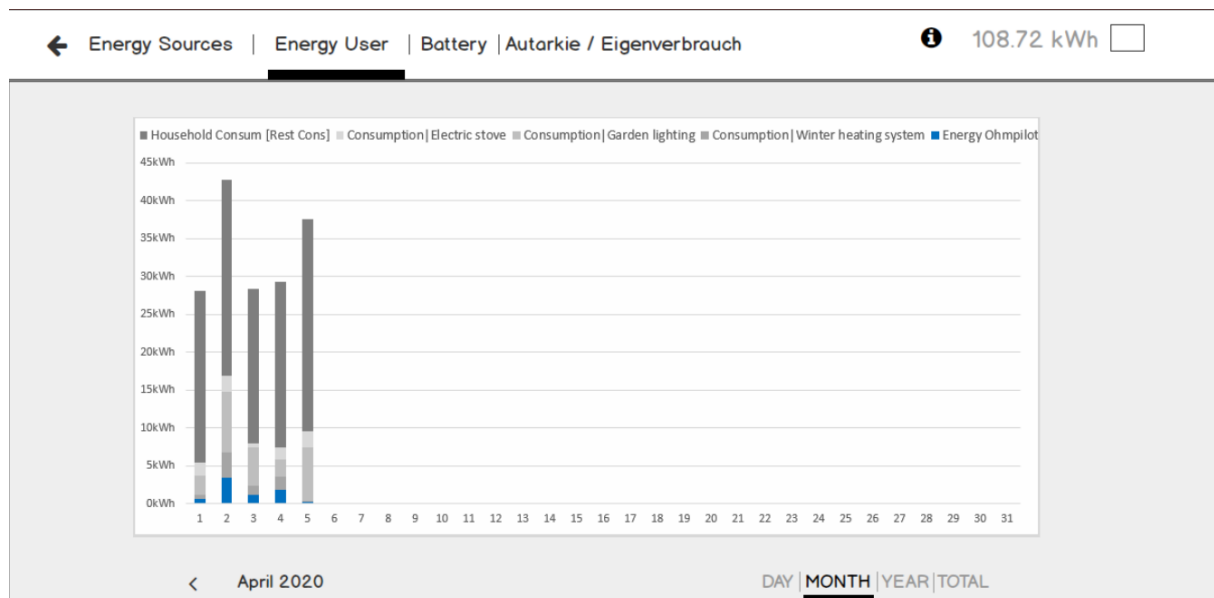
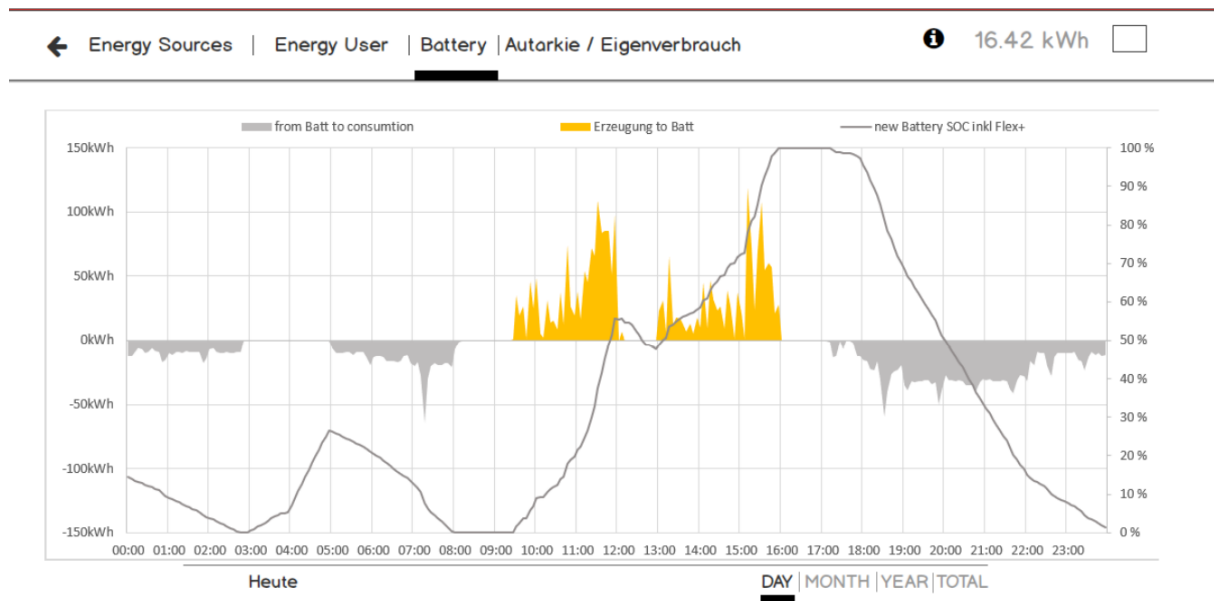
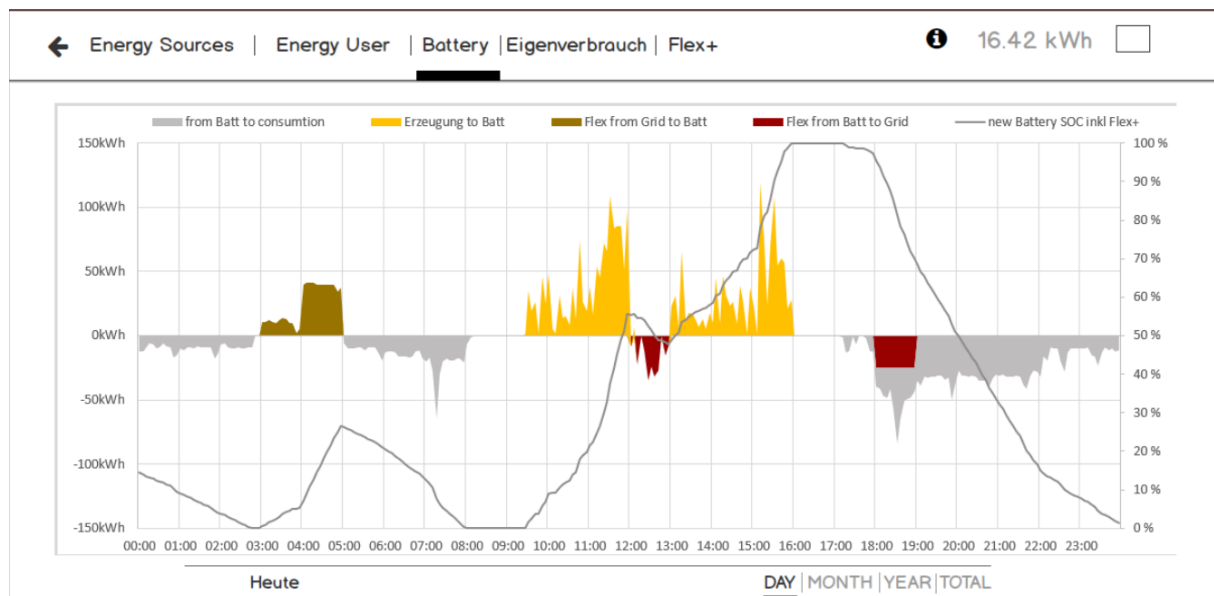


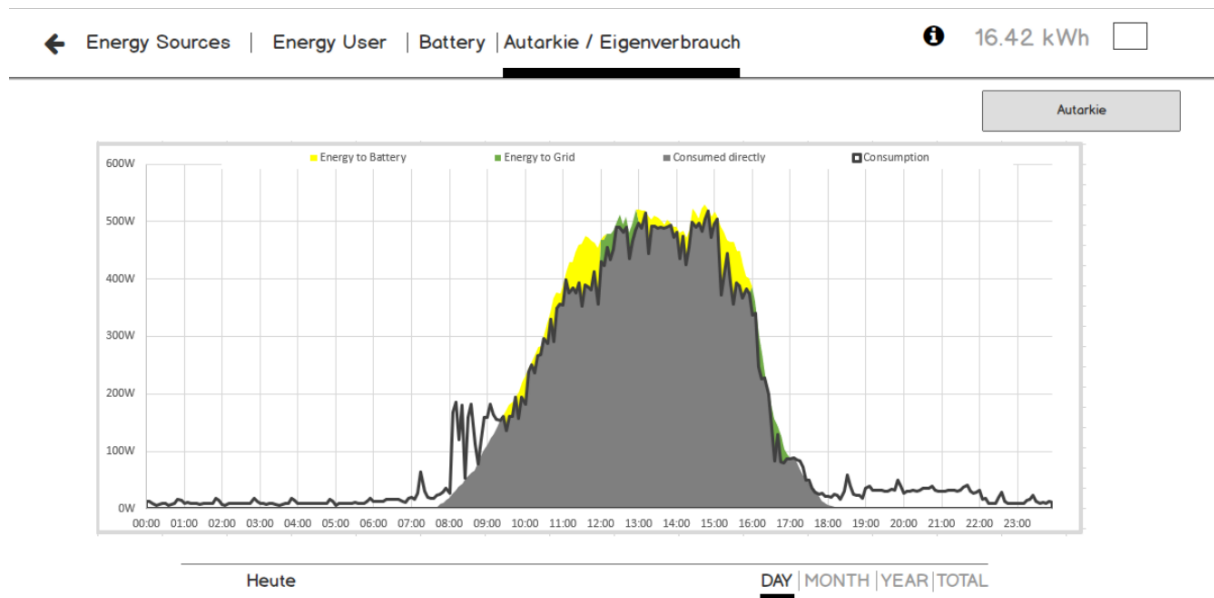
Abbildung 45 - Monatsdiagramm der Energienutzer



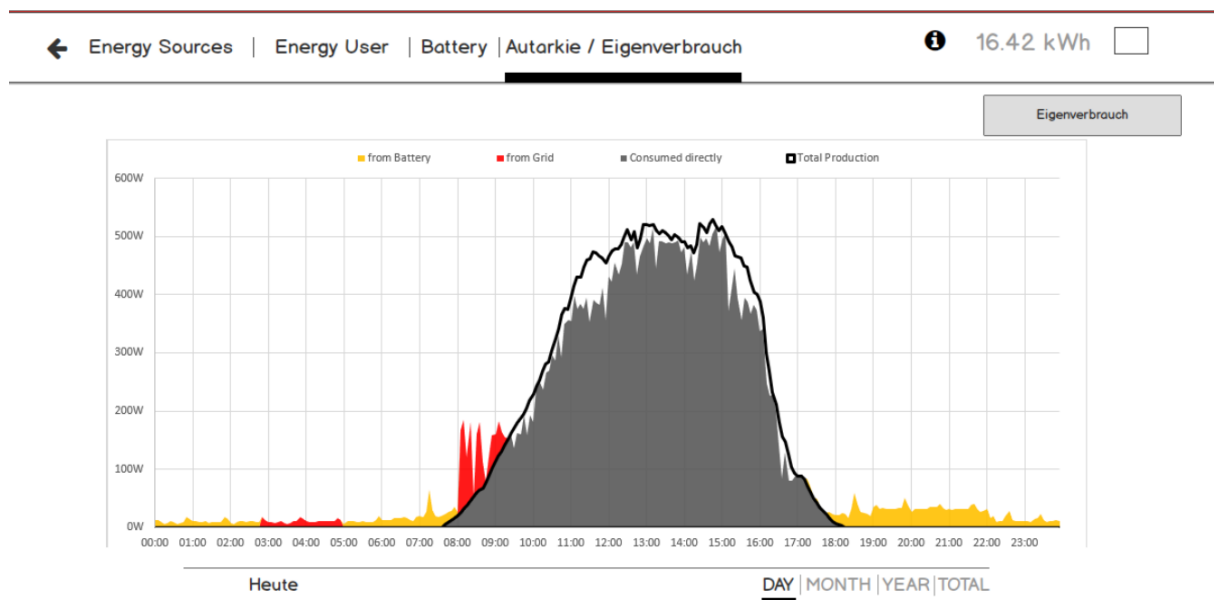
**Abbildung 46 - Batteriediagramm ohne Flex+**



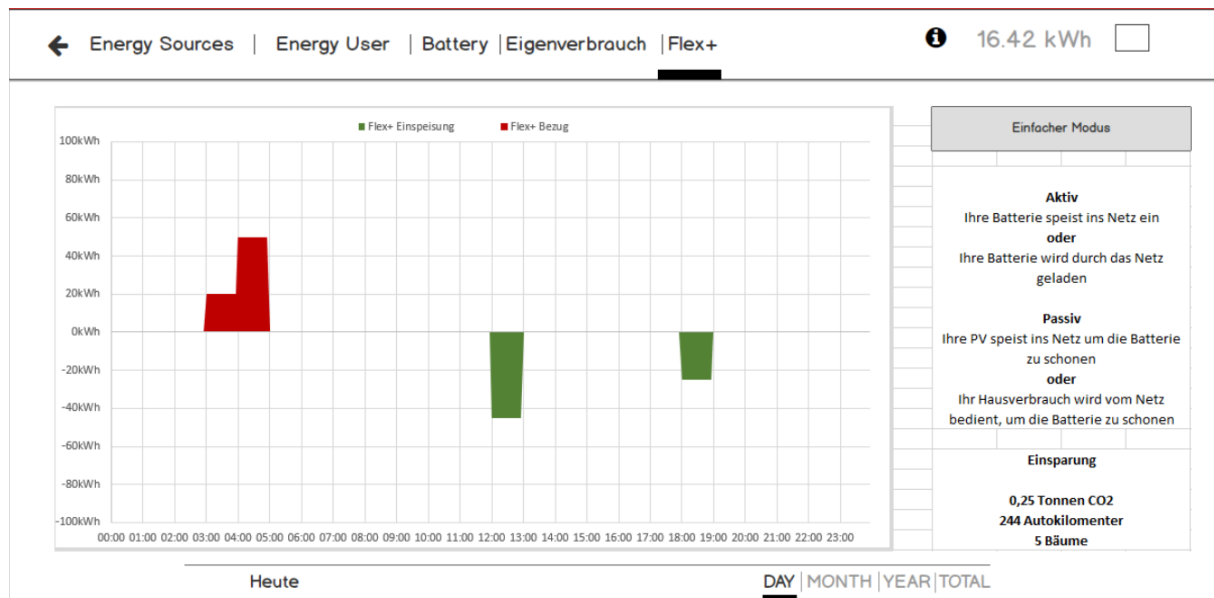
**Abbildung 47 - Batteriediagramm mit Flex+**



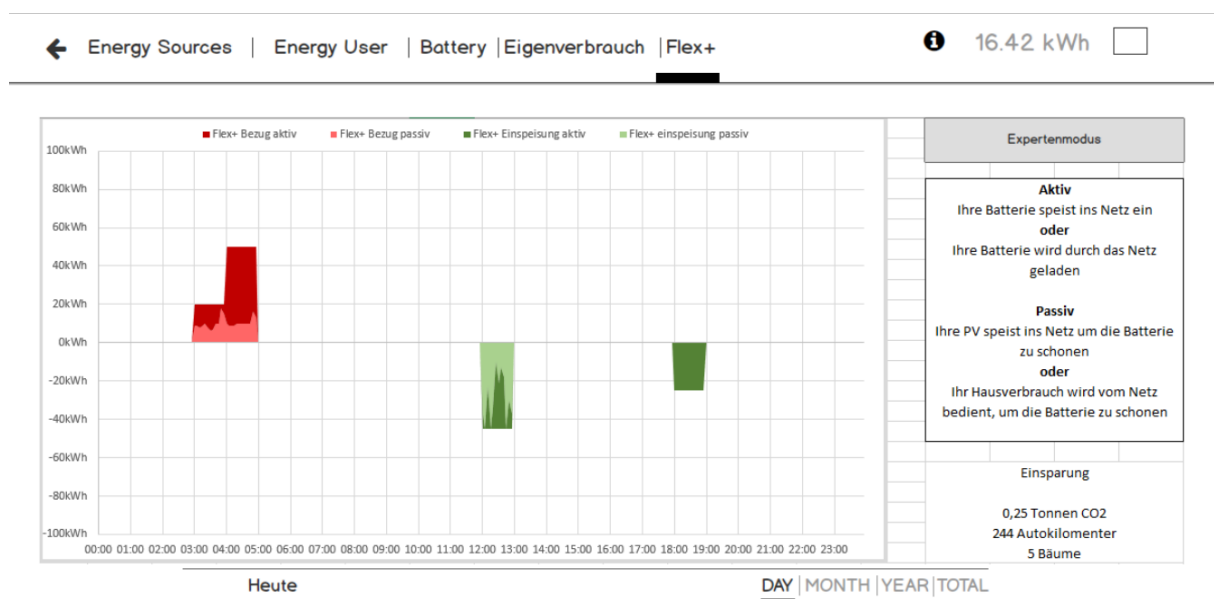
**Abbildung 48 - Autarkie Diagramm mit Umschaltknopf zu Eigenverbrauch Diagramm**



**Abbildung 49 - Eigenverbrauch Diagramm mit Umschaltknopf zu Autarkie Diagramm**



**Abbildung 50 - Einfacher Modus des Flex+ Diagramms mit Umschaltknopf zum Experten Modus**



**Abbildung 51 - Experten Modus des Flex+ Diagramms mit Umschaltknopf zum einfachen Modus**

Der so entstandene Prototyp wurde in den abschließenden User Tests geprüft.

#### 4.4.6 User Tests

Die User Tests fanden in der ersten Aprilhälfte 2020 mit vier Mitarbeitern von Fronius statt. Aufgrund der außergewöhnlichen Situation in Österreich (Covid 19) in diesem Zeitraum, konnte keine größere Personengruppe für die Tests herangezogen werden. Die vier Testpersonen haben via Webkonferenz und Screensharing den Test in ungefähr 45 bis 60 Minuten absolviert. Gemessen wurden dabei die Metriken Time-on-Task, Failure Rate, Task Success und der System Usability Score (SUS), ein Wert für die Gebrauchstauglichkeit.

Getestet wurden zwei Prototypen. Prototyp 1 entsprach dabei einem Nachbau der bestehenden Applikation. Prototyp 2 entsprach dem überarbeiteten Prototyp, mit den zuvor gezeigten überarbeiteten Diagrammen sowie einer Möglichkeit zwischen aktiviertem Flex+ und deaktiviertem Flex+ umzuschalten. Diese Unterscheidung war für die Tests aller neuen Diagramme nötig.

Im Testablauf wurden folgende Fragen und Aufgaben gestellt:

- Fragebogen zum Kennenlernen
  - 1. Besitzen Sie selbst ein Batteriesystem oder eine PV Anlage?
    - 1.1. Wenn 1. Ja: Wer kümmert sich um die Bedienung der Anlage?
    - 1.2. Wie oft wird etwas im System nachgesehen und passiert das an der Anlage selbst oder auf der Webseite?
    - 1.3. Wenn 1. Nein: Welchen Bezug haben Sie zu dem Thema
  - 2. Sind Sie Mitarbeiterin oder Mitarbeiter von Fronius?
    - 2.1. Falls 2. Ja: Wie oft benutzen Sie Solarweb bei der täglichen Arbeit?
  - 3. Aus wie vielen Personen besteht ihr Haushalt und wie hoch ist ungefähr ihr Stromverbrauch pro Jahr?
- Test eines Prototyps und den dazugehörigen Aufgaben sowie beantworten des SUS Fragebogens
- Wechsel des Prototyps und erneuter Test mit vergleichbaren Aufgaben und anschließende Bewertung eines weiteren SUS Fragebogens
- Abschließendes Interview mit offenen Fragen
  - Wie ist ihr Eindruck des überarbeiteten Systems?
  - Was hat ihnen besonders gut, oder besonders schlecht gefallen?
  - Haben Sie Änderungswünsche oder Verbesserungsvorschläge?
  - Haben Sie noch offene Fragen?

Die zu lösenden Aufgaben setzen sich für Prototyp 1 wie folgt zusammen:

- Task 1 -Energieproduktion Tagesvergleich: Die Testpersonen muss einen Statistikwert für die Energieprodukt von gestern und heute vergleichen.
- Task 2-Stromverbrauch Monatsvergleich: Die Testperson muss einen Statistikwert für den Stromverbrauch der letzten beiden Monate vergleichen.
- Task 3 – Energienutzung Jahresaufteilung: Die Testperson muss einen Statistikwert von 2018 analysieren.
- Task 4-Stromverbrauch Jahresvergleich: Die Testperson muss einen Statistikwert zwischen den Jahren 2018 und 2020 vergleichen.

Die zu lösenden Aufgaben für Prototyp 2 setzen sich wie folgt zusammen:

*Aufgaben ohne Flex+*

- Task 1- Energieproduktion Tagesvergleich: Die Testpersonen muss einen Statistikwert für die Energieprodukt von gestern und heute vergleichen.
- Task 2 – Stromverbrauch Monatsvergleich: Die Testperson muss einen Statistikwert für den Stromverbrauch der letzten beiden Monate vergleichen.

- Task 3 – Energienutzung Jahresaufteilung: Die Testperson muss einen Statistikwert von 2018 analysieren.
- Task 4-Stromverbrauch Jahresvergleich: Die Testperson muss einen Statistikwert zwischen den Jahren 2018 und 2020 vergleichen.
- Task 5- Autarkiegrad: Die Testperson muss herausfinden, ob der Autarkiegrad des heutigen Tages bei 100 % liegt.
- Task 6 – Netzbezug: Die Testperson muss herausfinden ob am heutigen Nachmittag Energie aus dem Netz bezogen werden musste.

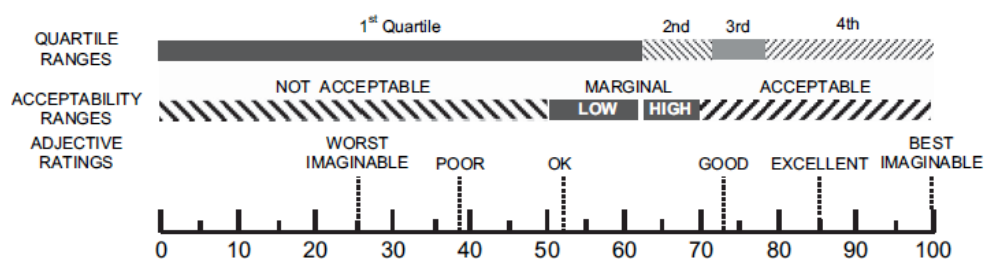
#### Aufgaben mit Flex+

- Task 7 – Batterie: Die Testperson muss herausfinden, ob heute zu vorgegeben Uhrzeit eine gewisse Wattanzahl in die Batterie geladen wurde.
- Task 8 – Bezug durch Flex+ Optimierung: Die Testperson muss herausfinden, ob heute wegen der Flex+ Optimierung Strom aus dem Netz bezogen werden musste.
- Task 9 – Bezug aus der Batterie: Die Testperson muss herausfinden, ob heute zu vorgegeben Uhrzeit mehr als eine vorgegebene Leistung aus der Batterie abgerufen wurde.
- Task 10 – Flex+ Bedeutung: Die Testperson muss mithilfe der Beschreibung neben dem Flex+ Diagramm erklären was „aktiv“ im Bezug auf Flex+ bedeutet.
- Task 11 – Flex+ Energiefluss analysieren: Die Testperson muss auswerten wie sich der Flex+ Energiefluss zu einer gewissen Zeit zusammengesetzt hat.

Die vier Aufgaben von Prototyp 1 und Prototyp 2 sind dabei sehr ähnlich, um die Überarbeitung der bestehenden Diagramme zu testen. Die übrigen Tests sollen zeigen wo Schwachstellen und Probleme in Prototyp 2 vorhanden sind.

Der SUS Fragebogen ist ein standardisiertes Modell zur Evaluierung der Nutzerfreundlichkeit einer Software. Dabei wird die Applikation anhand von zehn Fragen und einer Stimmungsskala von eins (stimme überhaupt nicht zu) bis fünf (stimme voll zu) bewertet. (Bangor et al. 2009)

Abbildung 52 zeigt eine Bewertungsskala des Ergebnisses eines SUS Fragebogens.



**Abbildung 52 - Bedeutung des „SUS Score Ratings“ (Bangor et al. 2009)**

Da die Aufgaben, die wirklich verglichen werden können sehr ähnlich sind, wurde der Test abwechselnd mit Prototyp 1 oder Prototyp 2 begonnen. Da der Lösungsweg in beiden Prototypen annähernd gleich ist, waren Carry-Over-Effekte zu befürchten. Um diese zu verhindern wurde immer abwechselnd mit einem anderen Prototyp begonnen. Aufgrund der geraden Anzahl an Testpersonen, ist die Aufteilung zwischen den Startprototypen gleich.

### *Charakteristik der Testpersonen*

Die Gruppe der Testpersonen war hinsichtlich der Verwendungsintensität der Solarweb Webseite heterogen. Die Webseite wird von den Testpersonen von mehrmals täglich bis weniger Male im Jahr bedient. Alle Personen haben jedoch zu einem früheren Zeitpunkt intensiv mit dem System gearbeitet bzw. tun dies gerade. Alle Testpersonen sind Mitarbeiter von Fronius. Es nahmen ausschließlich Männer an den Tests teil.

### *Vergleich der Ergebnisse der Prototypen*

Im den folgenden vier Tabellen werden die Messergebnisse der ersten vier Aufgaben pro Prototyp gegenübergestellt. Die Auswertung der restlichen Messergebnisse für Prototyp 2 sowie der SUS Vergleich der Prototypen folgt danach.

**Tabelle 9 - Testergebnisse Task 1 - Energieproduktion Tagesvergleich beider Fronius Prototypen**

<b>Task 1 – Energieproduktion Tagesvergleich</b>		
	Prototyp 1	Prototyp 2
Min. Time (s)	6	14
Max. Time (s)	53	47
Average Time (s)	27	28
Median (s)	24	25
Failure Rate (Personen)	0 von 4	0 von 4
Success Rate (%)	100	100

**Tabelle 10 - Testergebnisse Task 2 - Stromverbrauch Monatsvergleich beider Fronius Prototypen**

<b>Task 2 – Stromverbrauch Monatsvergleich</b>		
	Prototyp 1	Prototyp 2
Min. Time (s)	6	8
Max. Time (s)	19	62
Average Time (s)	13	24
Median (s)	13	12
Failure Rate (Personen)	0 von 4	0 von 4
Success Rate (%)	100	100

**Tabelle 11 - Testergebnisse Task 3 - Energienutzung Jahresaufteilung beider Fronius Prototypen**

<b>Task 3 – Energienutzung Jahresaufteilung</b>		
	Prototyp 1	Prototyp 2
Min. Time (s)	9	28
Max. Time (s)	87	264
Average Time (s)	35	131
Median (s)	22	117
Failure Rate (Personen)	0 von 4	3 von 4
Success Rate (%)	100	100

**Tabelle 12 - Testergebnisse Task 4 - Stromverbrauch Jahresvergleich beider Fronius Prototypen**

<b>Task 4-Stromverbrauch Jahresvergleich</b>		
	Prototyp 1	Prototyp 2
Min. Time (s)	8	6
Max. Time (s)	12	59
Average Time (s)	10	22
Median (s)	10	12
Failure Rate (Personen)	0 von 4	0 von 4
Success Rate (%)	100	100

Da sich bei einer so kleinen Testpopulation Ausreißer besonders stark auf Durschnitte Auswirken, ist der Median ein adäquateres Mittel für den Vergleich.

Bei Betrachtung der vier vergleichbaren Aufgaben am Anfang jedes Prototyps fällt auf, dass bei Task 1, Task 2 und Task 4 nur minimale Unterschiede bei Time-On-Task, Failure rate und Success Rate auftreten. Das interessanteste Ergebnis ist das Ergebnis von Task 3 – Energienutzung Jahresaufteilung.

Das Ergebnis von Task 3 weicht nicht nur bei der gemessenen Zeit stark ab, sondern auch bei der Failure Rate. Bereits im Test hat sich gezeigt, dass die Personen die Aufgabe nur schwer verstanden haben und nochmal nachgefragt werden musste, bis diese verstanden wurde. Durch die kleine Menge an Testpersonen hat dieses Problem einen großen Einfluss auf das Ergebnis. Auf Nachfrage bei den Testpersonen, was verbessert werden muss, damit sie diese Aufgabe besser erledigen können, hat sich gezeigt, dass die Formulierung der Frage das größte Problem darstellt und durch eine Verbesserung dieser die Testpersonen die Aufgabe schneller hätten lösen können. Sonstige Verbesserungsvorschläge wurden von den Testpersonen nicht eingebracht.



Durch eine überwiegende Anzahl an sehr ähnlichen Ergebnissen bei den vergleichbaren Tasks lässt sich auf eine Überarbeitung schließen, die den Testpersonen ein genauso effizientes Arbeiten ermöglicht, wie bisher. Besonders durch die vorhandenen Erfahrungswerte mit der bestehenden Solarweb Webseite, liefert die Überarbeitung solide Ergebnisse und kann in Zukunft durch Lerneffekte weiter profitieren.

Die Ergebnisse der restlichen sieben Tasks für Prototyp 2 können den folgenden beiden Tabellen entnommen werden.

**Tabelle 13 - Testergebnisse Task 5 - 8 des erweiterten Fronius Prototyps**

	Task 5 - Autarkiegrad	Task 6 - Netzbezug	Task 7 - Batterie	Task 8 - Bezug durch Flex+ Optimierung
Min. Time (s)	14	3	18	5
Max. Time (s)	180	60	110	19
Average Time (s)	68	18	56	11
Median (s)	39	5	47	10
Failure Rate (Personen)	2 von 4	1 von 4	1 von 4	0 von 4
Success Rate (%)	75	100	100	100

**Tabelle 14 - Testergebnisse Task 9 - 11 des erweiterten Fronius Prototyps**

	Task 9 - Bezug aus der Batterie	Task 10 - Flex+ Bedeutung	Task 11 - Flex+ Energiefluss analysieren
Min. Time (s)	10	14	12
Max. Time (s)	34	63	180
Average Time (s)	23	30	86
Median (s)	25	21	75
Failure Rate (Personen)	0 von 4	0 von 4	2 von 4
Success Rate (%)	100	100	75

Die Ergebnisse von Task 5 – Autarkiegrad zeigen, dass die Testpersonen mit dem neu eingeführten Autarkiediagramm Probleme hatten. So haben zwei von vier Testpersonen die Frage nach dem Autarkiegrad zuerst falsch beantwortet und eine Person war nicht in der Lage den eigenen Fehler zu erkennen und sogleich auszubessern. Beim Test fiel auf, dass die Personen Probleme haben allein aus dem Diagramm den Autarkiegrad zu erkennen. Im Grund wurden zwei Verbesserungsvorschläge für dieses Problem von den Testpersonen eingebracht. Zum einen eine direkte Anzeige des Autarkiegrades für den ausgewählten Zeitraum, oder wie im bestehenden Produkt üblich die zusätzliche Information mithilfe

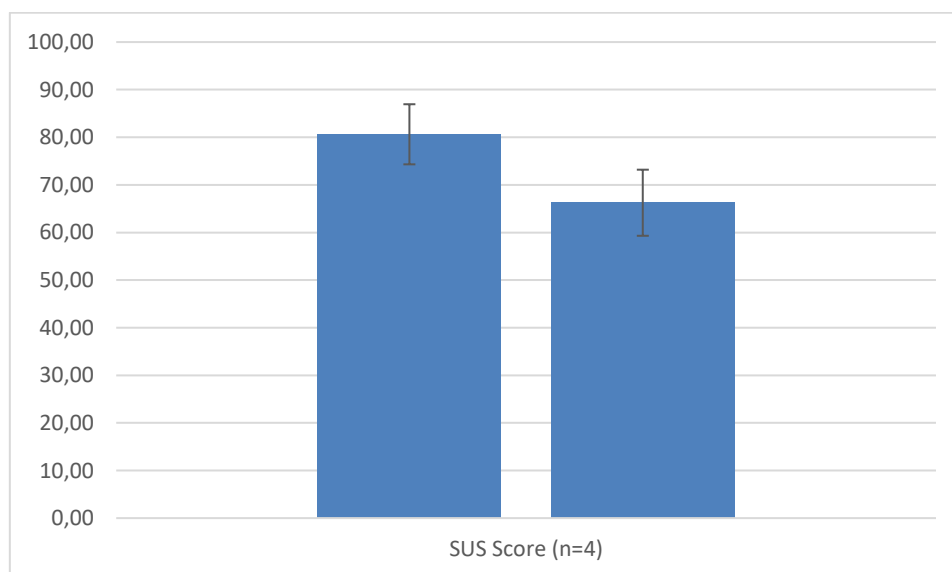
eines Mouse-Over-Tooltips anzuzeigen. Das Fehlen eines Mouse-Over-Tooltips ist der eingeschränkten Funktionalität des Prototyps geschuldet. Die Vorschläge wurden trotzdem in der finalen Überarbeitung von Prototyp 2 berücksichtigt.

Task 6 – Netzbezug und Task 7– Batterie liefen größtenteils problemlos ab. Die größten Auswirkungen zeigten hier wieder die Neueinführung der Diagramme und die fehlenden bekannten Referenzpunkte der Testpersonen. Ein neu eingefügter Button, mit dem zwischen dem Autarkie- und Eigenverbrauch Diagramm umgeschaltet werden kann, war nicht intuitiv als solcher erkennbar, da vergleichbare Buttons in der Applikation nicht vorkommen. Im Batteriediagramm, wichtig für Task 7, sorgte hingegen ein Fehler bei der Achsenbeschriftung bei einer Person für einen Fehler. Die Rückmeldungen der Testpersonen zu dem Button und der Achsenbeschriftung wurden in der Überarbeitung von Prototyp 2 berücksichtigt.

Die Tasks 8 – Bezug durch Flex+ Optimierung, 9 – Bezug aus der Batterie, 10 – Flex+ Bedeutung, waren für alle Testpersonen ohne größere Schwierigkeiten zu absolvieren. Den größten Faktor hatten die überarbeitete Navigation, durch das Hinzufügen der neuen Diagramme und dem neu eingefügten Vokabular. Nach kurzer Suche konnten die Testpersonen die Aufgaben jedoch souverän und problemlos lösen.

Task 11 – Flex+ Energiefluss analysieren hat zu Problemen bei mehreren Testpersonen geführt. Hier war wiederum ein neuer Button für das Umschalten zwischen zwei Ansichten eingefügt worden, die von den Testpersonen nicht intuitiv erkennbar waren und von einer Person überhaupt nicht gefunden wurde. Die Vorschläge für die Verbesserung der Buttons, wie für Task 6 – Netzbezug, wurden im finalen Prototyp berücksichtigt.

Neben den Performance Metriken Task-On-Time, Failure Rate und Success Rate wurde durch das Durchführen eines System Usability Scores (SUS) auch ein Wert für die Gebrauchstauglichkeit beider Prototypen ermittelt, wie in Abbildung 53 zu sehen.



**Abbildung 53 - Vergleich der SUS Scores der Fronius Prototypen**

Prototyp 1 erhielt dabei einen durchschnittlichen Score von 81 und Prototyp 2 nur einen durchschnittlichen Score von 66.

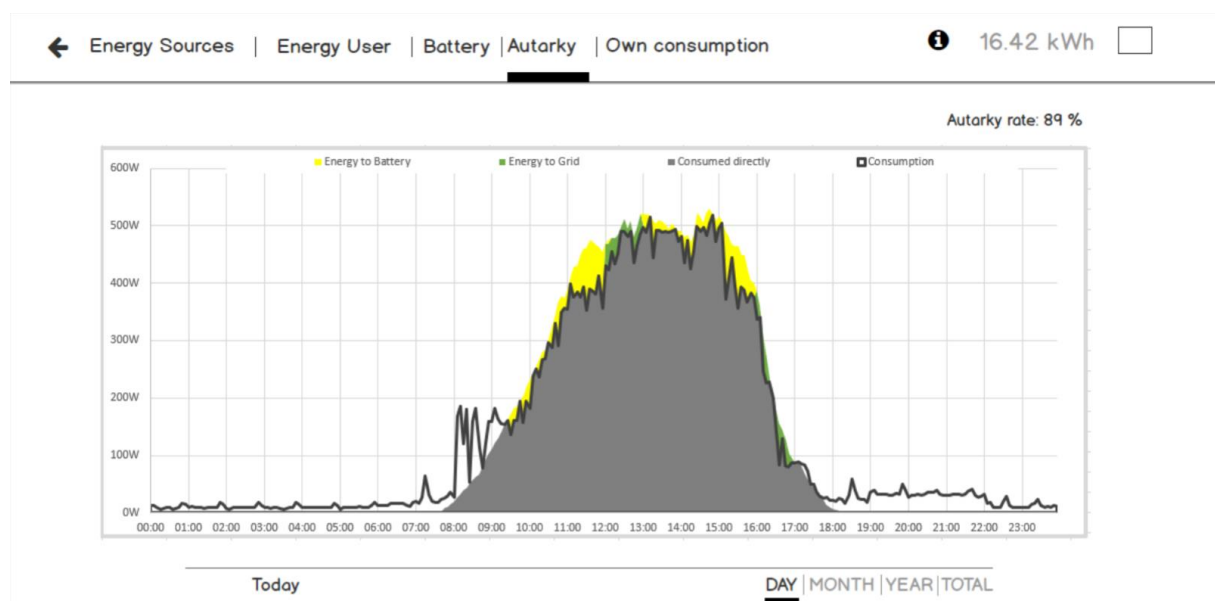
Mit einer 95 prozentigen Wahrscheinlichkeit liegt der wahre Score von Prototyp 1 zwischen 74 und 86 Punkten und erreicht somit eine Gebrauchstauglichkeit zwischen „good“ und „excellent“. Die Bewertung von Prototyp 1 ordnet diesen auch in ein fortgeschrittenes Umsetzungsstadium ein (Quartile range 3rd and 4th).

Der wahre Score von Prototyp zwei liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % zwischen 59 und 73 Punkten. Somit erreicht dieser Prototyp nur eine Gebrauchstauglichkeit von „grenzwertig“ bis „ok“ und weist noch auf Usability Probleme und starkes Verbesserungspotenzial hin. Dementsprechend ist der Fortschrittsgrad auch niedriger als Prototyp 1 zu

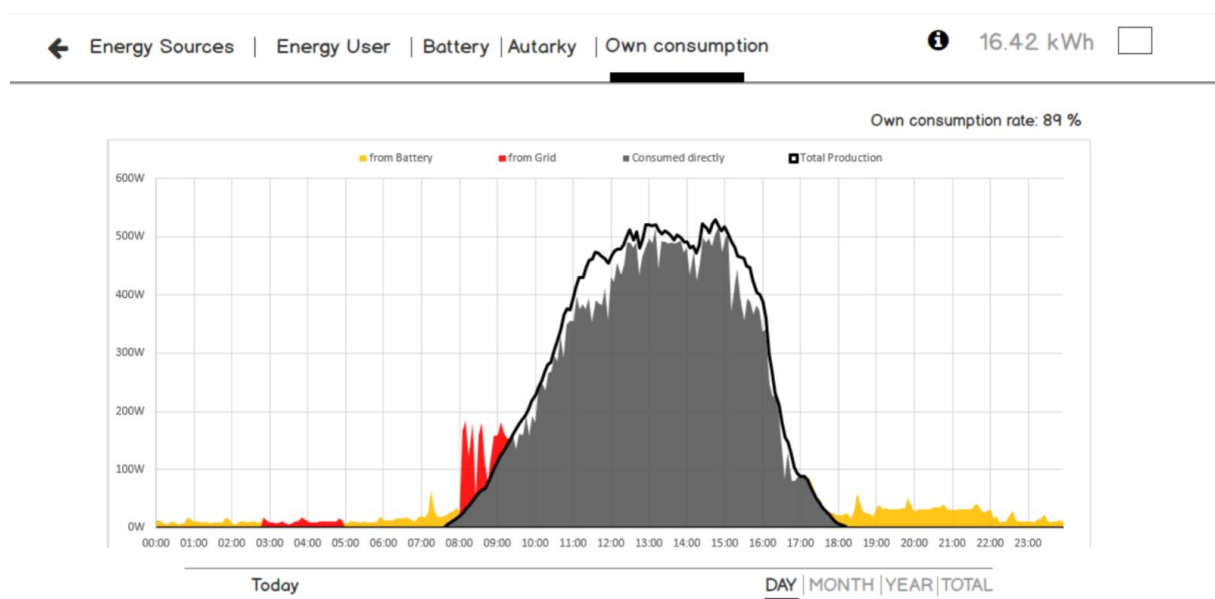
bewerten. Bei der Betrachtung der Ergebnisse sollte jedoch die kleine Testgruppe sowie die Vertrautheit mit dem aktuellen bestehenden System, wie in Prototyp 1, nicht außer Acht gelassen werden. Derartige Ergebnisse liegen bei gleichermaßen unerfahrenen Testpersonen oftmals deutlich näher beisammen. Die Tests haben jedoch klar einige Schwachstellen des bereits überarbeiteten Prototyps aufgedeckt. Diese Schwachstellen wurden in einer finalen Überarbeitung weiter verbessert.

#### 4.4.7 Vierte Version

Da die Testpersonen Probleme hatten die neu eingeführten Buttons zu erkennen, wurden hier Verbesserungen vorgenommen. Der Button für den Wechsel zwischen Autarkie- und Eigenverbrauchsdiagramm wurden entfernt und stattdessen wurden diese beiden Diagramme nun durch eine Navigationspunkte voneinander getrennt. Ebenfalls wurden die wichtigsten Werte der Diagramme direkt darüber als Text angezeigt, wie in Abbildung 54 und Abbildung 55 zu sehen.

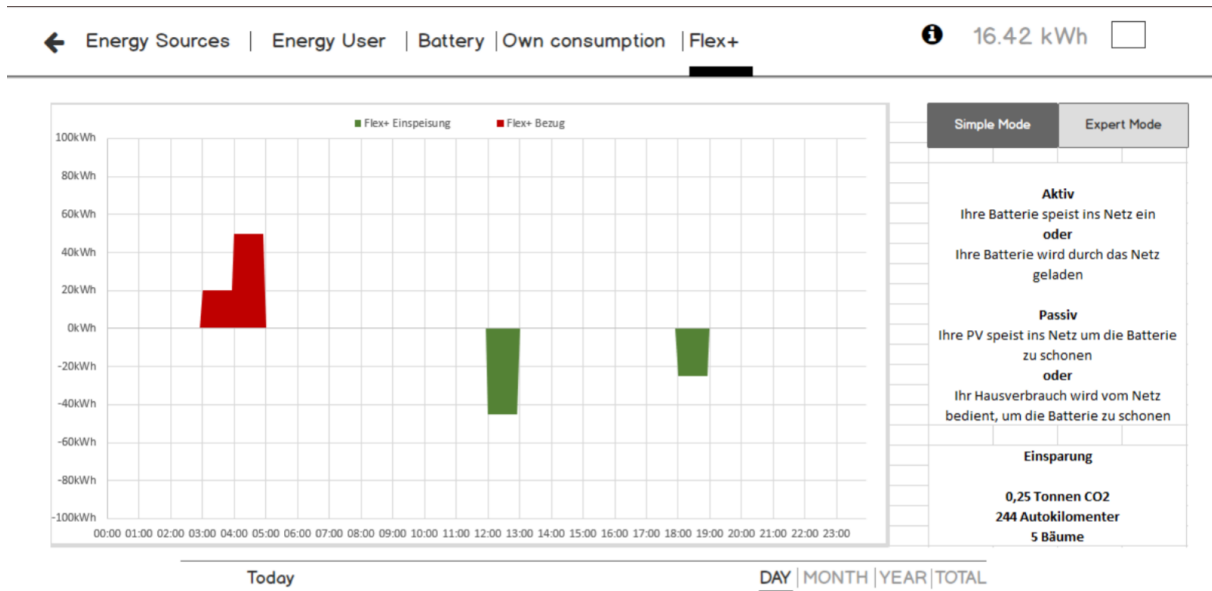


**Abbildung 54 - Autarkiediagramm im finalen Fronius Prototyp mit eigenem Navigationspunkt**

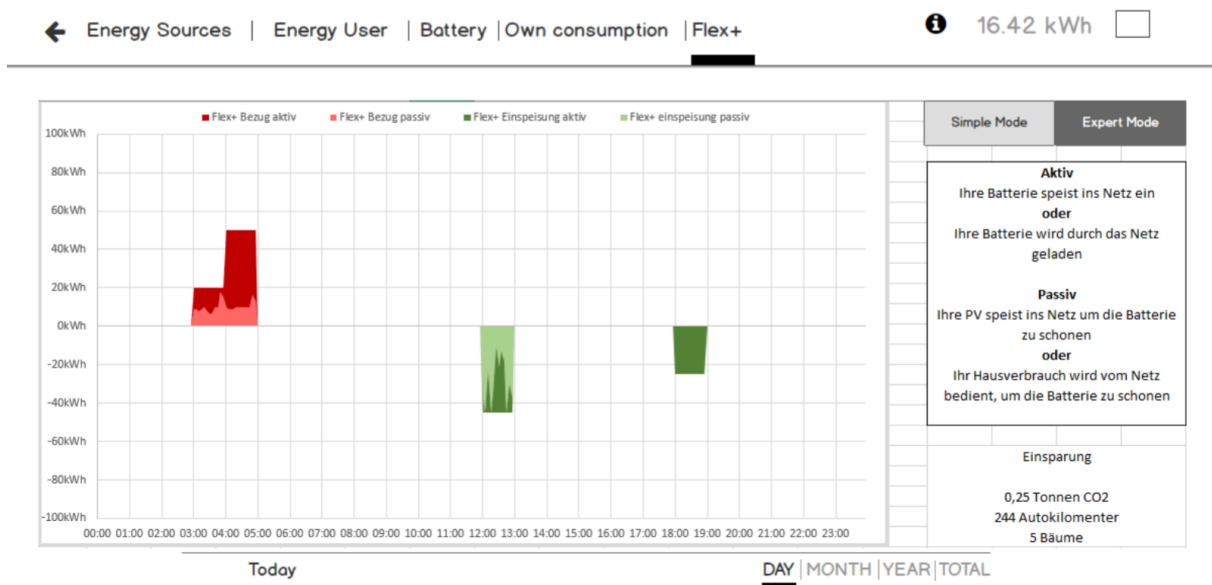


**Abbildung 55 - Eigenverbrauchsdiagramm im finalen Fronius Prototyp mit eigenem Navigationspunkt**

Die zweite Stelle im Prototyp an, der ein Button für Verwirrung sorgte, war das Umschalten zwischen dem einfachen und dem Experten Modus für Flex+. Hier werden nun zwei Buttons, je einer pro Modus, angezeigt, auf welche durch Klicken zwischen den Modi hin und her gewechselt werden kann. Der aktivierte Modus ist dabei durch eine dunklere Farbe hervorgehoben, wie in Abbildung 56 und Abbildung 57 zu sehen.



**Abbildung 56 - Flex + Einfacher Modus im finalen Fronius Prototyp**



**Abbildung 57 - Flex+ Experten Modus im finalen Fronius Prototyp**

Neben diesen beiden großen Änderungen wurden nur kleinere Änderungen durchgeführt um einen Fehler im Prototypen zu beheben und die Sprache in den Navigationsbereichen zu vereinheitlichen.

Die finale Version des Prototyps und eine Liste von weiteren Rückmeldungen der Testpersonen wurde an Fronius Ende April 2020 übermittelt.

## 4.5 Prototyp iDM

### 4.5.1 Erste Version

Neben Fronius wurde gleichzeitig an der Umsetzung eines Prototyps für den Projektpartner iDM gearbeitet. In der ersten gemeinsamen Besprechung wurden die verschiedenen Möglichkeiten und Einsatzgebiete einer Wärmepumpe besprochen. Der Umfang des Testszenarios für das Projekt wurde abgesteckt, sowie die neuen Möglichkeiten und Auswirkungen der Flex+ Optimierung für den Betrieb der Wärmepumpe besprochen. Im Rahmen des Meetings wurde ebenfalls das bestehende iDM Interface vorgestellt und auf Details eingegangen, die in der Eigenrecherche in Bezug auf das zur Verfügung gestellte Testsystem nicht klar erschienen. Um die Eigeninteressen der Benutzerinnen und Benutzer zu berücksichtigen wurden die vorläufigen Ergebnisse des Arbeitspakets 2 des Flex+ Projektes besprochen und Darstellungsmöglichkeiten geklärt. Als nächster Arbeitsschritt nach dem Meeting wurde das bestehende iDM Interface mit dem Tool Balsamiq so gut wie möglich nachgestellt und um Darstellungsvorschläge für die besprochenen Punkte ergänzt.

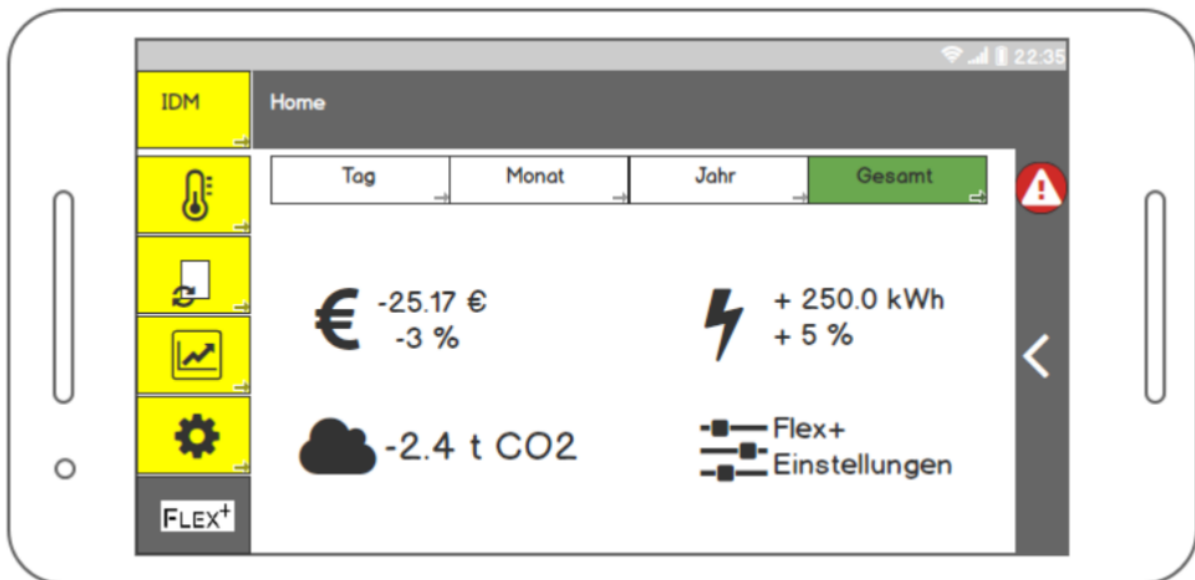


Abbildung 58 - Erster Vorschlag einer Flex+ Übersicht

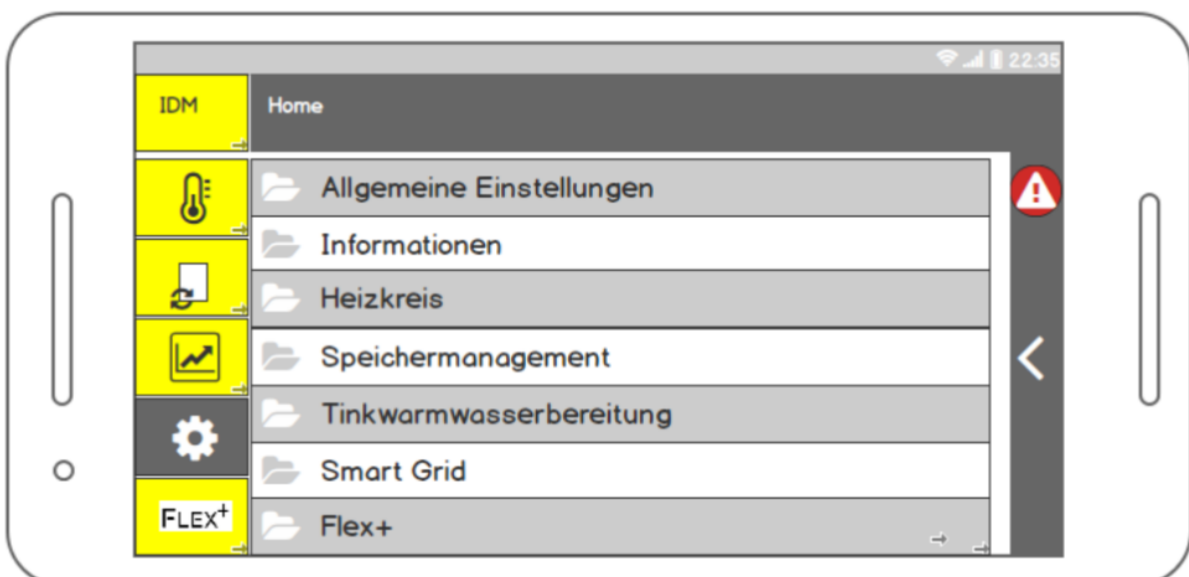


Abbildung 59 - Erster Vorschlag zur Erweiterung der vorhandenen Menüstruktur

S



Abbildung 60 - Erster Vorschlag der ergänzten Flex+ Einstellungen

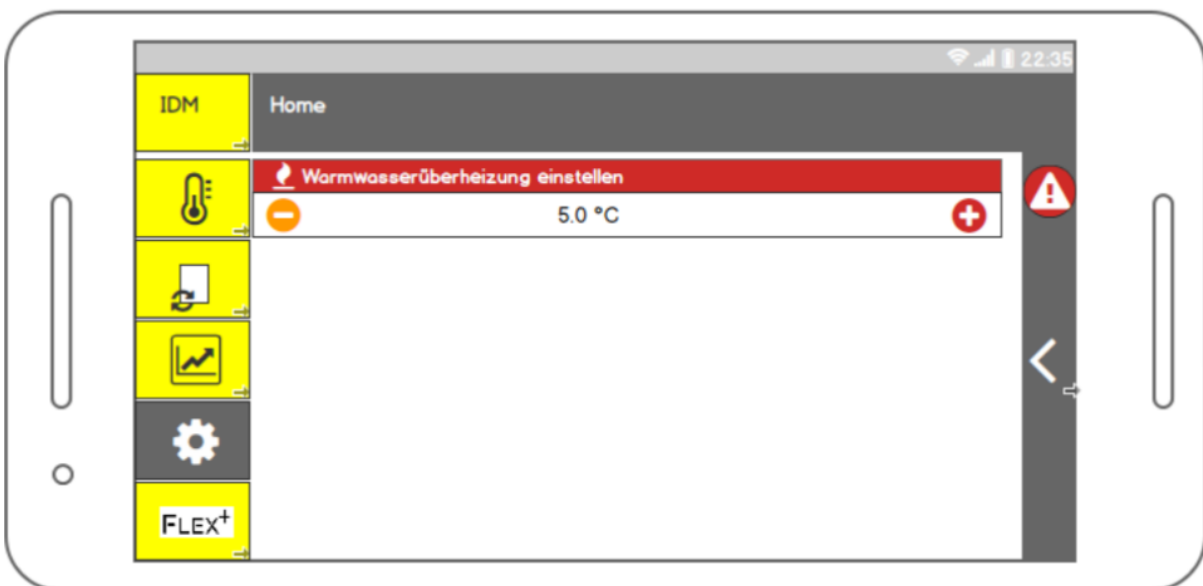


Abbildung 61 - Erster Vorschlag der Einstellungsmöglichkeit für Flex+ Optionen

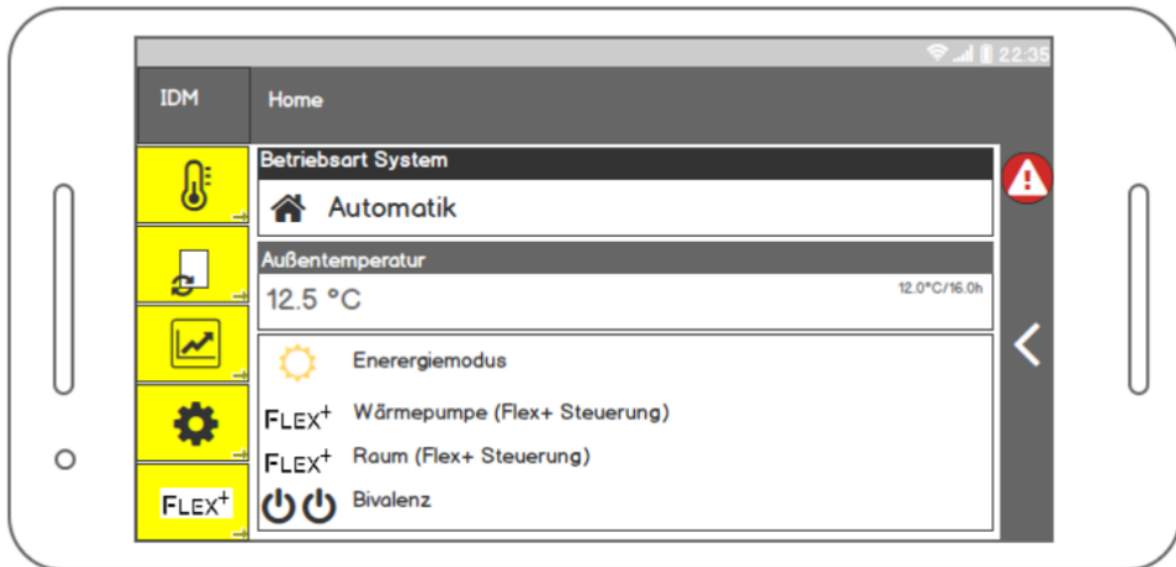


Abbildung 62 - Erster Vorschlag einer Zustandsanzeige des Systems

Der Vorschlag eine Art Flex+ Dashboard mit der Vermischung von Statistik und der Verlinkung der Einstellungsmöglichkeiten zu erschaffen stellte sich als nicht wünschenswert heraus. So wurde in der nächsten Iteration ein neuer Vorschlag für die Flex+ Statistik angefertigt.

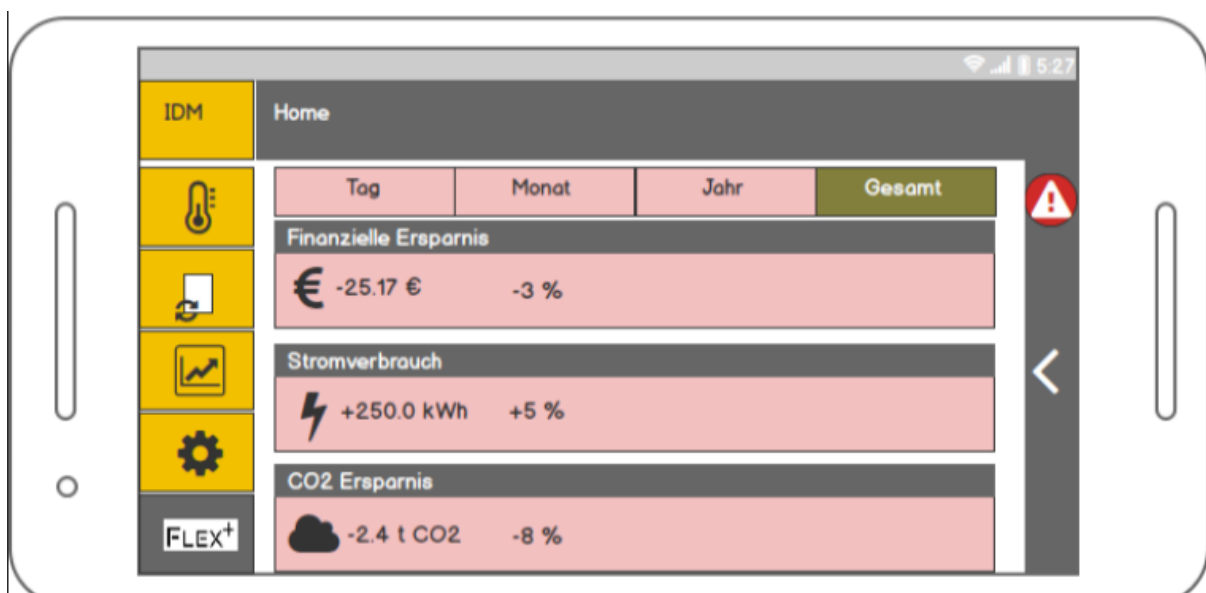
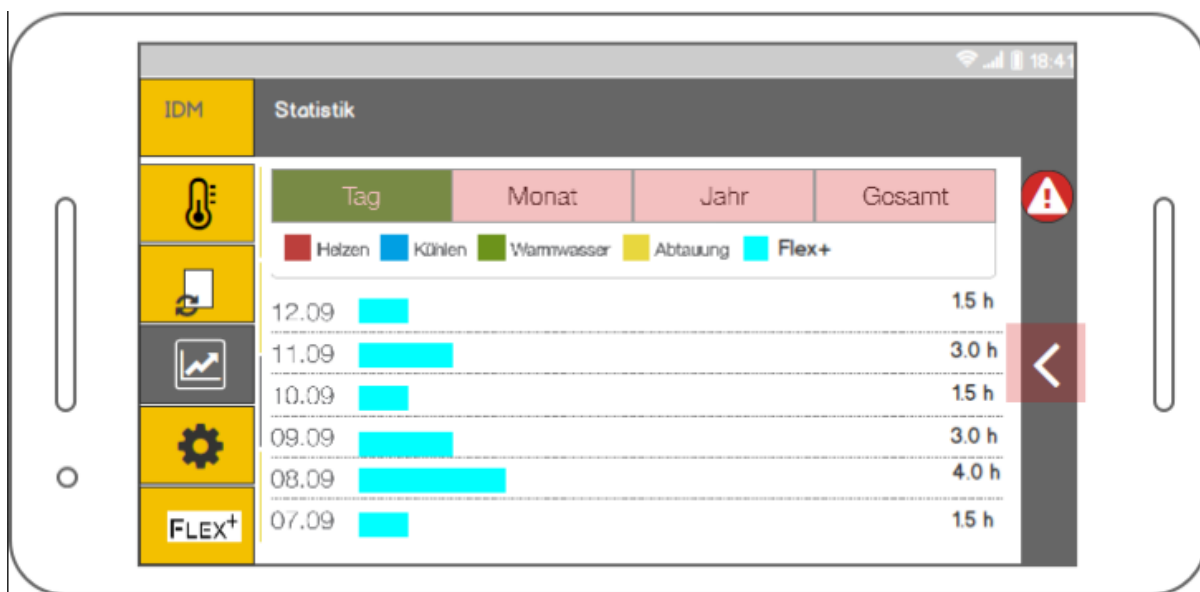


Abbildung 63 - Zweiter Vorschlag einer Flex+ Gesamtübersicht



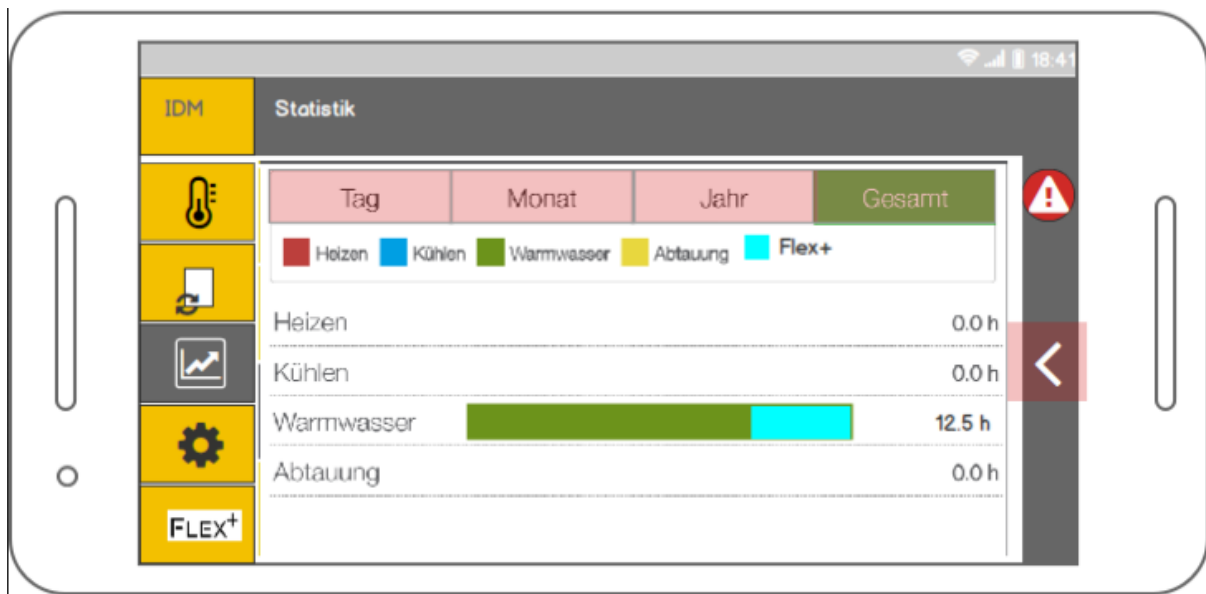
**Abbildung 64 - Vorschlag zum Einbau von Flex+ wertbezogenen Diagrammen in die Übersicht**

Ein weiterer Vorschlag bezog sich auf die vorhandenen Statistiken, die sich mit dem Energieverbrauch auseinandersetzen. Da der Stromverbrauch bei dieser Komponente durch Flex+ durchaus höher ausfallen kann, entstand die Idee, den zusätzlichen Verbrauch ebenfalls transparent bei den bisher bestehenden Statistiken einzufügen.



**Abbildung 65 - Erster Vorschlag zum Einbinden des Flex+ Verbrauchs in bestehende Statistiken**

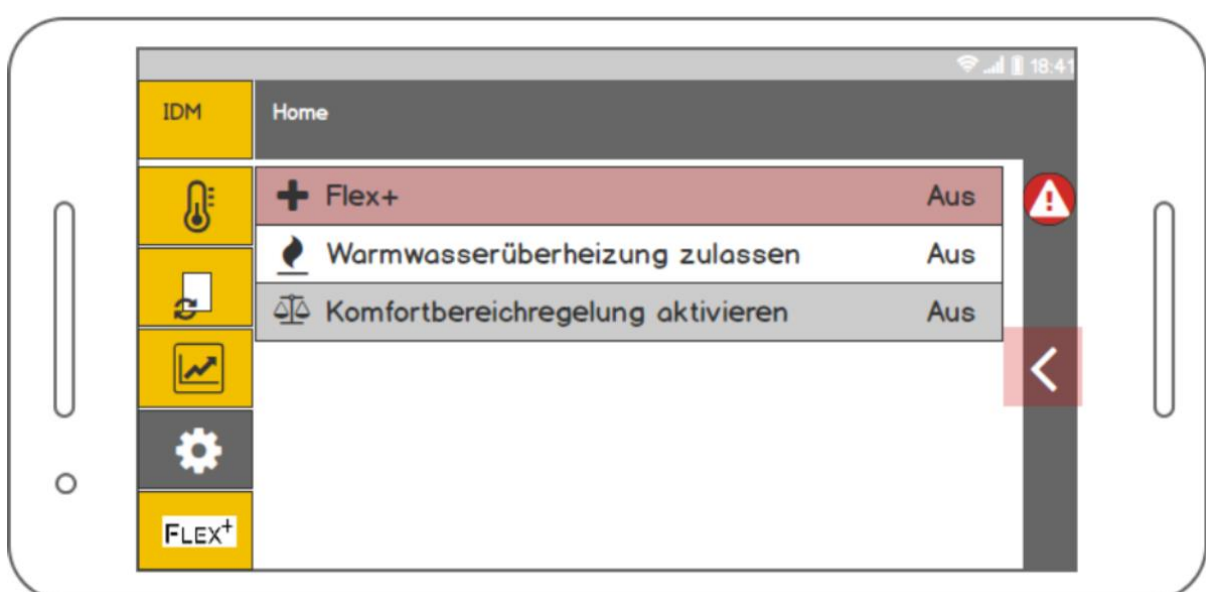




**Abbildung 66 - Erster Vorschlag zum Einbinden des Flex+ Verbrauchs in die Gesamtverbrauchsstatistik**

Diese Version des Prototyps wurde an iDM für weiteres Feedback übergeben. Aus den Rückmeldungen ergaben sich einige Verbesserungen und Ideen, die daraufhin wieder in die nächste Version des Prototyps eingeflossen sind.

So wurde etwa das Einstellungsmenü weiter überarbeitet. Sowie der Informationsgehalt rund um Flex+ und die Auswirkungen dieser Einstellung weiter herausgearbeitet.

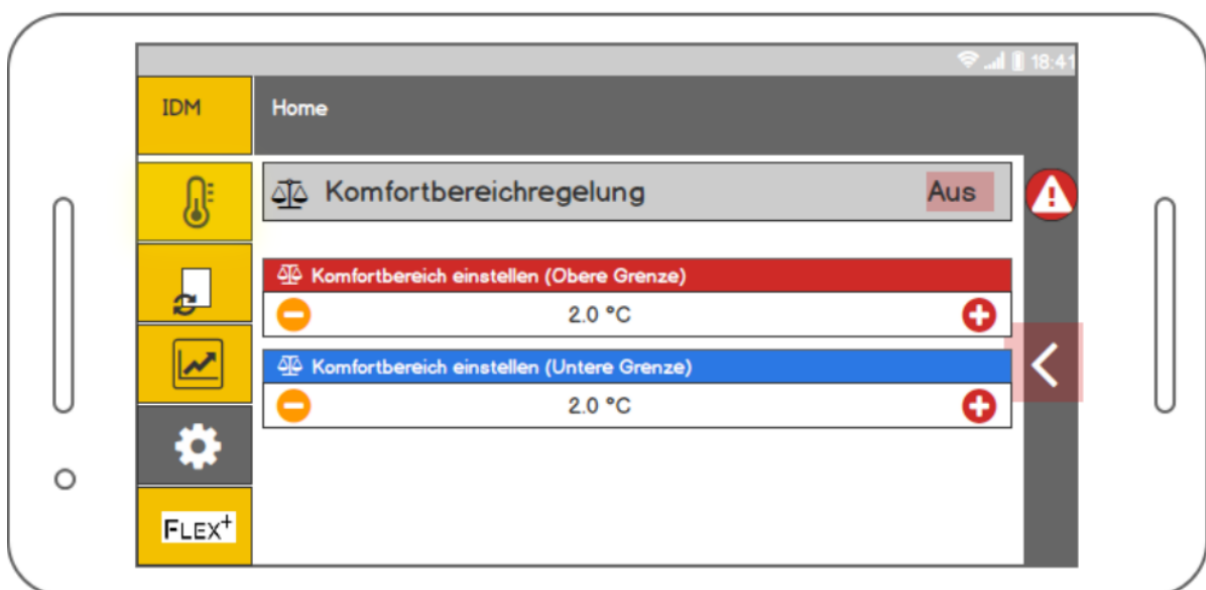


**Abbildung 67 - Komprimierung der Flex+ Einstellungsmöglichkeiten**



**Abbildung 68 - Vorschlag zur Einbindung von Flex+ Informationen**

Ebenfalls wurde die Komfortbereichsregelung ausgestaltet. Die obere und untere Grenze wurde farblich gekennzeichnet und können eingestellt werden.



**Abbildung 69 - Vorschlag zur Komfortbereichsregelung**

Nach diesen Änderungen und Neuerungen wurde die Version für das Konsortialmeeting fertiggestellt.

#### 4.5.2 Feedback erste Version

Wie bereits erwähnt gab es im Laufe der Entwicklung der ersten Version diverse interne Feedbackrunden und Abstimmungen mit iDM. Die daraus entstandene erste Version konnte bei einem gemeinsamen UI Workshop im Rahmen eines Konsortialmeetings betrachtet und weiterbearbeitet werden. Hierbei konnten die Kolleginnen und Kollegen von iDM Feedback zu den gestalteten Erweiterungen geben und weitere Vorschläge und Wünsche einbringen. Es wurde fixiert, dass das bestehende UI möglichst wenig verändert werden soll um die Trennung zwischen Kundinnen und Kunden, die Flex+ benutzen, und denen die Flex+ nicht benutzen so leicht wie möglich umsetzen zu können. So sollen die eingebrachten Änderungen in der Hauptapplikation reduziert werden und der Fokus auf die Erweiterung des Einstellungsmenüs und den zusätzlichen Flex+ Reiter im Hauptmenü gelegt werden. Im

Zuge der Weiterarbeit mit den Flex+ Statistiken wurde festgelegt, dass sich die Statistiken grob an der Erscheinungsform der bestehenden Statistiken orientieren sollen. Durch die Besonderheit, dass hier drei Werte (CO2 Emissionen, Ersparnis in Euro und Stromverbrauch in kWh) dargestellt werden sollen, wurden drei unterschiedliche weitere Vorschläge für die Sortierung der Liste erarbeitet. Weiterhin wurde davon Abstand genommen zusätzliche Diagramme in den Flex+ Statistik Bereich einzuführen. Die textuelle Darstellung wurde als ausreichend eingestuft.

Die so gewonnen Erkenntnisse aus dem Workshop bieten die Grundlage für die zweite Version.

#### 4.5.3 Zweite Version

Die zweite Version bietet im Wesentlichen wieder die bestehende Applikation mit den geplanten Änderungen im Einstellungsmenü und in der Weiterentwicklung der Flex+ Statistiken, die über den Flex+ Reiter im Hauptmenü aufrufbar sind. Da hier keine interne Entscheidung getroffen werden konnte, wurden drei verschiedene Darstellungsformen für die Statistiken in den Prototyp eingefügt, die bei den User Tests getestet werden sollten. Die Testpersonen sollten in weiterer Folge die Entscheidung treffen, welche Darstellung die höchste Gebrauchstauglichkeit vorweist.

IDM	Home	Tag	Monat	Jahr	Gesamt
FLEX+		01.19			+ 21,30 €
		02.19			+ 22,50 €
		.....			
		01.19			+ 1 kg CO2
		02.19			+ 0,5 kg CO2
		.....			
		01.19			+ 80 kWh
		02.19			+ 70 kWh

**Abbildung 70 - Vorschlag die verschiedenen Werte nacheinander anzuzeigen**

Als Alternativvorschlag dazu können auch alle drei Werte für, zum Beispiel, den ersten Tag des Monats angezeigt werden. Danach folgen die Werte für den zweiten Tag und so weiter.

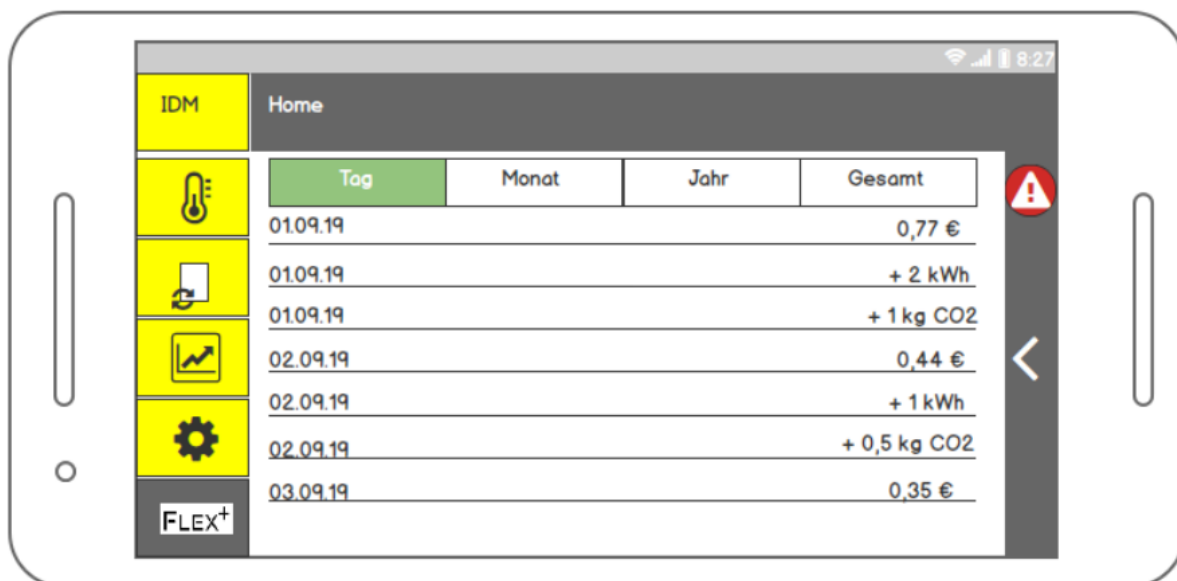


Abbildung 71 - Vorschlag die Werte pro Tag nacheinander anzuzeigen

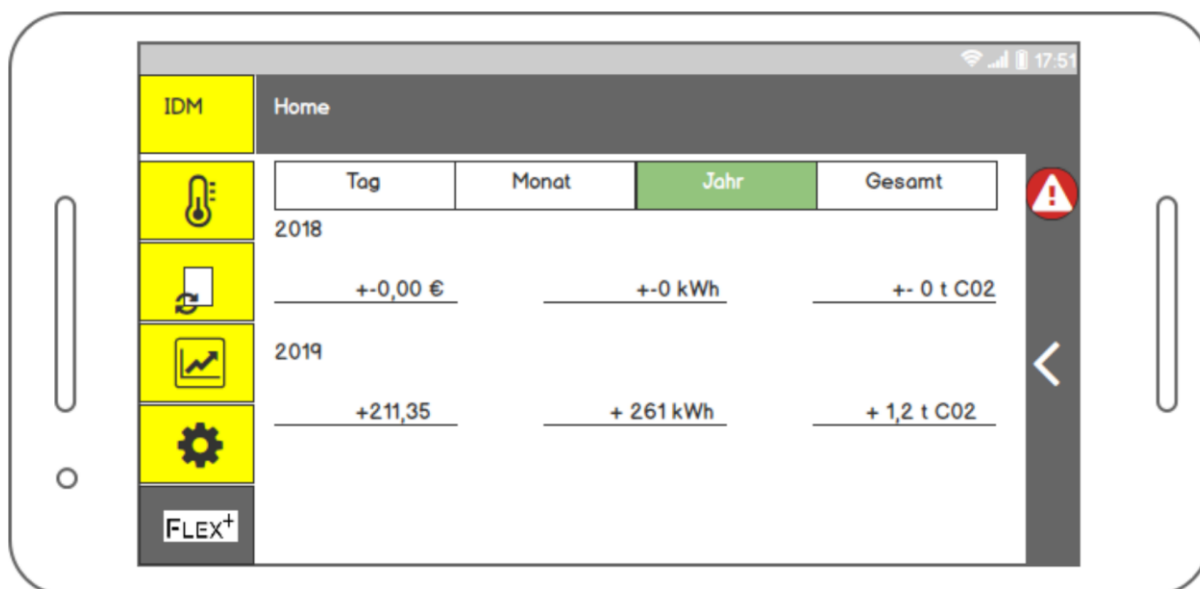


Abbildung 72 - Vorschlag die Werte in einer Zeile mit dem Datum zusammen zu fassen

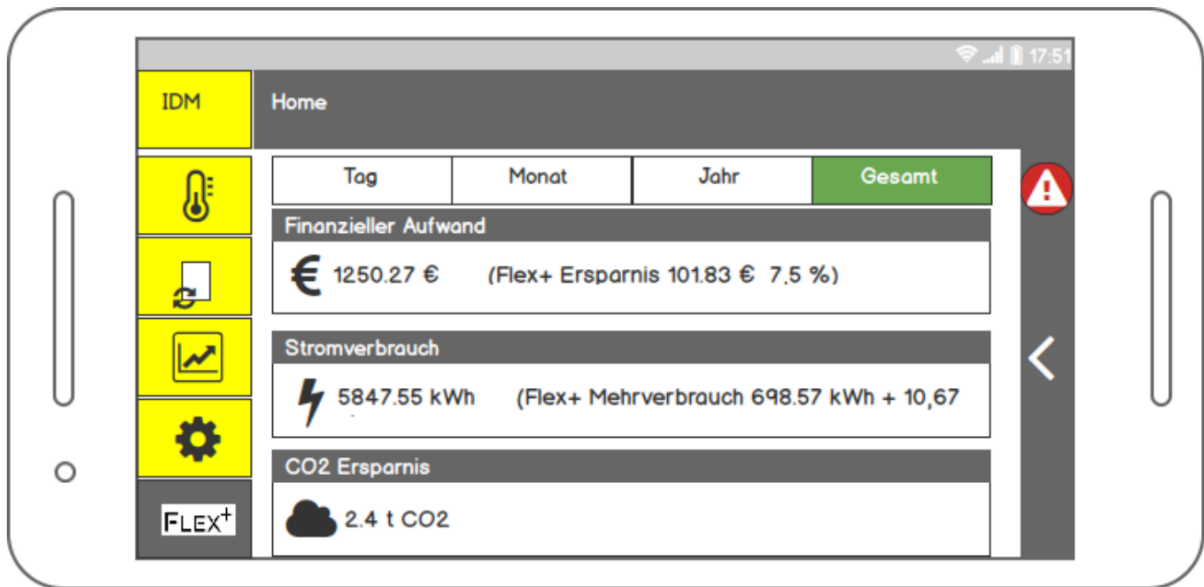


Abbildung 73 - Vorschlag für die Flex+ Statistik Gesamtübersicht

#### 4.5.4 Feedback zweite Version

Die Entwicklung der zweiten Version war wieder von mehreren internen Feedbackrunden begleitet und der Prototyp mit den vorher gezeigten Anzeigen wurde erneut an iDM für Feedback übergeben. Die Rückmeldung war dabei sehr positiv und es konnte mit einigen minimalen Änderungen beschlossen werden, dass der übermittelte Prototyp derjenige ist, der im User Test benutzt werden sollten.

#### 4.5.5 User Tests

Die User Tests fanden in der ersten Aprilhälfte 2020 mit sieben iDM Kunden statt. Diese sieben Testpersonen haben via Webkonferenz und Screensharing den Test absolviert. Die Tests dauerten in der Regel zwischen 45 und 60 Minuten. Gemessen wurden dabei die Metriken Time-on-Task, Failure Rate, Task Success und der SUS.

Getestet wurde jeweils ein prototypischer Nachbau der bestehenden App (Prototyp 1) und der weiterentwickelte Prototyp mit Flex+ Erweiterungen (Prototyp 2).

Im Rahmen des Tests wurden folgende Fragen und Aufgaben gestellt:

- Fragebogen zum Kennenlernen
  - Können Sie mir Details Ihrer Wärmepumpe verraten? Zum Beispiel Modell, Leistung, zusätzliche Module, etc.
  - Wer bedient ihre Wärmepumpe normalerweise?
  - Wie oft verändern Sie Einstellungen?
  - Wie viele Personen wohnen in ihrem Haushalt und kennen Sie ihren ungefähren Strombedarf?
  - Wie oft benutzen Sie die App? Welche Daten/Einstellungen sind für Sie besonders relevant?
- Test eines Prototyps und anschließend Beantwortung des SUS Fragebogens
- Wechsel des Prototyps und erneuter Test mit vergleichbaren Aufgaben und anschließende Beantwortung des SUS Fragebogens
- Abschließendes Interview mit offenen Fragen

- Halten Sie die Art der Eingliederung der neuen Punkte generell für eine gute Idee? Besonders die Einführung neuer Menüpunkte für Flex+.
- Haben Sie Bedenken bei der Umsetzung in der jetzigen Form?
- Haben Sie Änderungswünsche oder Verbesserungsvorschläge für den Prototyp?
- Welche Form der Datenanzeige gefällt Ihnen am Besten in den Flex+ Statistiken? Tag-, Monats- oder Jahresansicht?
- Haben Sie noch weitere Erfahrungsberichte, Wünsche oder Anregung bezüglich der bestehenden iDM App?

Die zu lösenden Aufgaben setzten sich wie folgt zusammen:

Task 1 – Statistik: Die Testperson wurde gebeten einen Statistikwert im Prototyp auszulesen und dem Moderator mitzuteilen.

Task 2 – Einstellung ändern: Die Testperson wurde dazu aufgefordert eine Einstellung im Prototyp zu verändern und den Moderator zu informieren, wenn die Aufgabe abgeschlossen ist.

Die beiden Aufgaben waren in den Prototypen vergleichbar, mussten jedoch auf anderen Bildschirmen gelöst werden. So beschäftigten sich die Aufgaben in Prototyp 2 mit Flex+ spezifischen Statistiken und Einstellungen und in Prototyp 1 handelte es sich um bereits bekannte Statistiken und bestehende Einstellungsmöglichkeiten.

Da die Prototypen sehr ähnlich sind, sind Carry-Over-Effekte zu befürchten. Auf der einen Seite gewöhnen sich die Testpersonen an das Testsetup auf der anderen Seite sind die Aufgaben in den Prototypen sehr ähnlich und so könnte sich das Lösen der Aufgabe in einem Prototyp auf die gemessenen Metriken beim zweiten Prototyp auswirken. Um diese Effekte zu minimieren wurde bei jedem Test zwischen den Prototypen alternierend ausgewählt. Insgesamt haben vier Personen mit Prototyp 1 gestartet und drei Personen mit Prototyp 2.

### *Charakteristik der Testpersonen*

Die Gruppe der Testpersonen war hinsichtlich der Verwendungsintensität heterogen. Die Teilnehmer haben ihre iDM Wärmepumpen zwischen einem halben und zwei Jahren in Betrieb und sind dadurch in verschiedenen Phasen des Kennenlernens und des Bedienens der Geräte. Zu bemerken und durchaus nachvollziehbar ist nach einer sehr intensiven „Kennenlernphase“ ein deutlicher Abstieg der Interaktionen mit der Wärmepumpensteuerung.

Es nahmen ausschließlich Männer am Test teil, allesamt in ihrer Rolle als „im Haushalt für die Steuerung der Wärmepumpe zuständig“ Die Testpersonen schätzten sich selbst als eher technikaffin ein.

Alle Testpersonen benutzen regelmäßig die iDM App von mind. einmal die Woche bis hin zu täglich. Die meisten Personen schauen alle 2-3 Tage einmal in die App.

Dabei ist vor allem das Außentemperatur Feature und die Laufzeit der Wärmepumpe interessant. Weiters wird auch die Wettervorhersage, Anzeige des Stromverbrauchs und der Wärmeleistung, das Warmwasserverhalten, die Leistung und der Direktnutzen von PV und Solar, der aktuelle Status der Wärmepumpe genutzt. Ebenfalls werden Monatsvergleiche der Leistungsdaten abgerufen und verglichen.

### *Vergleich der Ergebnisse der Prototypen*

Im Folgenden sollen kurz die Messergebnisse der beiden Prototypen dargestellt werden. Nach der Darlegung aller Werte, werden diese auch noch im Kontext zueinander besprochen und dargestellt, welchen Einfluss sie auf den abschließenden Prototypen hatten.

Wie in Tabelle 15 zu sehen, wurden die minimal benötigte Zeit, die maximal benötigte Zeit, die durchschnittliche Zeit sowie der Median der gemessenen Zeiten aufgelistet. Da sich die

teilweise sehr großen Ausreißer bei der maximalen Zeit befinden, liefert der Median eine bessere Grundlage für den Vergleich.

**Tabelle 15 - Testergebnisse der Time-on-Task in den iDM Prototypen**

	Task 1 – Statistik		Task 2 – Einstellung ändern	
	Prototyp 1	Prototyp 2	Prototyp 1	Prototyp 2
Min. Time (s)	10	15	6	43
Max. Time (s)	158	53	33	276
Average Time (s)	38	32,29	17,43	100,71
Median Time (s)	19	32	15	71

Tabelle 16 zeigt die Fehlerrate der Testpersonen bei den einzelnen Aufgaben in jedem Prototyp. Hierbei blieben pro Prototyp die Testpersonen bei einer Aufgabe fehlerfrei und die jeweils andere Aufgabe sorgte für Probleme. In Prototyp 1 führte Task 1 - Statistik dazu, dass drei von sieben Personen einen Teil der Aufgabenstellung nicht korrekt lösen konnten. In Prototyp 2 sorgte Task 2 – Einstellung ändern für mindestens einen Fehler bei fünf von sieben Testpersonen.

**Tabelle 16 - Testergebnisse der Failure Rate in den iDM Prototypen**

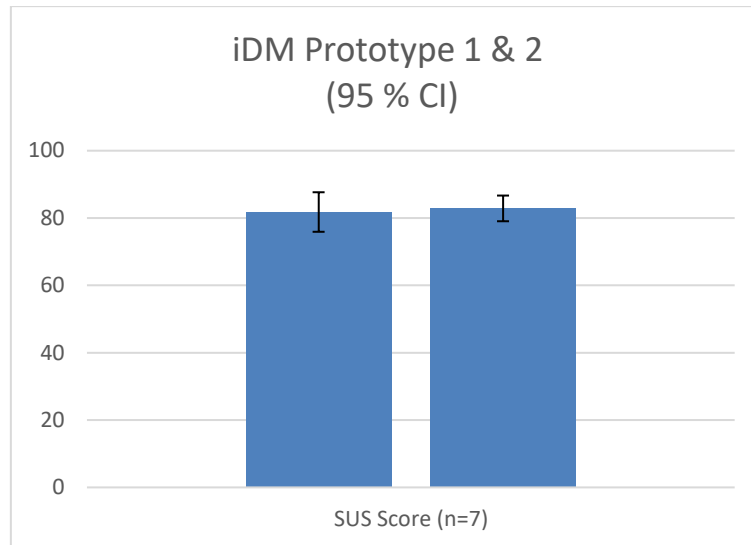
	Task 1 – Statistik		Task 2 – Einstellung ändern	
	Prototyp 1	Prototyp 2	Prototyp 1	Prototyp 2
Failure Rate (Personen)	3 von 7	0 von 7	0 von 7	5 von 7

Tabelle 17 zeigt den Overall Task Success für die gestellten Aufgaben in beiden Prototypen. Hier zeigt sich, dass es allen Testpersonen möglich war die Aufgaben erfolgreich zu lösen.

**Tabelle 17 - Testergebnisse des Task Success in den iDM Prototypen**

	Task 1 – Statistik		Task 2 – Einstellung ändern	
	Prototyp 1	Prototyp 2	Prototyp 1	Prototyp 2
Task Success (%)	100	100	100	100

In Abbildung 74 werden die beiden SUS Scores, die sich aus den Fragebögen und deren Auswertung ergeben, dargestellt. So erreichte Prototyp 1 im Durchschnitt einen SUS von 82 und Prototyp 2 einen SUS von 83. Bei einem Konfidenz Intervall von 95 % zeigt sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Prototypen. In Bezug auf Abbildung 52 kann der erreichte Punktwert zwischen „good“ und „Excellent“ eingestuft werden. Das bedeutet, dass beide Prototypen von den Testpersonen akzeptiert werden und einen hohen Reifegrad aufweisen (Quartile range 3rd and 4th).



**Abbildung 74 - Vergleich der SUS Scores der iDM Prototypen**

Durch die Einschätzung der Testpersonen mithilfe des SUS konnte gezeigt werden, dass sich die Usability im erweiterten Prototyp nur unwesentlich verändert hat. Ebenfalls war es allen Testpersonen möglich alle Aufgaben selbstständig und in der gesteckten Maximalzeit von fünf Minuten zu lösen. Die Abweichungen größten Unterschiede gab es in der Time-on-Task und der Fehlerrate.

Generell zeigt sich, dass die Testpersonen in Prototyp 2 mehr Zeit für die Lösung der Aufgaben benötigten. Bei Task 1 - Statistik zeigt der Median eine Abweichung 13 und bei Task 2 - Einstellung ändern von 56 Sekunden. In beiden Fällen beträgt die Abweichung unter einer Minute. Somit ist der Zeitunterschied zu vernachlässigen. Mit einer kurzen Analyse der Relevanz der Aufgaben lässt sich bestimmen ob noch große Änderungen am Prototyp, an diesen Stellen durchgeführt werden müssen.

Task 1 – Statistik beschäftigt sich mit einer Funktion, die laut den Testpersonen von diesen regelmäßig benutzt wird. Somit ist die Relevanz einer effizienten Bedienung hier sehr wichtig. Folgend aus der geringen zeitlichen Abweichung zwischen den Prototypen und dem zu erwartenden Lerneffekt bei wiederholter Betrachtung der neuen Statistiken ist keine weitere Überarbeitung notwendig.

Task 2 – Einstellung ändern beschäftigt sich dahingegen mit einer Einstellung, die im Idealfall nur einmal getroffen und danach nie wieder verändert wird. Durch die erträgliche zeitliche Abweichung und der niedrigen Relevanz für die tägliche Benutzung der Applikation wäre hier nicht unbedingt eine weitere Überarbeitung notwendig.

Die Fehlerrate in Prototyp 1 lässt sich auf ein vorschnelles Antworten der Testpersonen zurückführen. Diese haben oft aus dem falschen Diagramm abgelesen. Da an dieser Stelle zwei Diagramme übereinander dargestellt werden, konnten wir kein großes Verbesserungspotenzial ausmachen, da eine leicht andere Fragestellung hier wohl zu fehlerfreien Absolvierung der Aufgabe geführt hätte.

Anders jedoch bei Task 2 – Einstellung ändern in Prototyp 2. Diese Aufgabe war für alle Testpersonen schwieriger als die Vergleichsaufgabe in Prototyp 1. Zwar wurden neue Einstellungsmöglichkeiten und Vokabular für diese Aufgabe eingeführt, die für die Personen zu diesem Zeitpunkt noch unbekannt waren, doch zeigten sich bei der Durchführung der Tests auch Mängel in der Bedienbarkeit des hinzugefügten Einstellungsmenüs. Das Feedback und die Vorschläge der Testpersonen flossen daraufhin in den finalen Prototyp ein.

Nach Betrachtung der Testergebnisse und des Feedbacks der Testpersonen konnten die größten Schwachstellen von Prototyp 2 identifiziert und ein weiteres Mal überarbeitet werden.



#### 4.5.6 Finale Version

Durch das Feedback der Testpersonen wurde der getestete Prototyp ein letztes Mal an den notwendigen Stellen verbessert.

Um die hohe Fehlerrate und den großen Zeitaufwand für Task 2 – Einstellung ändern zu verbessern wurde im Einstellungsmenü für Flex+ eine Unterscheidung zwischen im Moment auswählbaren und nicht auswählbaren Einstellungen eingeführt. Das ist durch das „Ausgrauen“ von nicht auswählbaren Elementen umgesetzt worden, wie in Abbildung 75 zu sehen.



Abbildung 75 - Flex+ Einstellungen im finalen Prototyp

Ebenfalls wurde im Rahmen der Tests Feedback zu den verschiedenen Anzeigen der Flex+ Statistik gesammelt. Diese Anzeigen wurden wie in Kapitel 4.5.3 beschrieben auf mehrere Arten mit verschiedenen Gruppierungen umgesetzt, um im Rahmen der Usertests Feedback zu sammeln und dieses in den Prototypen einzuarbeiten.

Die Testpersonen haben sich einstimmig für die Anzeige in der Jahresübersicht entschieden, die sich durch die kompakte Darstellung des Datums mit den dazugehörigen Werten auszeichnet. Die Verbesserungsvorschläge zu dieser Ansicht waren allesamt sehr ähnlich. Es sollte eine fast tabellarische Ansicht geben, bei der die Datumswerte mit den dazugehörigen Flex+ Werten in einer Zeile angezeigt werden. Dieser Vorschlag wurde wie in Abbildung 76 zu sehen für den finalen Prototypen eingefügt.



Abbildung 76 - Flex+ Statistiken im finalen Prototyp

Ein weiteres Problem, das durch das Feedback zu den Statistiken offengelegt wurde, ist die Unklarheit der Vorzeichen der dargestellten Werte. Um diesem Problem zu begegnen wurde eine zusätzliche Informationsquelle wie in Abbildung 77 und Abbildung 78 zu sehen eingefügt. Durch diese können sich die Testpersonen immer über die dargestellten Statistikwerte informieren.

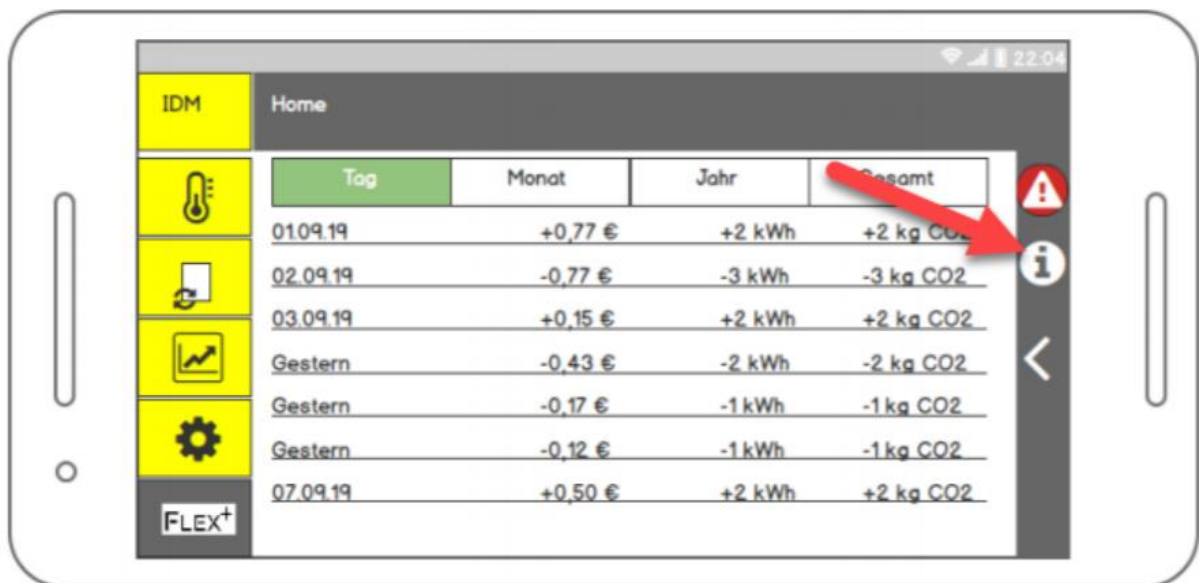


Abbildung 77 - Informationsbutton im finalen Prototyp



**Abbildung 78 - Informationstext zu den Flex+ Statistiken im finalen Prototyp**

Der finale Prototyp sowie eine Liste von weiteren Rückmeldungen der Testpersonen zur bestehenden Applikation wurden Ende April 2020 an iDM übermittelt.

## 4.6 Prototyp – Austria Email

Die nachfolgenden Versionsnummern zeigen, in welchem Stadium sich die nachfolgenden Abbildungen befinden.

Version 0 (V0): Diese Version beschreibt den ersten Entwurf, welcher noch als Handskizze vor ersten Firmengesprächen entstanden ist (August 2019).

Version 1 (V1): Diese Version wurde vor dem ersten Konsortialmeeting im September 2019 erstellt.

Version 2 (V2): Bei dieser Version wurde das UI anhand der Kommentare der Projektpartner weiterentwickelt. In weiterer Folge wurden mit Version zwei Usability Tests durchgeführt. Diese Usability Test haben im Oktober und November 2019 stattgefunden.

Version 3 (V3): Die Version drei stellt die Letztversion dieses Berichts dar (Dezember 2019).

Folgende Sequenzen durchläuft die Anwenderin / der Anwender, wenn er / sie einen Elektroboiler in die Flex+ Plattform einbindet:

1. Nach der Installation und dem Starten der Applikation gelangt der Anwender / die Anwenderin auf eine Willkommens- und Startseite auf der kurz erklärt wird, welchen Zweck und Nutzen die Flex+ Plattform hat.
2. Zu Beginn muss der Anwender / die Anwenderin auswählen, welchen Speicher er/sie in die Flex+ Plattform einbinden möchte. Dadurch können mithilfe einer Datenbank aller zur Verfügung stehenden Elektroboiler alle relevanten Daten, wie etwa Speicherinhalt und maximale elektrische Leistung hinterlegt werden. Des Weiteren kann ausgewählt werden ob eine automatische Legionellen Schutzschaltung gewünscht wird.
3. Anschließend wird die zweiwöchige Anlernphase durchgeführt, in der das Warmwasser-Verbrauchsverhalten des Anwenders / der Anwenderin analysiert wird. In dieser Zeit wird ein vereinfachter Home-Bildschirm angezeigt, in dem der Anwender / die Anwenderin Informationen zum derzeitigen Energieinhalt des Elektroboilers und zur verbleibenden Dauer der Anlernphase bekommt sowie ein manuelles Extra-Aufheizen des Boilers durchführen kann.
4. Nach Beendigung der Anlernphase bekommt der Anwender / die Anwenderin eine Übersicht über das ermittelte Verbrauchsverhalten und er/sie kann bei Bedarf die Zeitpunkte adaptieren. Des Weiteren wird der gewünschte Flex+ Beitrag bzw. die gewünschte Komfortstufe abgefragt. Dabei kann zwischen drei Stufen (Mini, Midi, Maxi), die sich in der im Speicher mindestens vorgehaltenen Warmwassermenge und dadurch auch in den Flex+ Einsparungen unterscheiden, gewählt werden.
5. Nach Abschluss der Anlernphase und den darauffolgenden Einstellungen gelangt der Anwender / die Anwenderin auf den Home-Bildschirm der Applikation. Auf diesem ist, genauso wie in der Anlernphase, der derzeitige Zustand des Speichers sowie die Funktion des Extra-Ladens ersichtlich. Außerdem wird die Flex+ Einsparungen im letzten Monat und ein Urlaubs-Button angezeigt. Im Menü kann der Anwender / die Anwenderin den Zeitplan adaptieren, die aufgezeichneten Daten abrufen und Einstellungen ändern.

In den folgenden Unterkapiteln wird erklärt, wie und warum sich bestimmte Abschnitte während der Prototypen-Entwicklung verändert haben. Außerdem wird der erste Entwurf mit den einzelnen Funktionen erörtert.

#### 4.6.1 Erster Entwurf

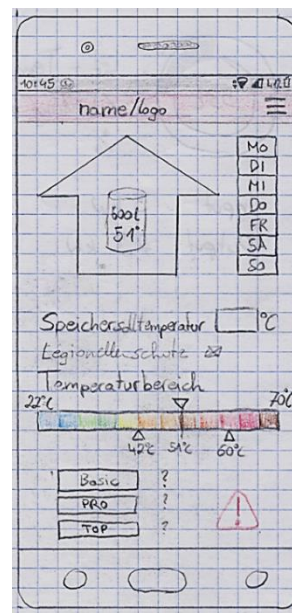
In Abbildung 79 und Abbildung 80 ist der Erstentwurf dargestellt. Diese dienen als Grundlage für alle weiteren Prototypen. Dabei ist vor allem eine Recherche zu vielen verschiedenen Installateur Applikation beziehungsweise Speicherherstellern voraus gegangen. Hier sind bereits Punkte, wie

- der Ladestand des Speichers,
- die Komfortstufe und
- die Legionellenschutzschaltung

welche auch in den späteren Prototypen verwendet werden, zu erkennen.



**Abbildung 79 - Home-Bildschirm Austria Email V0**



**Abbildung 80 - Konfiguration Austria Email V0**

#### 4.6.2 Entwicklung der Konfiguration

Zu Beginn der des Austria Email Prototypen wurden zur Konfiguration des Elektroboilers Dropdown-Listen verwendet, um den gewünschten Elektroboiler auszuwählen (siehe Abbildung 81). Bereits nach dem Konsortialmeeting im Oktober hat Austria Email ein anderes Konzept zur Zuordnung des Speichers vorgeschlagen. Dabei wird es ermöglicht, mithilfe einer Kunden ID und einem QR-Code auf der Vorderseite des Boilers, den gewünschten Speicher auszuwählen. Anhand dieses Vorgehens ist die fälschliche Eingabe von wichtigen Speicherdaten unterbunden, wobei der Nutzer gleichzeitig eine einfachere Auswahl durchläuft, wie in Abbildung 82 ersichtlich.

Im Zuge der Projekt-Weiterentwicklung wird einerseits, das Feld „im Haushalt lebende Personen“ entfernt, da diese Information für die Speicherkonfiguration irrelevant ist (siehe Abbildung 81). Andererseits wird die Darstellung des Speichers vergrößert und samt Daten auf einen extra Screen verschoben, sodass der Bildschirm nicht überladen und textlastig wird, wie in Abbildung 83 dargestellt.

### Speicherauswahl


Wählen Sie den Typen aus  
 Hängespeicher  
 Standspeicher  
 (Pufferspeicher)

Wählen Sie den Typen aus  
 Hängespeicher 1  
 Hängespeicher 2

Speichervolumen:  
 150 Liter  
 200 Liter

im Haushalt lebende Personen: 3

Bezeichnung: Hängespeicher 1



Speicherinhalt: 200 Liter  
 max. Energieinhalt: 6 kWh  
 elektr. Anschlussleistung: 4 kW


Weiter


### Speicher konfigurieren

Kunden ID:  

Franz1234

QR-Code auf der Rückseite des  
Speichers scannen






Weiter

### Speicher konfigurieren

Objekt-Hängespeicher EHT 150



Speicherinhalt: 150 Liter  
 Heizleistung: 3,3 kW

☒ automatische Legionellen-  
 schutzschaltung

Weiter

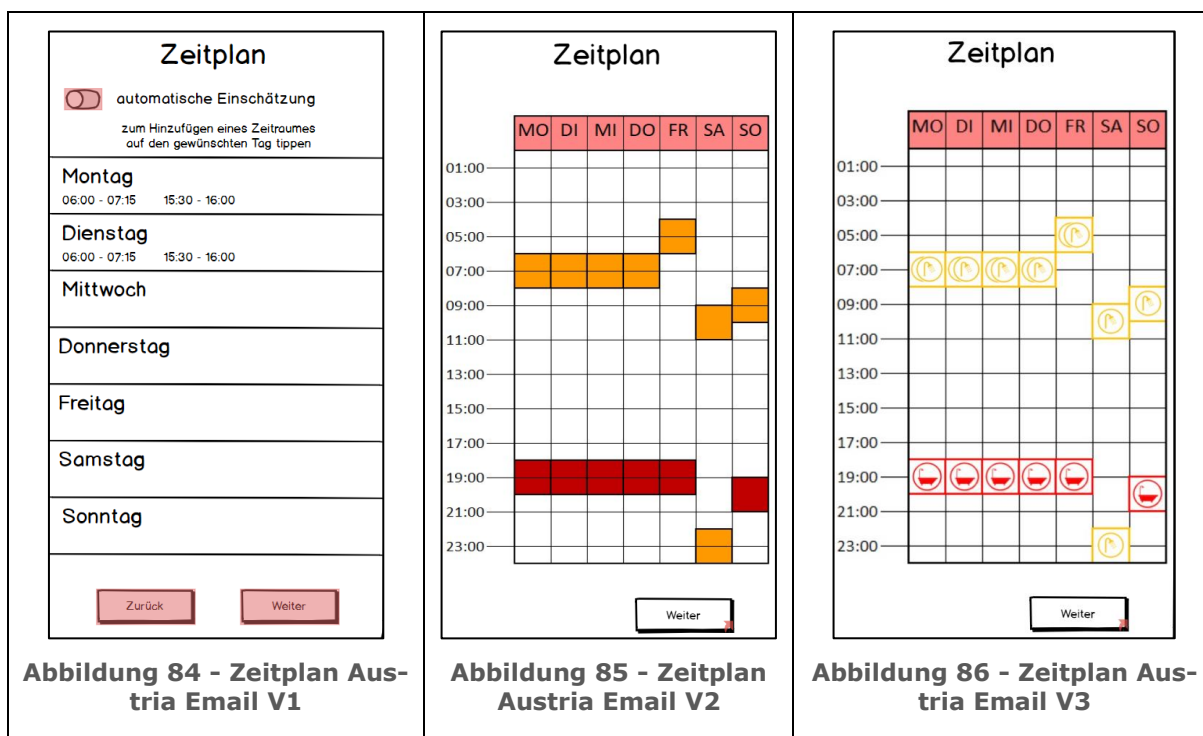
**Abbildung 81 - Konfigura-  
tion Austria Email V1**

**Abbildung 82 - Konfigura-  
tion Austria Email V2**

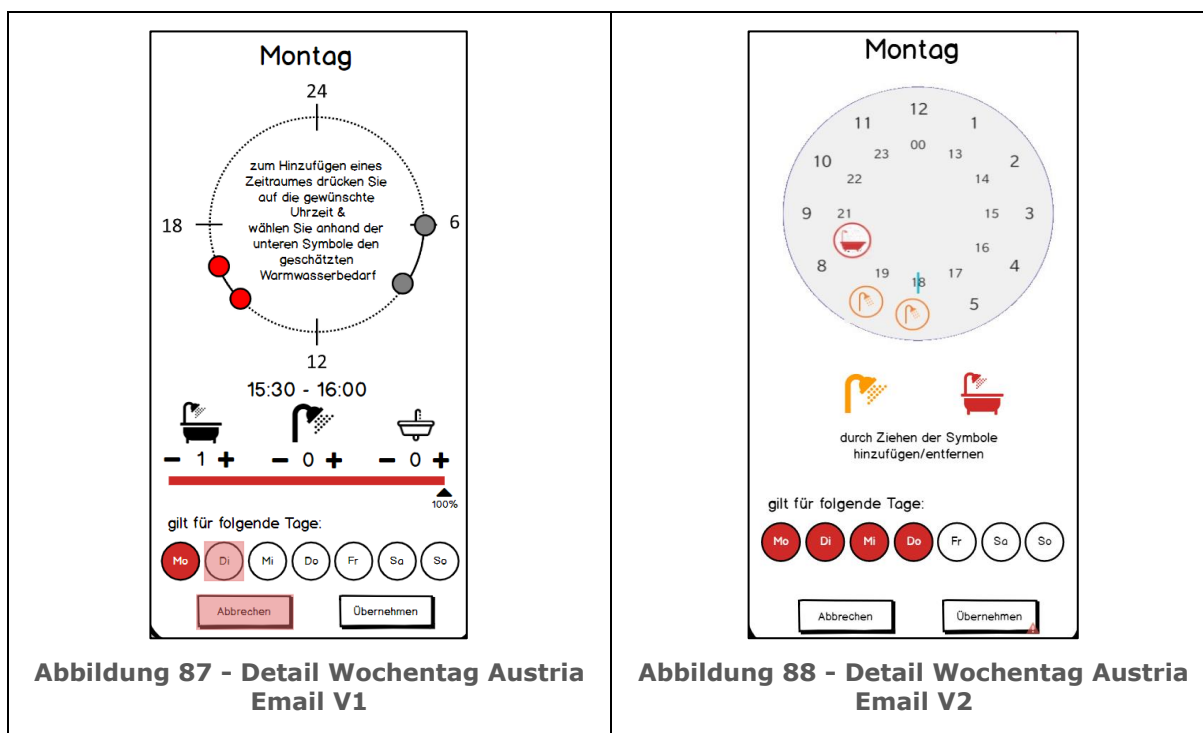
**Abbildung 83 - Konfigura-  
tion Übersicht Austria  
Email V2**

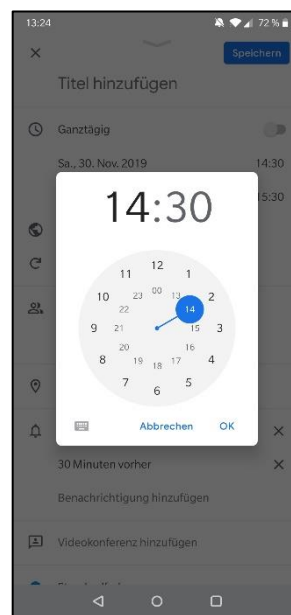
#### 4.6.3 Entwicklung der Warmwasserzapfungs-Übersicht

Die Übersicht der Warmwasserzapfungen war zu Beginn des Prototypens ebenfalls textlastig, wie in Abbildung 84 dargestellt, weshalb der Zeitplan ebenfalls grundlegend überarbeitet worden ist. Auf Basis des Google-Kalenders (siehe Abbildung 89) wurde eine graphische Wochenübersicht überarbeitet. In Abbildung 85 ist die erste Änderungsschritt dargestellt. Dabei ist bereits das Kalenderformat ersichtlich. In weiterer Folge sind jedoch die Termingrößen (-Einheiten) problematisch zu erklären. Dabei hat die Größe der einzelnen Warmwasserzapfungen keine Aussagekraft. Deshalb wird in Version drei (siehe Abbildung 86) ein überlagertes Symbol (Dusche oder Badewanne) für mehrere Zapfungen zum selben Zeitpunkt verwendet. Damit ist auch die Anzahl der ermittelten Duschen/Badewannen erkennbar. Diese Symbole werden bei einer Anzahl größer eins, ähnlich wie ein Münzstapel hintereinander gereiht.



In der Detailplanung pro Wochentag besteht das anfängliche Konzept aus einer 24h-Uhr, wie in Abbildung 87 dargestellt. Dabei werden die Zeiten durch Ziehen hinzugefügt und adaptiert. Beim markierten Zeitbereich können die Anzahl beziehungsweise die Art der Warmwasserzapfungen zu- beziehungsweise abgewählt werden. Im überarbeiteten Konzept, siehe Abbildung 88, wurde die Handhabung an die Zeitauswahl des Google Kalenders (Abbildung 90) angelehnt. Dabei wird durch Ziehen des Dusch- beziehungsweise Bade- wannen-Symbols in die zweistufige Uhr der Zeitpunkt der Warmwasserzapfung definiert.







#### 4.6.4 Entwicklung des Home-Bildschirmes in der Anlernphase

In der finalen Version drei des Home-Bildschirmes der Anlernphase sind folgende Informationen und Funktionen ersichtlich, wie in Abbildung 92 ersichtlich:

- Die derzeitige Beladung des Elektroboilers in Form des Duschkopfes, welche an das bestehende Design des Austria Email „Smart-Control-Speichers ECO CLEVER“ angelehnt ist
- zwei Extraaufheizen-Buttons und
- die Information zur Anlernphase.

In Abbildung 91 ist die vorherige Version zwei dargestellt. Im Vergleich dazu wurde das Duschkopfsymbol grafisch ansprechender gestaltet und die aktuelle Speichertemperatur entfernt. Dieser Wert konnte von den Benutzerinnen und Benutzern nicht interpretiert und somit auch nicht verarbeitet werden, wie sich in den Usability Tests herausstellte. Des Weiteren wird eine kurze Statusmeldung über die Anlernphase ergänzt, damit der Bildschirm besser zuordenbar ist.

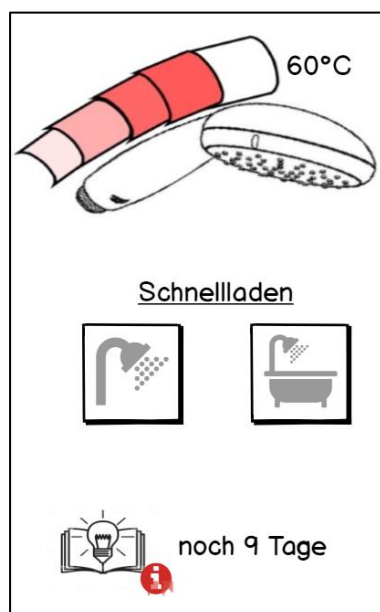


Abbildung 91 - Anlernphase Home Austria Email V2

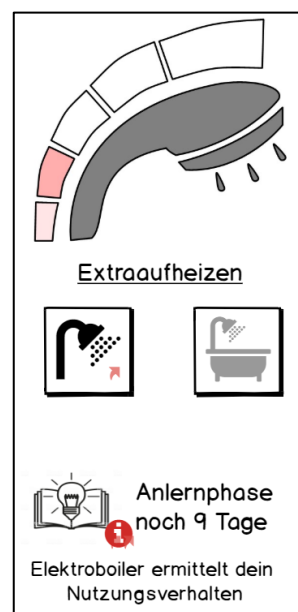


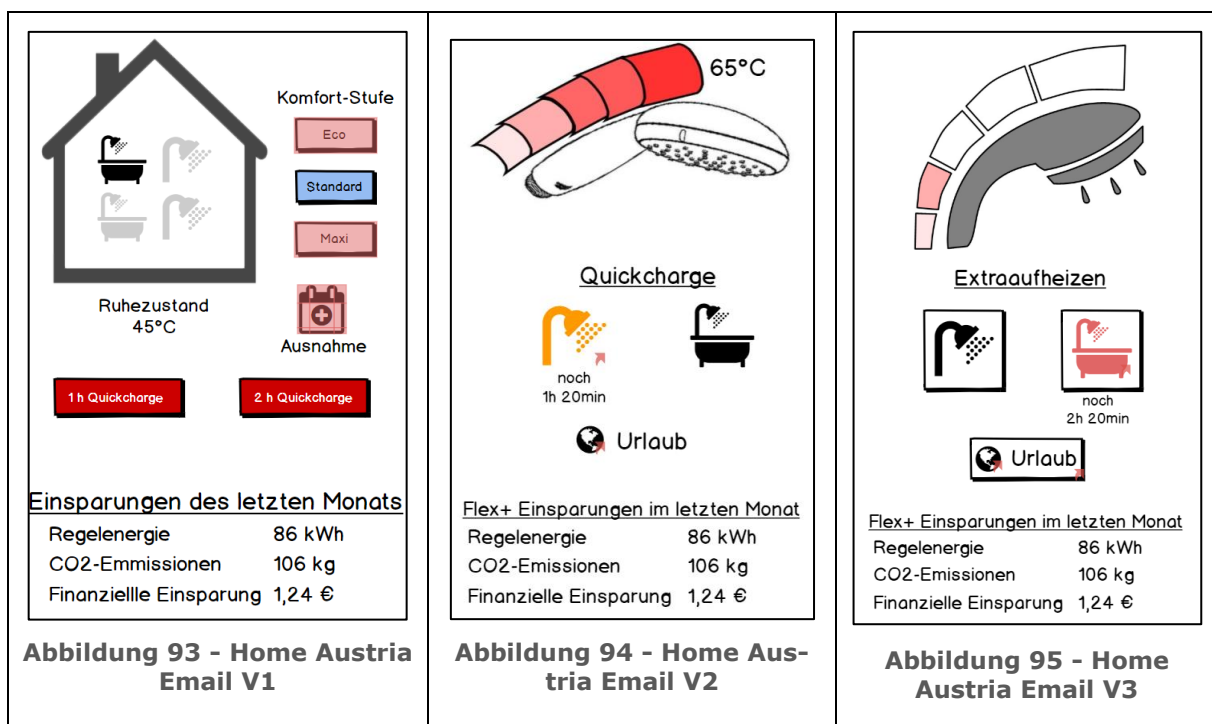
Abbildung 92 - Anlernphase Home Austria Email V3

#### 4.6.5 Entwicklung des Home-Bildschirmes

Auf dem eigentlichen Home-Bildschirm gab es im Vergleich zur ersten Version des Prototypens die wesentlichsten Veränderungen. Abbildung 93 bis Abbildung 95 zeigt hier den Verlauf der einzelnen Versionen von eins bis drei.

In Version eins (siehe Abbildung 93) ist die Oberfläche des UI überladen. Hierbei hat der Projektpartner im Rahmen des Konsortialmeetings ein paar Verbesserungsvorschläge.

Im ersten Schritt werden die Komfortstufen-Auswahl ins Menü verschoben und das Extraaufheizen in der finalen Version als Symbol dargestellt. Außerdem wird der derzeitige Speicherzustand komplett überarbeitet, da dieser zu Beginn nicht eindeutig zu verstehen war. Der Zustand wird deckungsgleich an das bestehende Design in der Anlernphase angelehnt. Im Vergleich zum Home-Bildschirm in der Anlernphase (siehe Abbildung 92) sind ein Urlaubsbutton sowie die Informationen am unteren Bildschirmrand zu den Einsparungen im letzten Monat ersichtlich.



#### 4.6.6 Weitere Funktionen

In der Endversion drei werden zusätzlich zu den bereits beschriebenen Screens noch folgende weitere Funktionen ermöglicht. Diese Funktionen sind nachfolgend beschrieben:

##### *Menü, Abbildung 96*

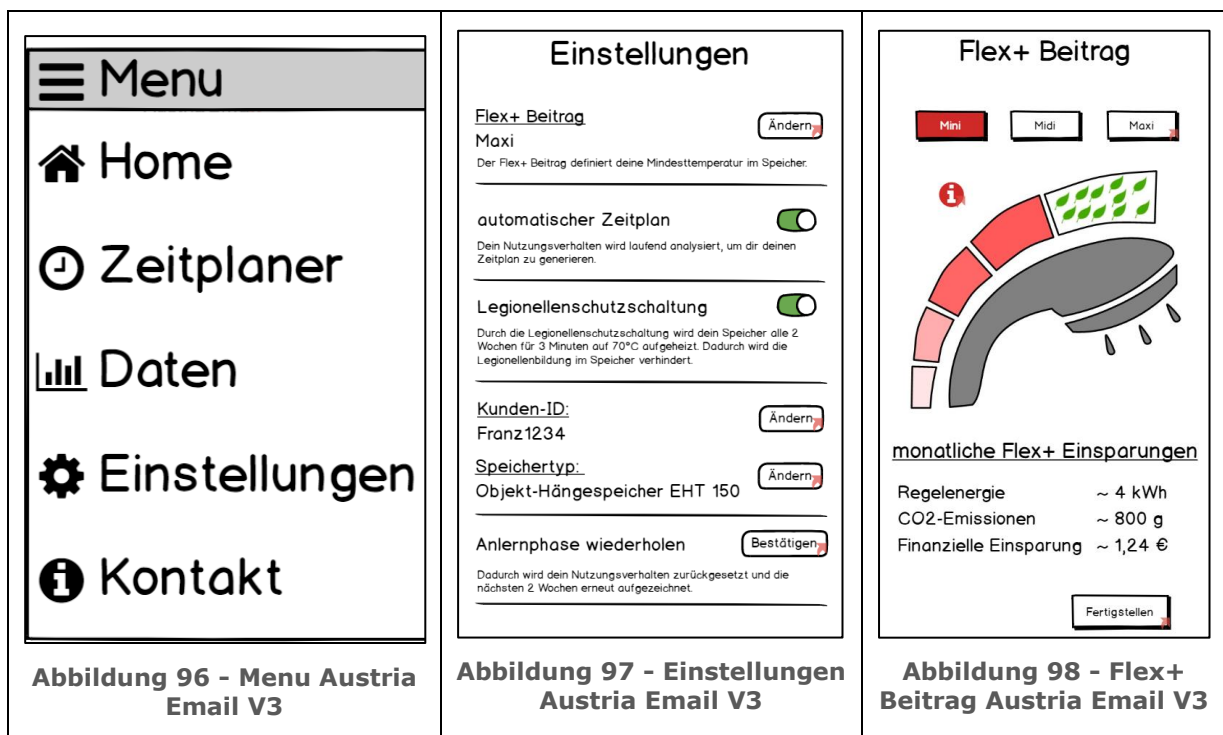
Im Menü kann die Nutzerin / der Nutzer bereits getätigte Eingaben, wie etwa den Zeitplan adaptieren und sie / er hat außerdem die Möglichkeit historische Daten anzuzeigen beziehungsweise zu visualisieren.

##### *Einstellungen, Abbildung 97*

Im Menüpunkt Einstellungen sind Änderungen, beispielsweise die Auswahl des Flex+ Beitrages oder das Ein- und Ausschalten der Legionellen-Schutzschaltung, möglich.

##### *Flex+ Stufe, Abbildung 98*

Die Wahl der Flex+ Stufe erfolgt nach der Anlernphase und hat Einfluss darauf wie viel Volumen des Elektroboilers zur Lastverschiebungen verwendet werden darf. Die Nutzerin / der Nutzer kann dabei zwischen den Stufen Mini, Midi und Maxi wählen. Die Wahl der Stufe hat dabei Einfluss auf die Flex+ Einsparungen und kann nachträglich in den Einstellungen geändert werden.



#### 4.6.7 User Tests

Zusätzlich zu internen Iterationen und Feedbackrunden wurden auch abschließende Usability Tests mit externen Testpersonen unter der Leitung des Usability Labors der FHTW durchgeführt. Hierbei wurde jeweils die zweite (überarbeitete) Version des Prototyps im Rahmen eines moderierten Usability Tests überprüft. Der Testablauf im Detail:

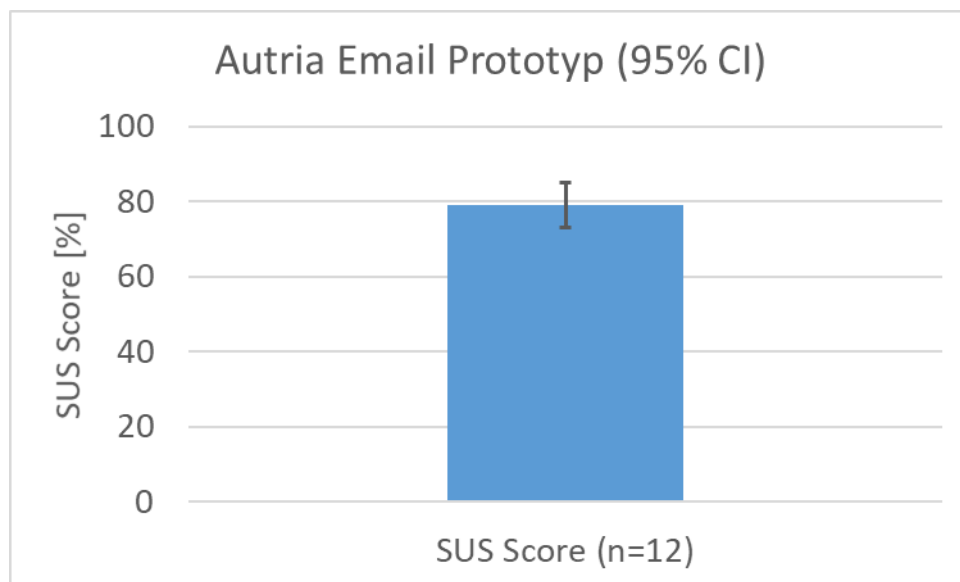
- Fragebogen zum Kennenlernen
  - Wie wohnen Sie? (Haus, Wohnung)
  - Haushaltsgröße? (1, 2, 3, 4, 5)
  - Wie heizen Sie?
    - Details zum WW-Elektrospeicher

- Marke
- Fassungsvermögen
- Alter (ca.)
- Besonderheiten (Gibt es Engpässe beim Warmwasser?)
  - Kennen Sie Ihre WW-Kosten / Ihren Verbrauch?
- Durchspielen eines kompletten Konfigurations-Szenario (Thinking Aloud und Begleitung durch Test-Moderation)
- Offenes Abschluss-Interview
- Standard Usability-Fragebogen (SUS)

Für Austria Email fand das Usability Testing in Knittelfeld am 29.10.2019 statt. Hier wurde der erstellte Prototyp durch insgesamt 12 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Firma Austria Email getestet.

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter waren an der Entwicklung des UI nicht beteiligt und demnach „unbeeinflusst“, sodass auch erste Eindrücke in die Beurteilung mitaufgenommen werden konnten.

In Abbildung 99 ist ein Ergebnis (SUS Score) der Test mit der Prototypenversion zwei ersichtlich. Hier ist erkennbar, dass der Prototyp ein Testergebnis zwischen „GOOD“ und „EXCELLENT“ erreicht hat. Das bedeutet, dass der Prototyp schon gut vorstellbar ist und akzeptiert wird. Gleichzeitig befindet sich der Prototyp in einer Projektphase vor der Vollendung (Quartile Range 3rd and 4th).



**Abbildung 99 - SUS Score Austria Email**

Die Erkenntnisse der User Tests wurden in weiterer Folge in der Version der des Prototyps entsprechend berücksichtigt.

## 4.7 Prototyp – Kreisel

Folgende Sequenzen durchläuft die Anwenderin / der Anwender, wenn sie / er ihre /' seine Elektroauto-Ladesäule in die Flex+ Plattform einbindet:

1. Nach der Installation und dem Starten der Applikation gelangt die Anwenderin / der Anwender auf eine Willkommens- und Startseite auf der kurz erklärt wird, welchen Zweck und Nutzen die Flex+ Plattform hat.
2. Zu Beginn muss der die Anwenderin / der Anwender auswählen, welches Auto sie / er in Kombination mit der Ladesäule in die Flex+ Plattform einbinden möchte. Dadurch werden, mithilfe einer Datenbank aller zur Verfügung stehenden Elektroautos, alle relevanten Daten, wie etwa Akkukapazität und maximale Ladeleistung hinterlegt. Des Weiteren wird, jener Ladezustand gewählt, worauf während der Anlernphase geladen wird.
3. Anschließend wird die zweiwöchige Anlernphase durchgeführt, wobei das Mobilitäts-Verhalten der Anwenderinnen und Anwender analysiert wird. In dieser Zeit wird ein vereinfachter Home-Bildschirm angezeigt. Dabei sind Informationen zum derzeitigen Ladezustand des Elektroautos und zur verbleibenden Dauer der Anlernphase ersichtlich. Sollte während der Anlernphase auch ein höherer Ladezustand notwendig sein, kann per Sofortlade-Button auf 100 % der Akkukapazität geladen werden. Des Weiteren sind die momentane Reichweite des Kraftfahrzeuges und der Endzeitpunkt des vollendeten Ladezeitpunkts (auf den eingestellten Ladezustand) ersichtlich.
4. Nach der Anlernphase wird eine Übersicht über das ermittelte Mobilitätsverhalten dargestellt. Dieses Mobilitätsverhalten ist in Form eines Zeitplanes dargestellt. Je nach Bedarf kann der Zeitraum der Abwesenheit adaptiert und beziehungsweise oder der Ladezustand adaptiert werden. Des Weiteren wird der gewünschte Flex+ Beitrag beziehungsweise die gewünschte Mindestreserve abgefragt. Dabei wird zwischen drei Stufen (Mini, Midi, Maxi) unterschieden. Diese Stufen definieren die Mindestreserve des Speichers, auf welche sofort nach Ankunft geladen wird. Je geringer die Mindestreserve desto höher das Potential für Flex+ Einsparungen.
5. Nach Überprüfung der ermittelten Daten und dem Abschluss der vorher beschriebenen Konfiguration folgt der Home-Bildschirm des UI. Dieser ist an jenen Bildschirm der Anlernphase angelehnt. Zusätzlich zum Ladezustand des Elektroautos sowie die Funktion des Sofortladens (60 %, 80 %, 100 %) sind Textbausteine und Symbolbausteine ersichtlich.  
Zum Beispiel, wie viel Prozent der Akkukapazität sofort geladen werden, um die Mindestreserve zu erreichen und bis wann die verbleibenden Prozente geladen werden. Gleichzeitig wird angezeigt zu welchem Zeitpunkt die nächste Ausfahrt laut Zeitplan stattfindet. Im Menü kann der Zeitplan adaptiert, die aufgezeichneten Daten abgerufen und Einstellungen geändert werden.

In den folgenden Unterkapiteln wird erklärt wie und warum sich bestimmte Abschnitte während der Prototypen-Entwicklung verändert haben.

#### 4.7.1 Erster Entwurf

Abbildung 100 und Abbildung 101 zeigen den ersten Entwurf des UI. Dabei wurden vorrangig Darstellungsoptionen evaluiert und erste Einstellungsmerkmale implementiert. Dadurch wird ein erster Überblick bezüglich der Anordnung der einzelnen Bereiche ermöglicht.

In Abbildung 100 ist zum Beispiel der Ladestand und die Restreichweite ersichtlich beziehungsweise in Abbildung 101 eine vereinfachte Darstellung eines Zeitplans. Diese Handskizzen sind die Grundlage für die folgende Digitalisierung des Projekts.

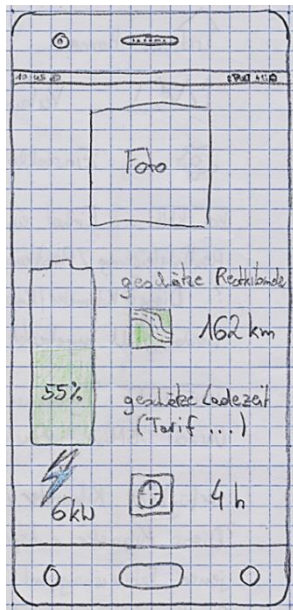


Abbildung 100 - Home-Bildschirm Kreisel V0

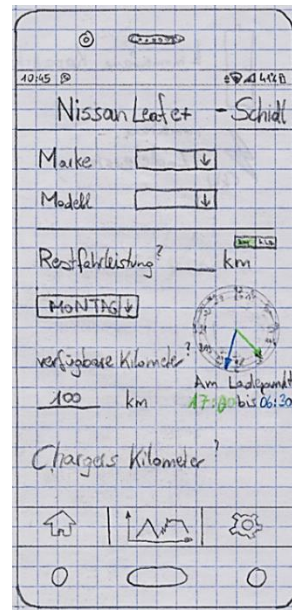


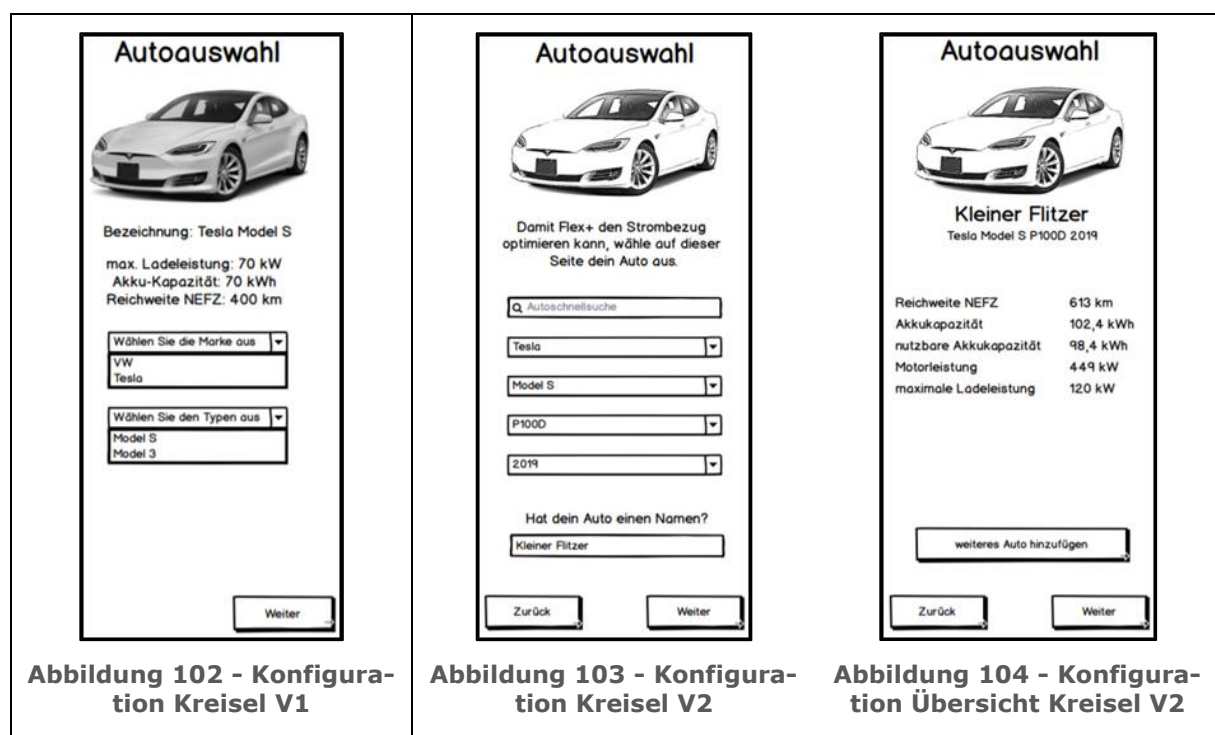
Abbildung 101 - Konfiguration Kreisel V0

#### 4.7.2 Entwicklung der Konfiguration

Die Entwicklung der Fahrzeugkonfiguration unterscheidet sich maßgeblich in den Versionen eins und zwei.

In Version eins (siehe Abbildung 102) ist die Auswahl anhand eines geöffneten Drop-Down Menü verwirklicht. Das führt jedoch bei mehreren Marken und Modellen zu Übersichtsproblemen, weshalb in den darauffolgenden Versionen ein geschlossenes Drop-Down Menü verwendet wird. Zusätzlich ermöglicht eine Suchfunktion vereinfachtes Finden eines Fahrzeugs. Außerdem kann ab Version zwei (siehe Abbildung 103) das eigene Fahrzeug mit einem Namen versehen werden. Dadurch wird die Applikation personenbezogener gestaltet.

Der Bildschirm, laut Abbildung 104, zeigt einen Datenüberblick zum aktuell gewählten Fahrzeug. Diese Daten können durch eigen Erfahrungswerte ersetzt werden. Damit liegt bei der Berechnung der Reichweite und des SOC's eine geringere Abweichung zum Realfahrverhalten vor.

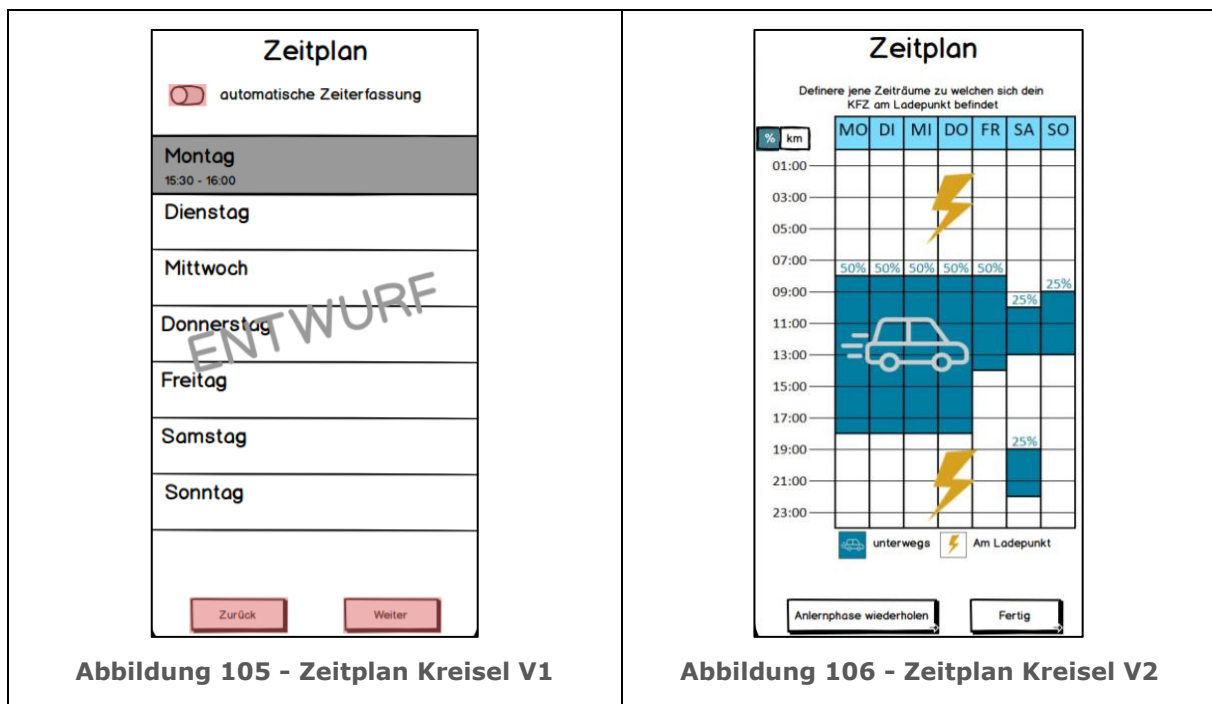


### 4.7.3 Entwicklung des Zeitplaners

Die erste Version des Zeitplans des Kreisel UI ist deckungsgleich zur ersten Version von Austria Email, wie in Abbildung 105 ersichtlich. Hierbei müssen jedoch keine Zeitpunkte angegeben werden, sondern Zeitbereiche, an denen sich das Fahrzeug nicht am Ladepunkt befindet. In der Endversion drei hat sich der Zeitplan, laut Abbildung 106, noch der Text über dem Kalender geändert. „Definiere jene Zeiträume, zu welchen du unterwegs bist.“, lautet die neue Textphrase

Ab Version zwei wird auch auf eine Wochenliste zurückgegriffen, welche dem Google Kalender nachempfunden ist. Dieser bietet sowohl eine verbesserte Übersicht als auch eine vereinfachte (und bei Userinnen und Usern bekannte) Bedienung. Version zwei bietet auch mehrere visuelle und darstellbare Vorteile. So kann zum Beispiel die Mindestreichweite vor Beginn der Abfahrt entweder in Kilometer oder in Prozent der Akkukapazität angegeben werden. In dieser Version ist der Ladebereich mit einem Blitz und der Zeitbereich, zu welchen sich das KFZ nicht an der Ladesäule befindet, mit einem Auto gekennzeichnet. Per Klick auf den jeweiligen Tag kann der Termin verändert werden.

Weiters wurde auch die in der Vorgängerversion erwähnte „automatische Zeiterfassung“ in die Einstellungen verschoben. Zusätzlich kamen Features hinzu, wie das Wiederholen der Anlernphase direkt über den Kalender.





Sowohl in Version eins als auch Version zwei können Termine in einer separaten Ansicht verwaltet werden. Dabei ist jedoch die 24 Stunden Uhr aus Version 1, siehe Abbildung 107, komplett verschwunden und der einer Terminbasierten Version gewichen. Diese ist auch aus dem Google Kalender bekannt. Zusätzlich wurde die Mindestreichweite zur gewünschten Abfahrtszeit erweitert. Die Wiederholungsoption mittels Drop-Down Menü vereinfacht die Eingabe, weil auch unregelmäßiger beziehungsweise einmalige Ereignisse hinterlegt werden können.

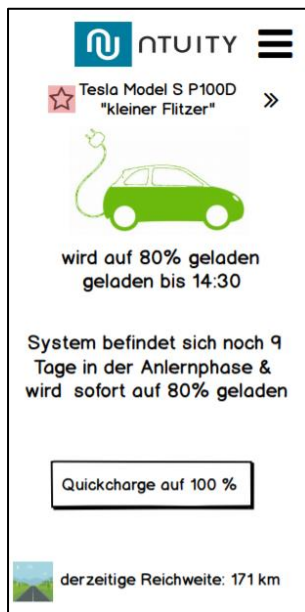
**Abbildung 107 - Detail Wochentag Kreisel V1**

**Abbildung 108 - Detail Wochentag Kreisel V3**

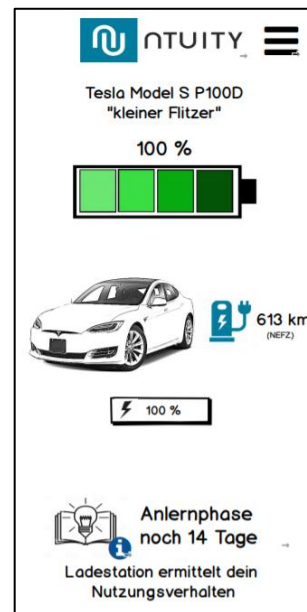
#### 4.7.4 Entwicklung des Home-Bildschirms in der Anlernphase

Version eins zeigt einen sehr textlastigen Home-Bildschirm, wie Abbildung 109 zeigt. Nach dem Konsortialmeeting und den Usability Tests ist der Text hinter Hinweisen verschwunden. Abbildung 110 zeigt die Endversion des Home-Bildschirms in der Anlernphase.

Zusätzlich zu allen Veränderungen wurden, in Version drei, einzelne Bausteine, wie zum Beispiel die Batterie hervorgehoben und extra erklärt. Hierbei werden die einzelnen Bereiche mittels Popups bei der Erstbenutzung erklärt. Zusätzliche Informationen zur der Anlernphase können auch per (i)-Button abgerufen werden.



**Abbildung 109 - Anlernphase Home Kreis V2**



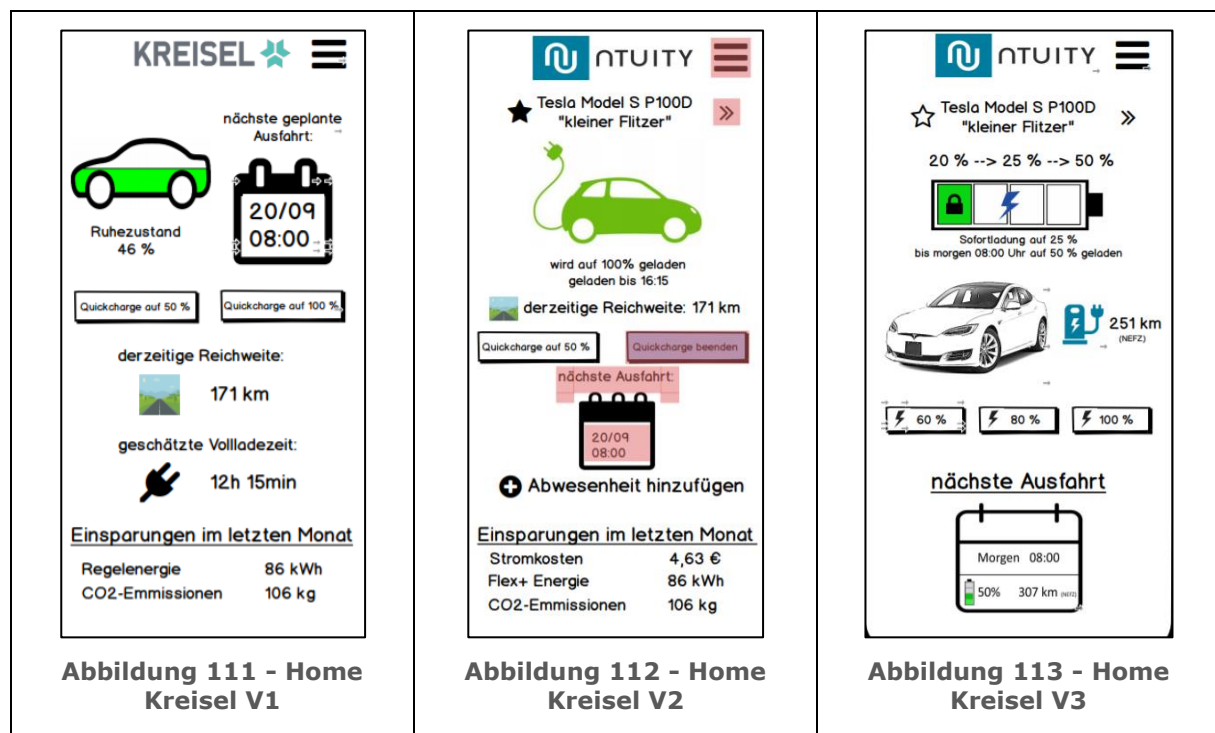
**Abbildung 110 - Anlernphase Home Kreis V3**

#### 4.7.5 Entwicklung des Home-Bildschirmes

Wie bereits bei der Anlernphase angewendet, werden auch bei der Version drei des Home-Bildschirmes die einzelnen Bereiche mit separaten Pop-Ups erklärt. Zusätzlich dazu werden die Einsparungen durch Flex+ vom Home-Bildschirm entfernt und auf einen eigenen Screen verschoben, um mehr Freiräume am Screen zu schaffen.

Bei Version eins, Abbildung 111, wurden die Größe und die Relevanz der einzelnen Bausteine noch nicht in Beziehung gesetzt. Außerdem wurden Zusammenhänge zwischen den einzelnen Bausteinen nicht berücksichtigt. In Abbildung 112, Version zwei, werden die Zeitbausteine „nächste Ausfahrt“ und „geschätzte Vollladezeit“ verkleinert beziehungsweise anders dargestellt. Allerdings war trotz dieser Veränderungen der Bildschirm noch mit sehr viel Informationen ungeschickt verpackt. Deshalb wird in Version drei (siehe Abbildung 113) „die nächste Ausfahrt“ ummodelliert. Gleichzeitig ist eine Ladestation mit der momentanen Reichweite und drei Quickcharge-Buttons ersichtlich.

Außerdem wird in allen Versionen das Darstellungssymbol des KFZs geändert. In der Endversion drei wird auf das ausgewählte KFZ zurückgegriffen und der Ladezustand nicht mehr innerhalb des KFZs dargestellt. Der Ladezustand wird in dieser Version als zusätzliche Batterie dargestellt.

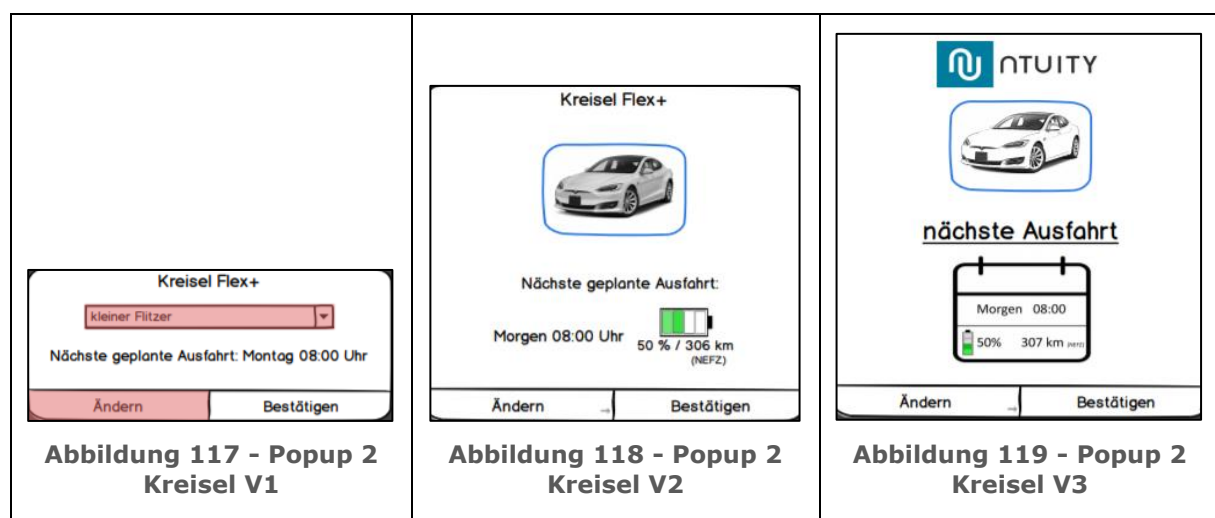
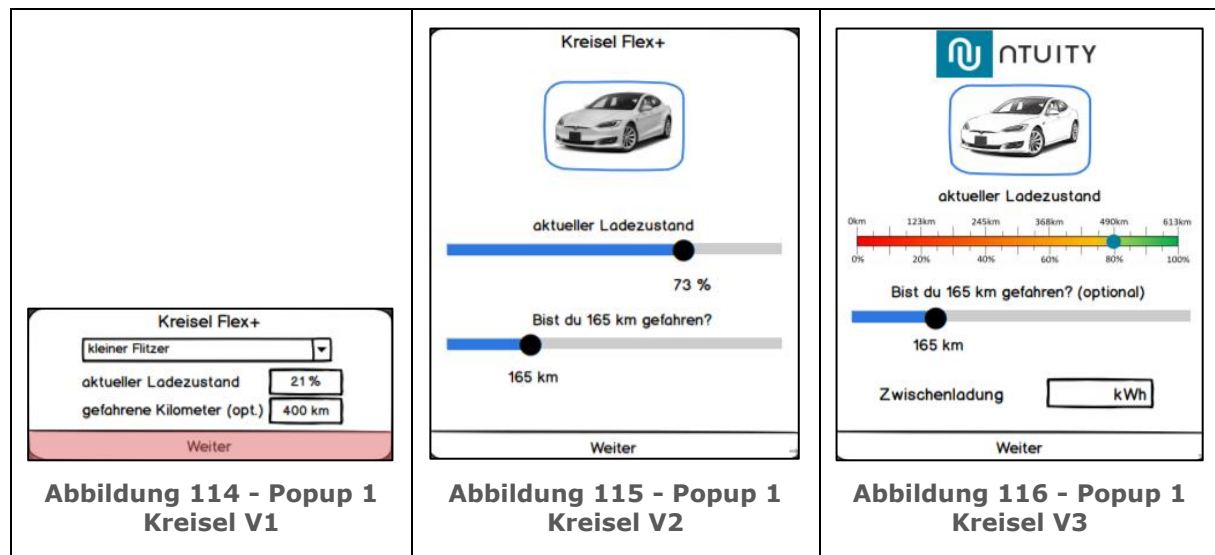


#### 4.7.6 Entwicklung der Pop-Ups

Folgende Popups laut Abbildung 114 bis Abbildung 119 werden im Laufe des Projektes erstellt. Der Hintergrund dieser Pop-up beziehungsweise Push-Benachrichtigung ist, dass die Ladestation zurzeit keine Möglichkeit hat den State of Charge zu ermitteln. Deshalb muss dieser Ladezustand, welcher die Basis jeden Berechnungsverfahrens ist, manuell nach jeder Ausfahrt eingegeben werden.

Dieser Benachrichtigungstyp erscheint bei jeder Ankunft am Mobiltelefon, sobald das Fahrzeug mit der Ladesäule verbunden ist. Der erste Schritt ist immer die Auswahl des Fahrzeugs beziehungsweise die Auswahl / Eingabe des aktuellen Ladestands (Popup 1). Hier wird wie in Abbildung 114 der Ladestand bzw. die gefahrenen Kilometer angegeben oder händisch eingegeben. Bei Version zwei, Abbildung 115, werden Text- und Eingabebelemente gegen Symbole und Schieberegler ersetzt. In Version drei ist die aktuellste Version des Ladezustands ersichtlich.

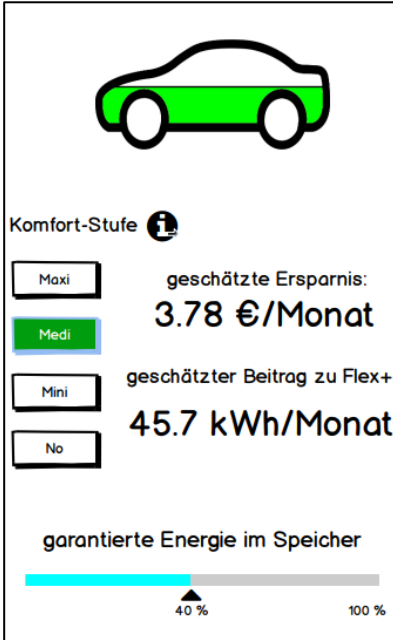
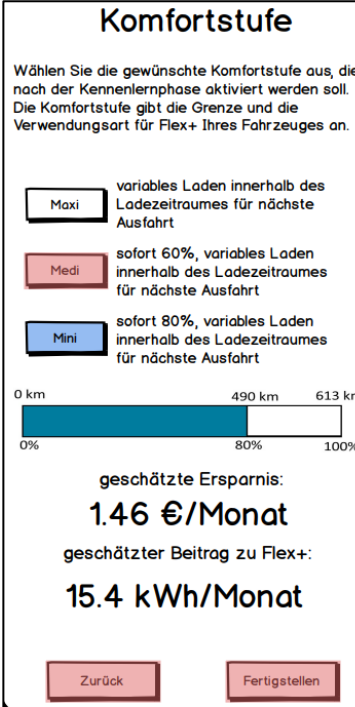

Der zweite Schritt, nach diesen Ein- beziehungsweise Angaben, ist die Überprüfung der nächsten Ausfahrt. Von Version eins (Abbildung 117) bis Version drei (Abbildung 119) werden Symbole anstatt von Text und immer die aktuellste Version des „nächste Ausfahrt“ Elements am Home Screen verwendet.



#### 4.7.7 Entwicklung der Komfortstufe / des Flex+ Beitrags

Die Komfortstufe bzw. der Flex+ Beitrag gibt an, wie viel Energie sich zu jedem Zeitpunkt im Speicher befindet. In letzter Instanz wird der Begriff „Mindestreserve“ zur Erklärung des Flex+ Beitrages herangezogen.

Version eins, siehe Abbildung 120, ist für den Nutzer beziehungsweise den Firmenpartner nicht verständlich. Hier haben Erklärungen und zusätzliche Informationen gefehlt. Mittels der zweiten Version, siehe Abbildung 121, wurden Erklärungen hinzugefügt. Das Ergebnis war ein Fließtext samt Zusatzinformation. Diese Version war in dieser Form nicht weiter nachvollziehbar. In Version drei, Abbildung 122, wird der Text aus Version zwei entfernt und anhand von Erklärungsfenstern, Bereich für Bereich, erläutert. Weiters wurde der Name Komfortstufe, welcher von Austria Email übernommen wurde, durch Flex+ Beitrag ersetzt, da es sich hierbei der Komfort und der Flex+ Beitrag in gewisser Weise widersprechen. Zum Beispiel bedeutet eine maximale Komfortstufe, einen minimalen Betrag zu Flex+.

 <p>Abbildung 120 - Flex+ Beitrag Kreisel V1</p>	 <p>Abbildung 121 - Flex+ Beitrag Kreisel V2</p>	 <p>Abbildung 122 - Flex+ Beitrag Kreisel V3</p>
--	--	--

#### 4.7.8 Weitere Funktionen

Neben den vorhin beschriebenen Funktionen gibt es noch weitere Funktionen, welche im Menü ersichtlich sind:

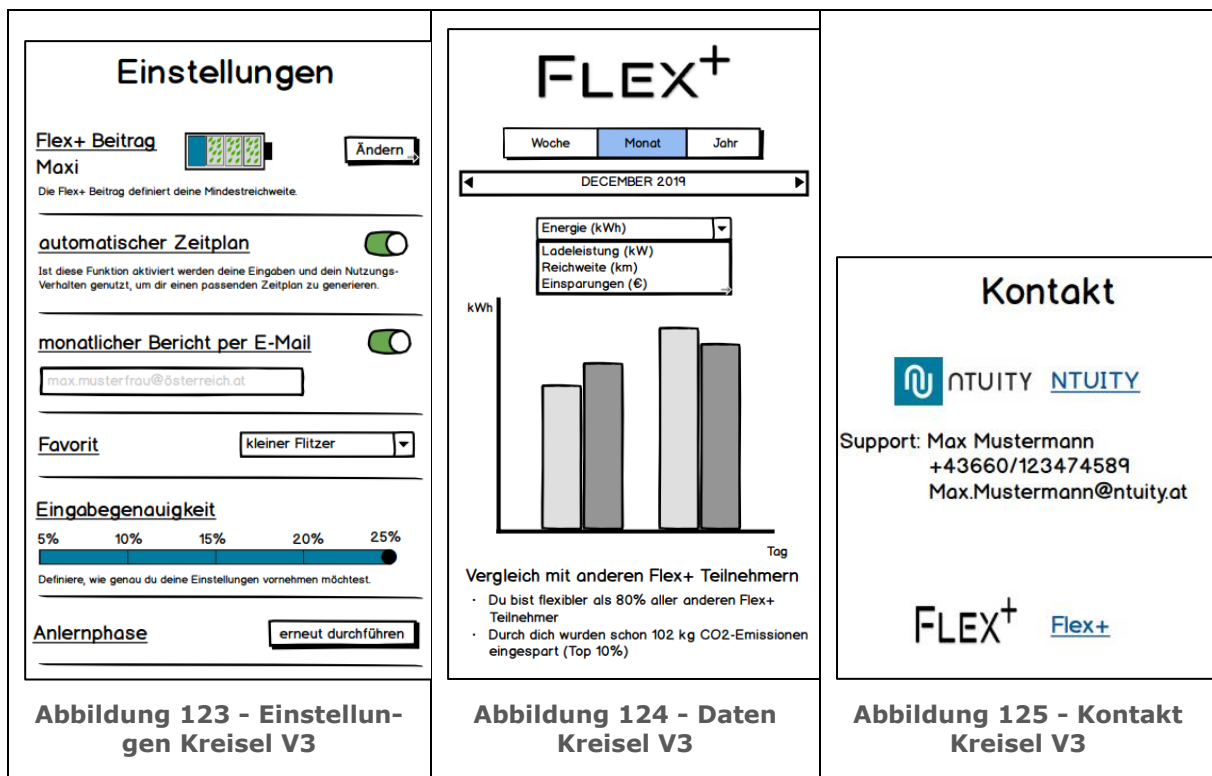
- Einstellungen
- Daten
- Kontakt

Diese Funktionen wurden im Rahmen des Prototyping-Prozesses von Nutzerinnen und Nutzern beziehungsweise den Firmenpartnern implementiert und in geringem Maße weiterentwickelt. Die Letztversionen dieser drei Funktionen werden nachfolgend dargestellt und erklärt.

Abbildung 123 zeigt das Einstellungsfenster des Kreisel UI. Hier kann der Flex+ Betrag gewählt und die automatische Zeitplanerstellung ein- und ausgeschaltet werden. Außerdem kann ein monatlicher Bericht des Verbrauchsverhalten per E-Mail angefordert werden. Hier kann der ausgewählte Favorit geändert und die Anlernphase wiederholt werden. In diesem Bereich kann auch die Eingabegenauigkeit definiert werden, in welcher alle Eingaben getätigt werden. Wird zum Beispiel die Eingabegenauigkeit auf 5 % reduziert, kann der Ladezustand zu Abfahrtszeit oder der Flex+ Beitrag auf 5 % genau eingegeben werden. Das erfordert mehr Bereitschaft, ermöglicht aber auch ein höheres wirtschaftliches Potential.

Im Flex+ Screen erhält sind Informationen zu den persönlichen Verbräuchen und Reichweiten verfügbar. Weiters werden hierbei die eigenen Daten mit anderen Mitstreitern verglichen, wie in Abbildung 124 ersichtlich.

Abbildung 125 zeigt den Menüpunkt „Kontakt“. Hier sind die Kontaktdaten und der Zugang zu von Ntuity (Kreisel) und der Flex+ Plattform.



#### 4.7.9 User Tests

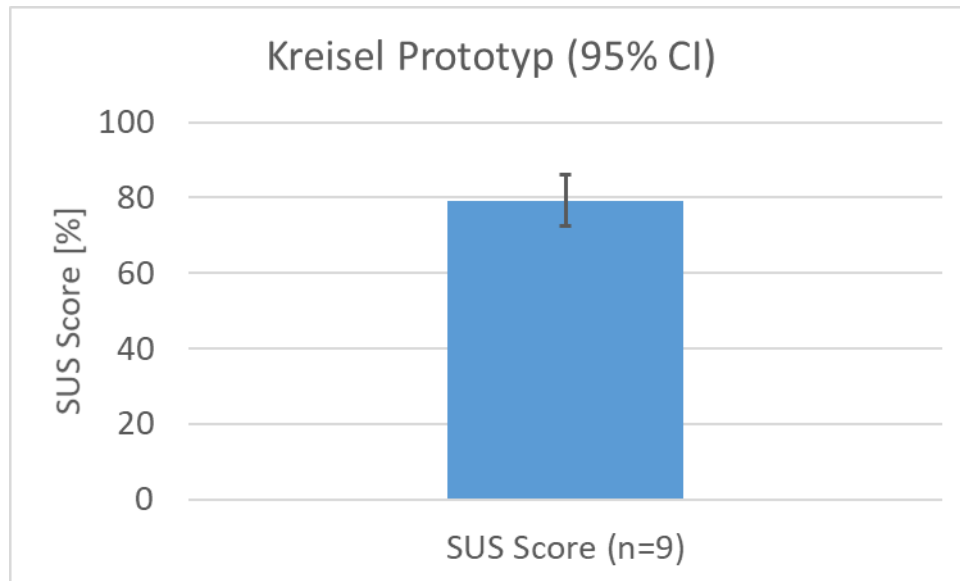
Zusätzlich zu internen Iterationen und Feedbackrunden wurden auch abschließende Usability Tests mit externen Testpersonen unter der Leitung des Usability Labors der FHTW durchgeführt. Hierbei wurde jeweils die zweite (überarbeitete) Version des Prototyps im Rahmen eines moderierten Usability Tests überprüft. Der Testablauf im Detail:

- Fragebogen zum Kennenlernen
  - Details zum E-Auto wie Marke, Alter, kWh, (reale) Reichweite bzw. Verbrauch?
  - Wer fährt mit dem Auto?
  - Wie viele km im Monat?
  - Wie oft & wo wird das Auto derzeit geladen? Intelligenz beim Laden (nur wenn PV läuft ...)
  - eAuto Lade-Kosten (falls bekannt)?
- Durchspielen eines kompletten Konfigurations-Szenarios (Thinking Aloud und Begleitung durch Test-Moderation)
- Offenes Abschluss-Interview
- Standard Usability-Fragebogen (SUS)

Die Testerinnen und Tester für die Evaluierung des Prototyps von Kreisel wurden per Social Media bzw. Newsletter und einschlägigen Interessensgruppen rekrutiert. Diese Tests für Kreisel fanden an unterschiedlichen Tagen von Oktober bis November 2019 statt per Online-Meeting statt. Hierbei wurde ein Screen-Sharing durchgeführt um die Testerinnen und Tester bei der Verwendung des Prototypen beobachten zu können.

Die Testerinnen und Tester hatten keine Möglichkeit die Version zwei vorab zu testen, damit auch erste Eindrücke in die Beurteilung mitaufgenommen werden konnten.

In Abbildung 126 ist ein Ergebnis (SUS Score) der Test mit der Prototypenversion zwei ersichtlich. Hier ist erkennbar, dass der Prototyp ein Testergebnis zwischen „good“ und „excellent“ erreicht hat. Das bedeutet, dass der Prototyp schon gut vorstellbar ist und akzeptiert wird. Gleichzeitig befindet sich der Prototyp in einer Projektphase vor der Vollendung (Quartile Range 3rd and 4th).



**Abbildung 126 - SUS Score Kreisel**

Die Erkenntnisse der User Tests wurden in weiterer Folge in der Version der des Prototyps entsprechend berücksichtigt.



## 5 Energiemanagement-System

Im Folgenden werden die Entwicklungen der Energiemanagement-System bei W.E.B. und ms.GIS erläutert.

### 5.1 Entwicklungen bei W.E.B.

Das EMS am Standort von W.E.B dient vorrangig zum Aufzeichnen und nachvollziehbar machen der elektrischen Energieflüsse, sowie zur Sicherstellung, dass die bezogene Leistung am Standort nie die eingekaufte Leistung am Netzanschlusspunkt übersteigt.

Die Datenerhebung und Aufzeichnung erfolgt durch jeweils eigenständig lauffähige, aber umfassend vernetzte Messaufbauten. Dabei werden jeweils mehrere Energiezähler über ein RS-485 Modbus/RTU Feldbussystem lokal ausgewertet und die Verbrauchsdaten in hoher zeitlicher Auflösung in einer lokalen Datenbank aufgezeichnet. Diese lokalen Datenbanken werden auf eine zentrale Datenbank gespiegelt, und dort zum Zweck einfacherer Analysen und Auswertungen zusammengefasst. Die so erzielte Redundanz der Daten erhöht die Robustheit der Datenbasis gegenüber Ausfällen einzelner technischer Komponenten. Ausgehend vom elektrischen Hauptverteiler ist jeder größere Unterverteiler am Unternehmensstandort Pfaffenschlag mit solch einem Messsystem ausgestattet, wodurch eine Zuordnung elektrischer Verbräuche auf einzelne Gebäudetrakte sowie ausgesuchter Hauptverbraucher (z.B. Technikraum/Wärmepumpe, Schnelllader, etc.) möglich wird. Der Netzanschlusspunkt selbst wird durch einen eigenen, dem EVU-Zähler nachgeordneten, Energiezähler überwacht. Dieser kann per Modbus/TCP direkt im vom Rest der IT-Infrastruktur abgekapselten EMS-Netzwerk abgefragt werden, und bietet dadurch die Regelgrundlage für die unabhängigen Steuerungs-Komponenten.

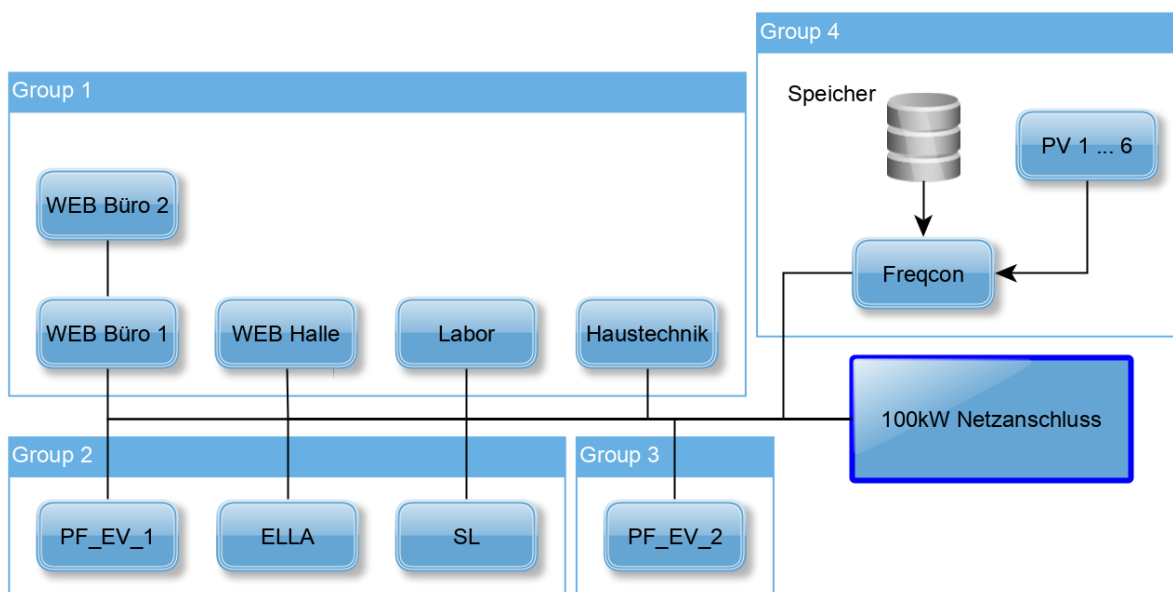


Abbildung 127 - EMS-Messcluster

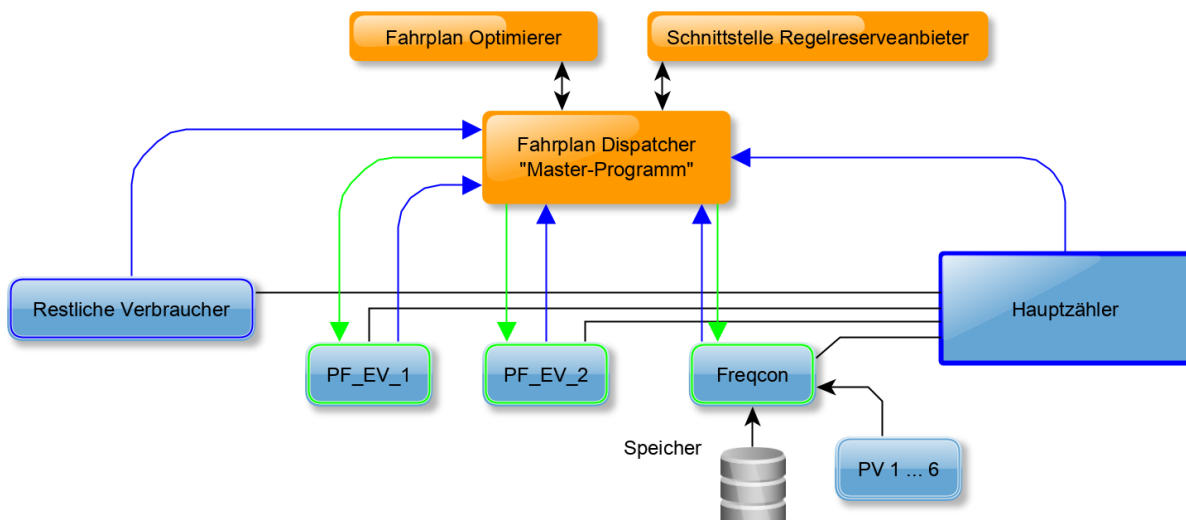
Die eigentliche Laststeuerung erfolgt durch drei unabhängige Komponenten, die jeweils für sich eigenständig sicherstellen, dass der Bezug am Hauptzähler nicht über einen ihnen vorgegebenen Schwellwert ansteigt:

1. Das integrierte Speicher- und PV-Umrichtersystem: Hier werden die sechs größeren PV-Installationen des Standorts für die Einspeisung ins Netz von Gleichstrom auf Wechselstrom umgeformt. Da im System selbst noch auf der Gleichstromschiene die elektrischen Speicher angebunden sind, können diese ohne zusätzliche Wechselrichterverluste direkt durch die PV-Produktion beladen werden. Durch vorge-

gebene Lade- und Entladeschwellen beim Verbrauch am Hauptbezugspunkt wird ein möglichst hoher Eigenverbrauchsanteil angestrebt, sowie eine möglichst effiziente Kappung von Verbrauchsspitzen bewirkt. Zusätzlich kann über eine Entladung des Speichers die für EV Ladungen verfügbare elektrische Leistung für einige Stunden erhöht werden.

2. Die Laststeuerung für den ersten EV-Parkplatz: Die elektrische Last der EVs am Standort ist, vor allem in Anbetracht der dabei möglichen Leistungen, der größte elektrische Verbraucher während der Arbeits- und Bürozeiten. Durch direkte Auswertung des Hauptzählers werden die 20 individuellen Ladeplätze so ausgeregelt, dass der Summenverbrauch am Standort die eingekaufte Leistung nicht übersteigt. Bei Aktivierung des 50kW Schnellladers erfolgt bei zu geringem Leistungsbudget ein kompletter Abwurf der EV-Last. Sobald Kapazität verfügbar ist, werden die EVs Zug um Zug wieder zugeschaltet und die erlaubte Bezugsleistung der Fahrzeuge wieder erhöht.
3. Die Laststeuerung für den zweiten EV-Parkplatz: Nach einem 2019 erfolgten Umbau des Standorts wurde einige verstreute Ladeplätze konsolidiert und auf weitere 20 EV-Ladepunkte am zweiten Parkplatz ausgebaut. Auch dieser Parkplatz regelt sich selbst nach direkter Vorgabe der Leistung am Netzanknüpfungspunkt des Standorts. Durch die vorläufige Beschränkung auf nur einphasige Ladepunkte sind die elektrischen Leistungen hier jedoch wesentlich geringer als am ersten Parkplatz. Bei der Ausführung wurde jedoch darauf geachtet, dass die grundsätzliche Aufrüstung auf dreiphasiges Laden kurzfristig und mit minimalen Zusatzkosten möglich ist.

Die Steuerungskomponenten arbeiten autark voneinander, was die Resilienz gegenüber Ausfällen einzelner Komponenten stark erhöht. Es fehlt dadurch jedoch auch die Möglichkeit für einzelne Komponenten das Verhalten der restlichen Komponenten zu wissen, und sich auf einen gemeinsam optimalen Betriebszustand zu verständigen. Im Rahmen des Flex+ Projekts wurde daher auch daran gearbeitet die Prozesskommunikation zwischen den Komponenten zu ermöglichen. Auf Basis des IoT-Protokolls MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) besteht nun die Möglichkeit Messzustands- und Steuergrößen zwischen den einzelnen Komponenten auszutauschen. Gleichzeitig ermöglicht dies auch die Implementierung eines übergeordneten Steuerprogramms. Dieses kann einem globalen Optimum folgend den einzelnen Komponenten passende Schwellwerte vorgeben, und so auch das Einhalten eines vorher definierten Bezugsfahrplans sicherstellen.



**Abbildung 128 - EMS-Programmteile**

Ausgehend vom durch die TU Wien (EEG) erstellten akademischen linearen Optimierungsmodell für den W.E.B Standort Pfaffenschlag, wird eine eigene Implementierung vorangetrieben, die stärker Rücksicht auf die Einschränkungen im Realbetrieb nehmen soll. Diese zusätzliche Komponente kann dadurch, auf Basis von Verbrauchs- und Erzeugungsprognosen sowie erwarteten Marktpreisen, dem übergeordneten Steuerprogramm einen optimierten Tagesfahrplan vorgeben.

Eine weitere hinzugekommene Komponente ist die gemeinsam mit World-Direct aufgesetzte Regelenergie-Schnittstelle (siehe Kapitel 3). Diese Regel-API auf Basis von REST-JSON erlaubt das direkte Monitoring von Sensorgrößen und Verfügbarkeit durch den Regelpool-Vermarkter, sowie das Ausführen von Regelenergieabrufen und die generelle Vorgabe von Aktuator Soll-Werten. Auch hier kann wieder durch eine Einbindung in das übergeordnete Steuerprogramm erreicht werden, dass das volle Flexibilitätspotenzial des Standorts optimal abgerufen werden kann. Die so ermöglichte Kontrolle in quasi Echtzeit durch einen externen Vermarkter bietet auch die Grundlage für weiter führende Aggregationen und Geschäftsmodelle, die bisher noch nicht angedacht wurden.

## 5.2 Entwicklungen bei ms.GIS

Das Ziel des Energiemanagement-Systems von ms.GIS ist die regelbasierte Steuerung der Komponenten (Wärmepumpe, Warmwasserboiler, Batteriesystem, E-Ladesäule), basierend auf der mathematischen Formulierung des linearen Optimierungsproblems der TUW (EEG) (Abbildung 129).

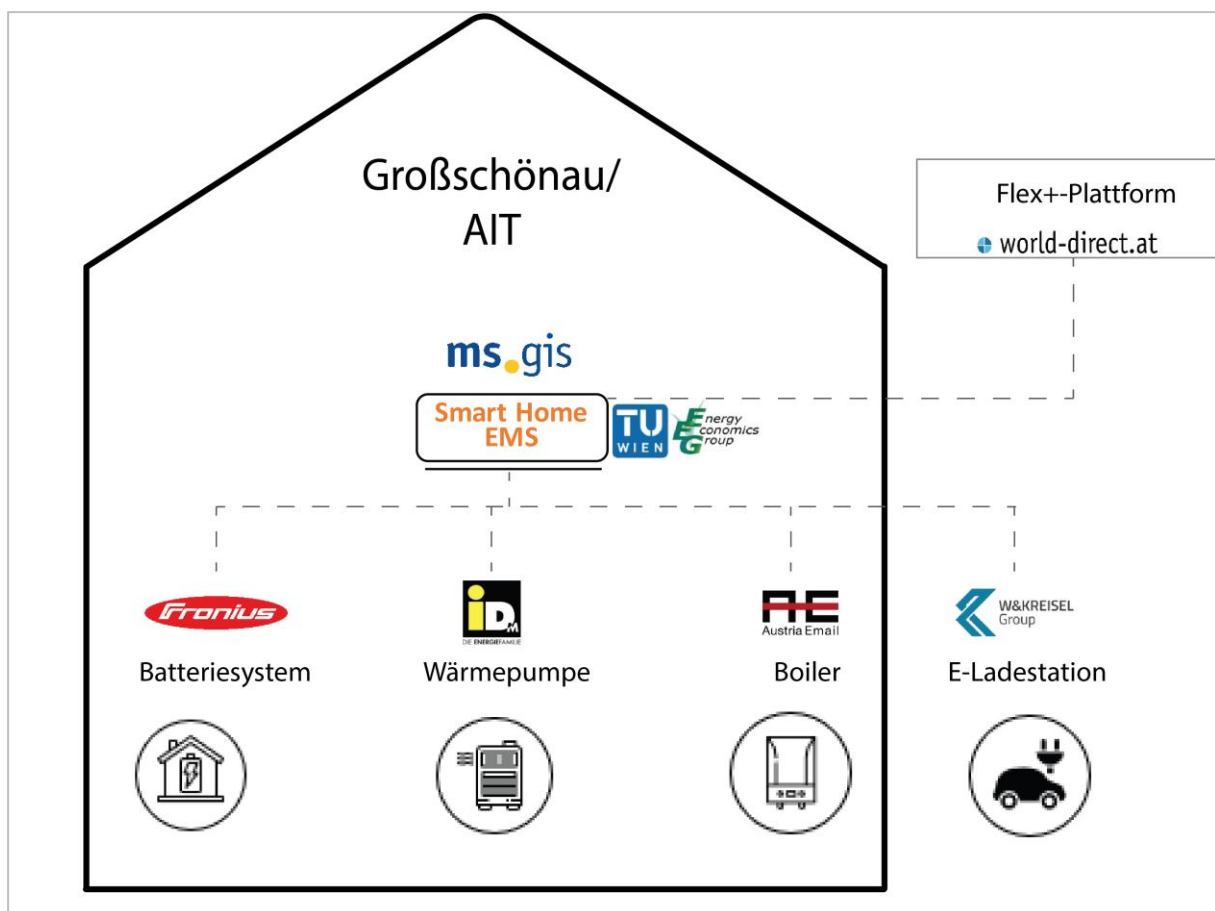


Abbildung 129 - EMS-Systemarchitektur

In einer ersten Phase wurden, gemeinsam mit der TUW (EEG) sechs Parameter erarbeitet, die es ermöglichen Komponenten einheitlich zu steuern. Dadurch soll gewährleistet werden, dass diverse Komponenten im Rahmen eines Energiemanagement-Systems eingebunden werden können. Die vier Komponenten werden abstrahiert, als Batterien betrachtet und anhand der sechs Parameter: Kapazität, Komfort, Leistung, SOC, Verfügbarkeit

und Kosten gesteuert. Diese Methodik wurde im Zuge bilateraler Gespräche mit den Komponentenherstellern (Kreisel, Fronius, Austria Email/World-Direct und IDM) diskutiert und beim Konsortialmeeting im Februar vorgestellt.

Im Rahmen mehrerer Abstimmungen mit den Komponentenherstellern wurden die Schnittstellen definiert. Der Datenaustausch findet wie folgt statt:

- Kreisel und IDM: offline (Modbus-Protokoll),
- Austria Email/World-Direct: online (REST API mit JSON),
- Fronius: offline (Modbus TCP/IP) und online (REST API) für Echtzeit-Leistungsdaten.

Parallel dazu wurde ein UI entwickelt. Je Komponente werden die Schlüsselparameter sowie die Eigeninteressen des Nutzers und weitere Detailparameter abgebildet. Zudem gibt es eine Historie und ein Diagramm, welches die Aktivitäten der letzten 24h darstellt. Dieses wird in Abstimmung mit der FHTW ab Jänner 2020 weiterentwickelt.

Die mathematische Formulierung der Day-Ahead Optimierung für die vier Komponenten wurde von der TUW (EEG) ausgearbeitet. Die Optimierung erfolgt für alle Komponenten in Abhängigkeit zueinander sowie allen Zeitintervallen unter Berücksichtigung der Start- und Zielwerte. Die Zielfunktion der Optimierung ist die Kostenminimierung unter Berücksichtigung der Eigeninteressen. Im Rahmen eines Workshops mit der TUW (EEG) wurde ein besonderes Augenmerk auf die Verarbeitung von Marktpulsen für die Optimierung des lokalen Energiemanagements gelegt (Kostenparameter). In weitere Folge wurde festgelegt, dass das EMS nicht gepoolt wird. Zudem wurde entschieden, dass die Vermarktung bei den Tests im AIT-Labor anhand der Day-Ahead Optimierung erfolgt. Im Rahmen der Demo in Großschönau soll auch die Intraday-Optimierung getestet werden.

Mit dem Ziel Leistungsvorgaben pro Komponenten für 15 Minuten-Intervalle mit If This Than That Regeln (IFTTT-Regeln) darstellen zu können, wurden die Funktionen des linearen Optimierungsproblems (EEG) umgeformt und mittels des GLPK (GNU Linea Programming Kit) auf dem Energiemanagement-Gateway implementiert.

Der Warmwasserboiler sowie die Wärmepumpe sind „On/Off-Komponenten“ und werden mit binären Variablen beschrieben. Optimierungsvariablen (Temperaturen in K und Leistung in kW pro 15 Minuten pro Komponente), die  $\geq 2\text{kW}$  sind, aktivieren die Wärmepumpe<sup>1</sup> und Optimierungsvariablen  $\geq 6\text{kW}$  den Boiler. Da die Ladestation nur ganzzahlige Ampere umsetzen kann, werden Optimierungsvariablen auf ganzzahlige Ampere abgerundet.

Die Umsetzung der Steuerung der Komponenten sowie die Optimierung wurden im Rahmen von zwei Laborphasen beim AIT getestet.

Testphase 1 (KW36 bis KW38): Tests EMS: Ansteuerung aller Komponenten, außer des Warmwasserboilers (dieser war defekt)

Testphase 2 (KW42 bis KW43): Umfang EMS: Ansteuerung Boiler; Day-Ahead-Optimierung von zwei Szenarien: 05.07.2018 (Sommertag, hohe Einstrahlung) und 31.03.2018 (Übergangszeit, hohe Einstrahlung).

Neben technischen Optimierungsparametern je Komponente, werden für die Optimierung Forecasts (Zeitreihen), Markt- und Netzanschlussparameter benötigt. Das AIT stellte die historischen Werte der NFL, Außentemperatur, Globalstrahlung, DA-Marktpreisen und Netzkosten zur Verfügung. Um bis zur Fertigstellung der Flex+ Plattform DA-Preissignale berücksichtigen zu können wurde von ms.GIS eine REST Schnittstelle mit CSV response entwickelt.

In weiterer Folge werden die Schnittstellen für die Forecastdaten wie folgt definiert:

- IDM: Modbus; Außentemperatur für 72 Stunden

---

<sup>1</sup> Umsetzung ab 01.2020

- Fronius: JSON-Upload-Endpunkt; PV-Leistung für 216 Stunden (Auflösung wie in D7 beschrieben)
- Austria Email/WD: VO-EU Nr. 813/2013 (Warmwasserzapfprofil L)
- NFL: Gesamtlast (Fronius, Solar API) abzüglich der erfassten Einzellasten der Komponenten

Im Jänner wird das EMS in Großschönau in Betrieb genommen, um Leistungen aufzuzeichnen zu können. Später im Jahr wird regelbasierte Steuerung der Komponenten anhand der Day-Ahead Optimierung in der Kläranlage in Großschönau getestet sowie die Intraday-Optimierung implementiert und getestet.

## 6 Flex+ Sicherheitskonzept

Für die Entwicklung der Flex+ Plattform wurden absichtlich die IKT-Sicherheitsaspekte extra behandelt. Dafür wird ein Sicherheitskonzept erstellt, das mögliche Sicherheitslücken aufweisen und dedizierte Sicherheitslösungen vorschlagen soll. Dieses Kapitel beschreibt die Vorgehensweise für das Erstellen des Sicherheitskonzeptes. Weitere Details zum Konzept wird in ein separates Dokument geliefert.

### 6.1 Zielstellung und Ansatz

Die übergeordnete Zielstellung lautet:

*Bewertung des dokumentierten Architekturkonzepts der Flex+ Plattform in Bezug auf Aspekte der IT Sicherheit*

Die Untersuchung zielt darauf ab, konzeptionelle Sicherheitsrisiken aufzudecken, die sich aus der Strukturierung und dem Zusammenwirken der Bestandteile des Systems ergeben. Dabei richtet sich der Fokus der Untersuchung auf die zu Grunde liegenden Konzepte. Implementierungsdetails werden nicht betrachtet. Dies bedeutet konkret, dass keine Quellcode- bzw. Verhaltensanalyse sowie keine sicherheitsspezifischen Softwaretests der Komponenten durchgeführt werden.

Um die konzeptionelle Sicherheit der Architektur zu untersuchen, dienen die durch die Use-Cases bedingten Interaktionen (verteilte Datenverarbeitung und Austausch zwischen (Software-) Komponenten und zwischen Nutzern und Komponenten) als Ausgangspunkt. Eine Analyse der physischen und logischen Verteilung der Komponenten ermöglicht anschließend eine Einstufung der Angriffsszenarien und deren potentielle Folgen auf das Gesamtsystem. Die Analysen sind stark Dokumentengetrieben und basieren auf der Entwurfsdokumentation der Architektur. Darüber hinaus wird die Unterstützung der Systementwickler nötig werden, um das System im Detail zu verstehen. Es ist angedacht mindestens ein Audit durchzuführen.

### 6.2 Methode

Um dieses Ziel zu erreichen, wird ein vierstufiger Ansatz verfolgt:

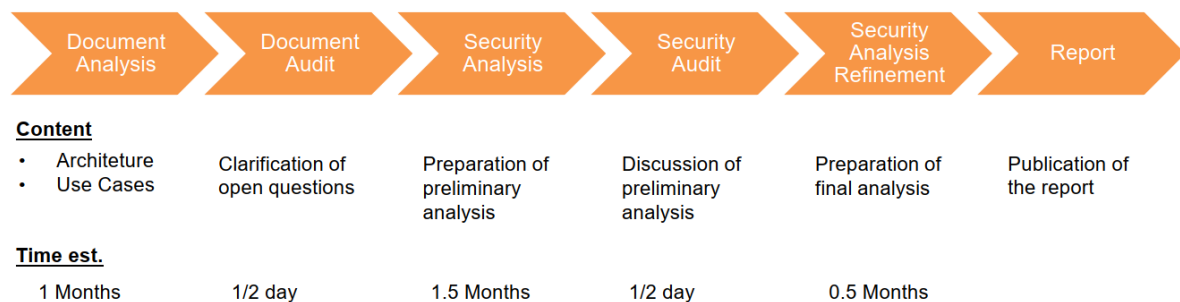
1. Analyse der Anwendungsfälle: Zunächst wird das Zusammenwirken der Systemkomponenten und externen Systeme bzw. Nutzer untersucht. Dies geschieht auf Basis der (dokumentierten) Anwendungsfälle sowie des Komponentenmodells. Es wird für jeden Anwendungsfall extrahiert, welche Nutzer, Systeme und Komponenten, welche Daten miteinander austauschen. Damit ist für jeden Anwendungsfall ersichtlich, welche Komponenten und welche Datenpfade relevant sind.
2. Analyse der Interaktionen von Systemkomponenten und ihrer Exposition: Auf dieser Basis werden die nötigen Interaktionen pro Use Case sowie die sicherheits- bezogene Lage der einzelnen Komponenten beurteilt und mögliche Gefährdungen der Datenpfade und Komponenten beurteilt.
3. Folgenabschätzung: Im dritten Schritt findet anschließend eine informationssicherheitsliche Folgenabschätzung vor dem Hintergrund unterschiedlicher Bedrohungen (typische Angriffsszenarien) statt. Die Folgenabschätzung geschieht im dritten Schritt nicht nur auf Basis der Folgen für die einzelnen Anwendungsfälle, sondern auch in Bezug auf das Gesamtsystem. Da eine Komponente potenziell eine Vielzahl von Anwendungsfällen betrifft, kann die Auswirkung eines Angriffs auf eine Komponente entsprechend stärkere Auswirkungen auf das Gesamtsystem haben.

4. Auswertung und Ableitung von Empfehlungen: Aus den Gefährdungen und deren möglichen Folgen können schließlich Empfehlungen abgeleitet werden.

Die Sicherheitsanalyse wird im ersten Schritt ohne Berücksichtigung bereits im Entwurf geplanter Sicherheitsmaßnahmen (z. B. vorgesehene VPNs, TLS) durchgeführt, um die Struktur des Systems grundsätzlich zu beurteilen. Diese bereits geplanten Maßnahmen werden erst für die abschließenden Empfehlungen zur Verbesserung der Sicherheit mit einbezogen.

### 6.3 Zeitplan für die Analyse

Der Analyseprozess ist in drei Phasen über einen Zeitraum von etwa 3 Monaten gegliedert (siehe Abbildung 130).



**Abbildung 130 - Ablaufplan der Sicherheitsanalyse**

Die erste Phase besteht aus der Analyse der vorhandenen Dokumentation der Architektur und der Anwendungsfälle und wird von einem halbtägigen Audit mit den Entwicklern abgeschlossen. Das Audit dient dazu, offene Fragen zum Architekturdiseign und zu den Anwendungsfällen zu klären. Gegebenenfalls wird für das Audit ein Fragenkatalog erstellt.

Im Anschluss erfolgt die detaillierte Sicherheitsanalyse nach der vorgestellten Methode, welche von einem Sicherheitsaudit abgeschlossen wird. Im Audit werden die vorläufigen Ergebnisse vorgestellt und diskutiert.

Anschließend (Phase drei) wird der Sicherheitsbericht finalisiert und bereitgestellt.

## 7 Abrechnungsprozess

Im nachfolgenden Kapitel werden die Preismodelle „Dynamisch, Fix und Flatrate“ genauer beschrieben und jeweils der Kundennutzen und die Umsetzungsanforderungen betrachtet. Danach erfolgt eine Darstellung der Abrechnungsmöglichkeiten inklusive der Beschreibung des Kalkulationsprozesses bezugnehmend auf die Systeme der Energie AG. Anschließend erfolgt eine Kalkulation der Stunden und Kosten für den internen Aufwand der Energie AG für die jeweiligen Prozesse.

### 7.1 Ausgangslage und Zielbeschreibung

Anhand des Arbeitspakets 4.6 „Entwicklung und Test der Schnittstellen zu den Aggregatoren“ hat die Energie AG als Lieferant im Zuge der Teilnahme am Forschungsprojekt Flex+ die Aufgabe das Anlegen und Abrechnen neuer Preismodelle und Tarife für Kunden im SAP darzustellen und eine grobe Aufwand- und Kostenschätzung zu erfassen. Hierbei liegt der Fokus auf der Entwicklung einer Schnittstelle zu den Aggregatoren um einerseits eine Beschaffung aber auch eine Abrechnung der verschiedenen Flex+ Geschäfts- und Preismodellen darzustellen.

Als vorrangiges Ziel gilt lediglich die Erstellung der Spezifikation. In dieser Spezifikation wird die systemtechnische Umsetzung berücksichtigt, welche sich aus der Anlage von Preisen im SAP System der Energie AG, der Abrechnung sowie den zeitlichen Aufwänden der beteiligten Personen zusammensetzt. In der Spezifikation werden jene Komponenten, wie beispielsweise Produktentwicklung inklusive Pricing oder Preisblätter oder Marketing inklusive Websiteanteile oder Berichterstattung nicht berücksichtigt.

### 7.2 Beschreibung der Preismodelle

Aufbauend auf den Geschäftsmodellen ist es notwendig festzulegen, welche Preismodelle bzw. Anreizsysteme den unterschiedlichen Kundinnen und Kunden angeboten werden sollen. Über angemessene Preismodelle und Anreizsysteme versucht der Lieferant seine finanziellen und qualitativen Ziele zu erreichen, wie beispielsweise die Akquise und die langfristige Bindung der Kundinnen und Kunden. Daher ist die Berücksichtigung aller Bedürfnisse (z.B. günstige Energielieferung, geringe oder keine Komforteinbußen) der aktuellen und potentiellen Kundinnen und Kunden erforderlich. Die Energie AG hat sich intern dazu entschieden mit einem Fixpreismodell und einem dynamischen Preismodell in die Simulation zu starten. Zusätzlich wurde ein Flatratepreismodell beleuchtet, mit welchem jedoch aufgrund diverser Hindernisse nicht in die Simulation gegangen wird. Anbei erfolgt eine kurze Tarifbeschreibung und die Umsetzungsanforderung der gewählten Preismodelle.

- FIXPREISMODELL
- DYNAMISCHES PREISMODELL
- FLATERATEPREISMODELL

#### 7.2.1 Tarifbeschreibung Fixpreismodell

Beim Fixpreismodell handelt es sich um die Einführung eines neuen Modelles im Zuge von Flex+ für die Darstellung im Energie AG SAP System. Zusätzlich fallen Netzentgelte & Abgaben an. Diese werden in der Spezifikation nicht weiter berücksichtigt. Dieses Fixpreismodell entspricht den bestehenden Standardtarifen bei der Energie AG.

Beim Fixpreismodell wird für den gesamten Strombedarf ein fixer Arbeitspreis (€/kWh), sowie eine monatliche Grundpauschale. Das Fixpreismodell setzt sich wie folgt zusammen:

Verbrauchsabhängiger Arbeitspreis

+ fixer Grundpreis (inkl. Preisgarantie auf beiden Komponenten).



### *Kundennutzen*

Das Fixpreismodell ist langfristig planbar und es besteht kein Preisrisiko durch Preisschwankungen am Strommarkt. Die jährlichen Energiekosten können durch eine Verbrauchsminderung gesenkt werden, dafür muss das eigene Verhalten bzw. die eingesetzte Technologie (z.B. Energiesparlampen) geändert werden. Für die zur Verfügung gestellte Flexibilität bekommen Kundinnen und Kunden eine Vergütung in Form von einer Gutschrift (beispielsweise 50€ pro Jahr) oder eine Reduktion des Grundpreises.

### *Umsetzungsanforderungen Fixpreismodell*

Das Fixpreismodell kommt bei den aktuellen Standardprodukten der Energie AG zur Anwendung. Das Fixpreismodell ist im System der Energie AG abgebildet, weshalb für die Implementierung für Flex+ nur geringe Umsetzungsaufwände entstehen. Sämtliche Prozesse, Portalanzeigen, etc. bestehen in ihrer Funktionsweise weiterhin wie bisher, es müssen nur teilweise Portalanpassungen implementiert werden.

Als Umsetzungsanforderung für das Fixpreismodell gilt die Anlage eines neuen Produktes in der Produktabbildung (Arbeitspreis + Grundpreis inkl. Preisgarantie), sowie Mapping mit Abrechnungsdaten und Tarifen.

## **7.2.2 Tarifbeschreibung Dynamisches Preismodell**

Im Gegensatz zum Fixpreismodell beim welchem der Kunde/in einen fixen Arbeitspreis für den Strombedarf hat, ändert sich der Arbeitspreis beim dynamischen Preismodell mit der Preisänderung am Strommarkt. Der Arbeitspreis ändert sich stündlich, abhängig vom Intraday bzw. Spot-Markt. Der Preis setzt sich aus dem Spotmarktpreis und dem jeweiligen Aufschlag der Energie AG zusammen:

Verbrauchsabhängiger Arbeitspreis

+ fixer Grundpreis.

### *Kundennutzen*

Im Vergleich zu klassischen Preismodellen orientiert sich der Energiepreis bei dynamischen Preismodellen täglich am europäischen Strommarkt.

Ein potenzieller Nutzen für den Kunden könnte eine Reduktion der Energiekosten sein, durch Verlagerung der Last in günstige Energiebezugszeiten. Zusätzlich fallen Netzentgelte & Abgaben an. Diese werden in der Spezifikation nicht weiter berücksichtigt

Die tatsächlichen Verbrauchsdaten in den jeweiligen Preiszonen und der Verlauf der Energiepreise werden tagesaktuell und auch historisch angezeigt.

### *Umsetzungsanforderungen Dynamisches Preismodell*

Als Umsetzungsanforderung für das dynamische Preismodell gilt die Anlage eines neuen Produkts in der Produktabbildung (Arbeitspreis + Grundpreis inkl. Preisgarantie), sowie Mapping mit Abrechnungsdaten und Tarifen.

Im Zuge der Umsetzungsanforderungen kommt es zu Anpassungen der Produktabbildung bzw. Abrechnung für die Verarbeitung stündlich unterschiedlicher Preise. Es erfolgen Anpassungen im Portal, wie beispielsweise das Hinzufügen einer Preiskurve zum Verbrauchsmanger. Ebenfalls werden Kundenrechnungen um die Darstellung verschiedener Preise angepasst, sowie Schnittstellen der Preise für die Dateneinlesung erstellt.

## **7.2.3 Tarifbeschreibung Flatratepreismodell**

Beim Flatratepreismodell wird ein Pauschalbetrag für ein Verbrauchspaket angeboten, unabhängig der tatsächlich verbrauchten Menge. Ist die verbrauchte Menge nach Vertragslaufzeit höher oder niedriger, als die abgedeckte Menge des Flatratepreismodells, muss das Flatratepaket angepasst werden. In diesem Fall erfolgt nach einem Jahr Vertragslaufzeit eine Umstufung in ein größeres bzw. kleineres Paket. Aufgrund gesetzlicher Vorgaben muss der Preis auf der Rechnung in €/kWh aufgeschlüsselt dargestellt werden. Dieses Preismodell ist bei der Energie AG Oberösterreich Vertrieb GmbH nicht implementiert.

### *Kundennutzen*

Die finanzielle Sicherheit stellt den primären Kundennutzen beim Flatratepreismodell dar. Der jeweilige Verbrauch hat hierbei keinen Einfluss auf den Preis.

### *Umsetzungsanforderungen Flatratepreismodell*

Bevor es zu einer Umsetzungsanforderung des Flatratepreismodells kommen kann, muss vorab erstmalig ein Flatratepreismodell entwickelt werden. Die Details für eine Umsetzung wurden bisher noch nicht genauer beleuchtet.

## **7.3 Abrechnung der Preismodelle**

### **7.3.1 Fixpreismodell**

Die Energie AG Vertrieb GmbH verrechnet den vordeterminierten fixen Preis. Der Netzbetreiber sendet täglich die Smart Meter Verbrauchswerte (benötigt Einwilligung des Kunden) an die Energie AG mit den ¼ Stundenwerten (Zeitraum: 365 Tage).

Abrechnung: Customer Service führt die Abrechnung durch und verarbeitet den Verbrauch pro Zählpunkt und die Energie AG Vertrieb rechnet Netzdienstleistungen, Steuern und Abgaben als Energie für den Kunden ab. Bei jährlicher Abrechnung: Anschließend wird ein Rechnungsformular auf Basis einer Hochrechnung für Teilzahlungsbetrag inklusive der Jahresrechnung gesendet.

### **7.3.2 Dynamisches Preismodell**

Die Energie AG Vertrieb GmbH verrechnet den SPOT Preis inkl. Marge. Der Netzbetreiber sendet täglich die Smart Meter Verbrauchswerte (benötigt Einwilligung des Kunden) an die Energie AG mit den ¼ Stundenwerten (Zeitraum: 365 Tage).

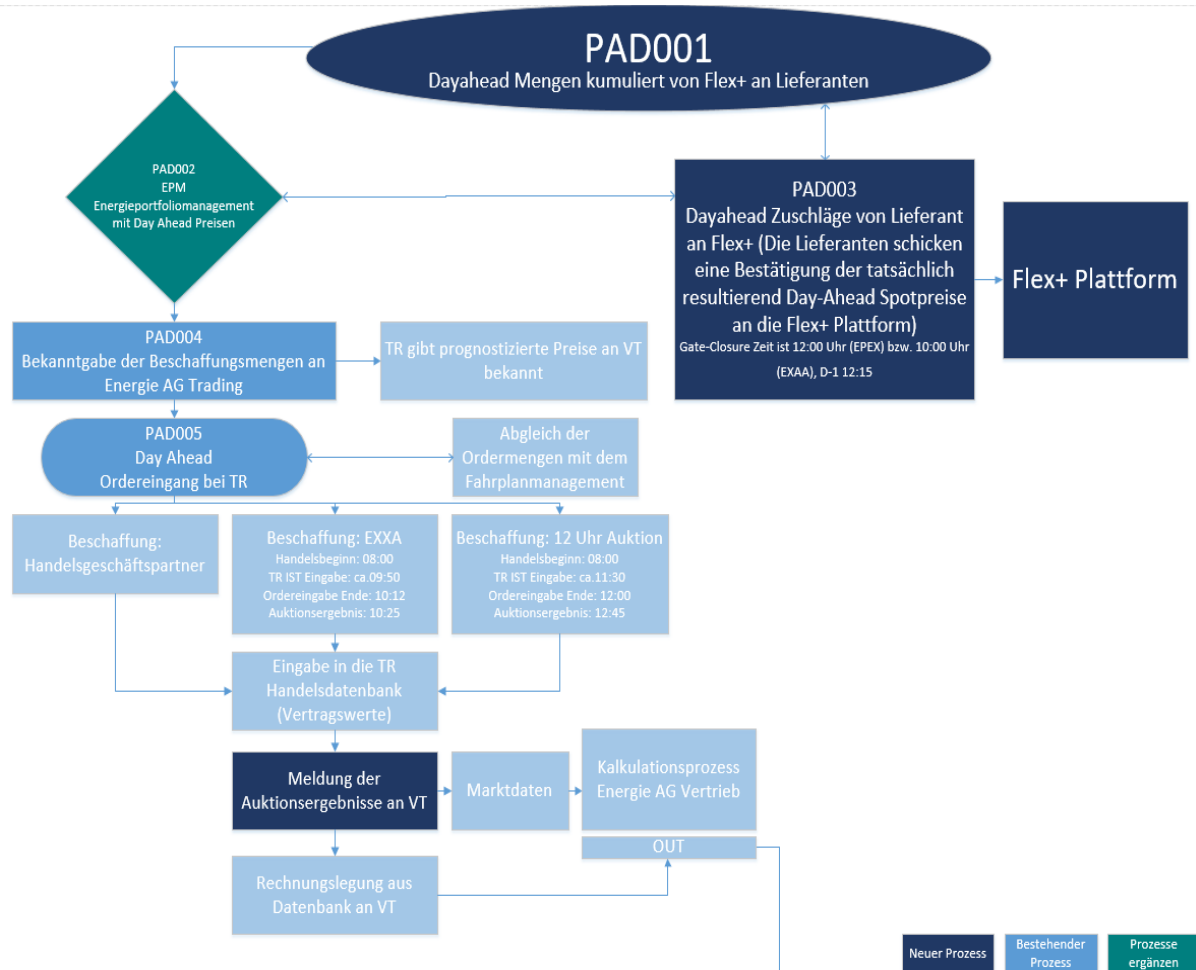
Abrechnung: Customer Service führt die Abrechnung mittels RTP (Real time pricing) durch und verarbeitet den Verbrauch pro Zählpunkt und die Energie AG rechnet Netzdienstleistungen, Steuern und Abgaben als Energie für den Kunden ab. Die für die Abrechnung benötigten Preise werden aus den Preiskurven (Preis pro Stunde pro Zählpunkt) von der Flex+ Plattform ins Abrechnungssystem importiert. Bei jährlicher Abrechnung: Anschließend wird ein Rechnungsformular auf Basis einer Hochrechnung für Teilzahlungsbetrag inklusive der Jahresrechnung gesendet.

### **7.3.3 Flatratepreismodell**

Die Energie AG Vertrieb hat zum aktuellen Zeitpunkt noch kein System für die Abrechnung eines Flatratepreismodells vorgesehen, daher kann der Abrechnungsprozess bis dato nicht beschrieben werden. Um zum Flatratepreismodell aussagekräftige Aussagen treffen zu können und eine Aufwandschätzung abgeben zu können, wäre es notwendig ein komplett neues Produkt in das Energie AG System zu implementieren. Anschließend müsste das neue Preismodell an die Anforderungen von Flex+ angepasst werden.

## 7.4 Prozessbeschreibung zur Preisermittlung Day-Ahead und Intra-day

### 7.4.1 Prozessbeschreibung zur Preisermittlung Day Ahead



**Abbildung 131 - Prozessbeschreibung zur Preisermittlung Day Ahead**

PAD001: Die Day Ahead Mengen werden kumuliert von der Flex+ Plattform an die Lieferanten gesendet. Dies geschieht einen Tag vor tatsächlichen Lieferbeginn bis 11:00 Uhr.

PAD002: EPM Energieportfoliomanagement mit Day Ahead Preisen

- Bestellung wird wie gehabt durchgeführt und an Trading per Mail gesendet.

PAD003: Day Ahead Zuschläge von Lieferanten an die Flex+ Plattform (die Lieferanten schicken eine Bestätigung der tatsächlich resultierenden Day Ahead Spotpreise an die Flex+ Plattform) Gate Closure Zeit ist 12:00 Uhr (EPEX) und 10:00 Uhr (EXAA).

PAD004: Danach erfolgt eine Bekanntgabe der Beschaffungsmengen an die Energie AG Trading. (Poolpreise von Flex+).

PAD005: Als nächsten Prozess erfolgt ein Day Ahead Ordereingang bei der Energie AG Trading und infolgedessen werden innerhalb der Trading die Ordermengen mit dem Fahrplanmanagement abgeglichen.

Die Beschaffung in der Trading erfolgt in drei Schritten:

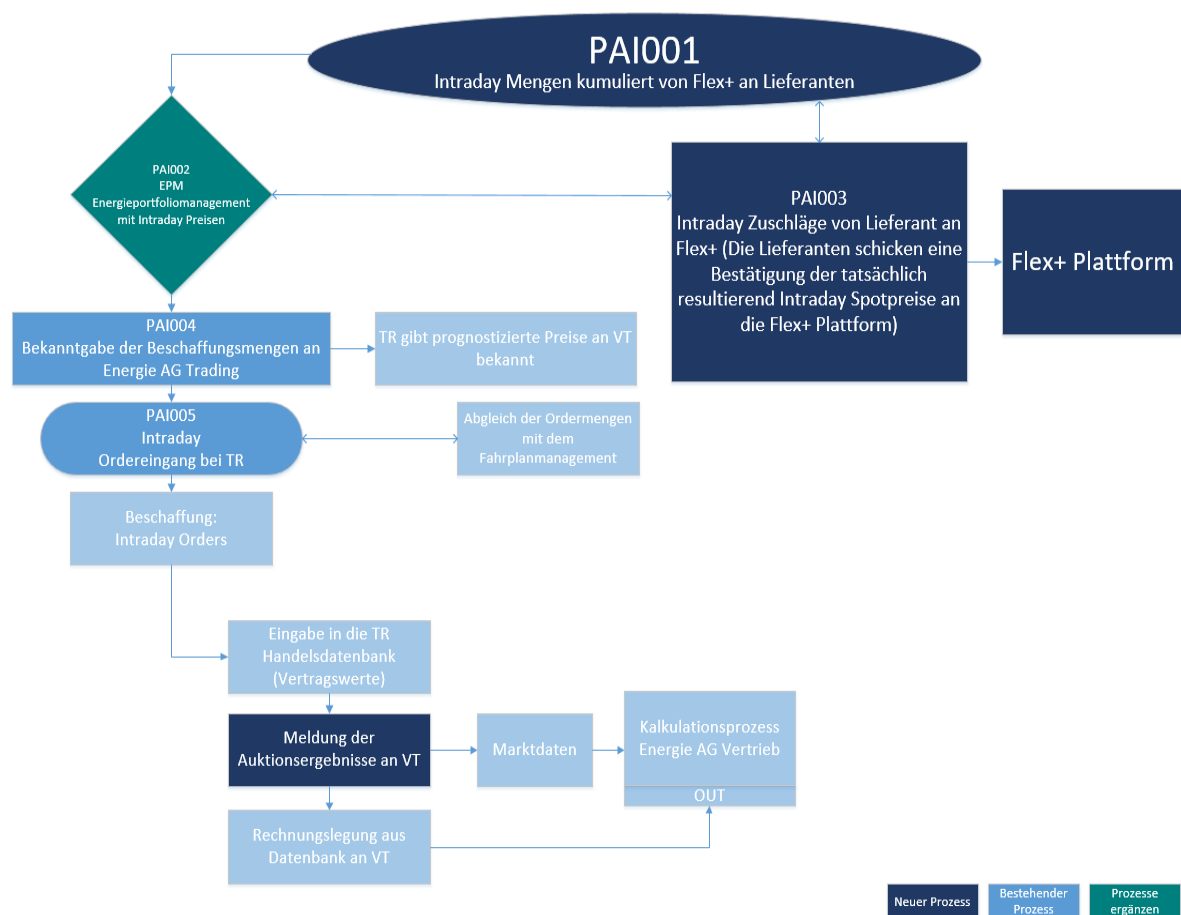
1. Beschaffung über die jeweiligen Handelspartner
2. Beschaffung über EXAA

- a. Der Handelsbeginn erfolgt um 08:00 Uhr
  - b. Die IST Eingabe in der Trading erfolgt um ca. 09:50 Uhr
  - c. Die Ordereingabe endet um ca. 10:12 Uhr
  - d. Das Auktionsergebnis erhält man um ca. 10:25 Uhr
3. Beschaffung über die 12 Uhr Auktion
- a. Handelsbeginn erfolgt um 08:00 Uhr
  - b. Die IST Eingabe in der Trading erfolgt um ca. 11:30 Uhr
  - c. Die Ordereingabe endet um ca. 12:00 Uhr
  - d. Das Auktionsergebnis erhält man um ca. 12:45 Uhr

Nach diesen unterschiedlichen Varianten der Beschaffung erfolgt eine Eingabe der Vertragswerte in die Trading Handelsdatenbank. Danach werden die Auktionsergebnisse an die Trading zurückgemeldet und es wird eine Rechnungslegung aus der Datenbank an den Vertrieb generiert und gesendet.

Die Rechnungslegung gilt als interner Prozess der Energie AG zur Überprüfung und eventueller Anpassung der Preise.

#### 7.4.2 Prozessbeschreibung zur Preisermittlung Intraday



**Abbildung 132 - Prozessbeschreibung zur Preisermittlung Intraday**

PAI001: Die Intraday Mengen werden stündlich kumuliert von der Flex+ Plattform an die Lieferanten gesendet. Die Plattform gibt vor, welche Menge benötigt werden und diese werden von der Energie AG Oberösterreich Vertrieb GmbH an die Trading GmbH weitergeleitet. Dies passiert am selben Tag bis zum vorgegebenen Lieferbeginn der jeweiligen Börse.

- Dieser Prozess gilt als interner Prozess.

PAI002: EPM Energieportfoliomanagement mit Intraday Preisen, das bestehende Energieportfoliomanagement der Energie AG Vertrieb GmbH wird angepasst, um die Intraday Preise und Mengen lt. Flex+ Plattform zu verarbeiten und entsprechend zu bestellen.

- Erstellen eines eigenen Preisindexes welcher mit den empfangenen Werten täglich fortgeschrieben wird.
- Import der Werte in ein EDM Profil welches zum Absatzprofil hinzugerechnet wird.
- Erstellen eines Deals im System (Dealart: Intraday)

PAI003: Intraday Zuschläge von Lieferanten werden stündlich rollierend an die Flex+ Plattform gesendet.

PAI004: Danach erfolgt eine Bekanntgabe der Beschaffungsmengen an die Energie AG Trading. (Poolpreise von Flex+).

PAI005: Als nächsten Prozess erfolgt ein Intraday Ordereingang bei der Energie AG Trading.

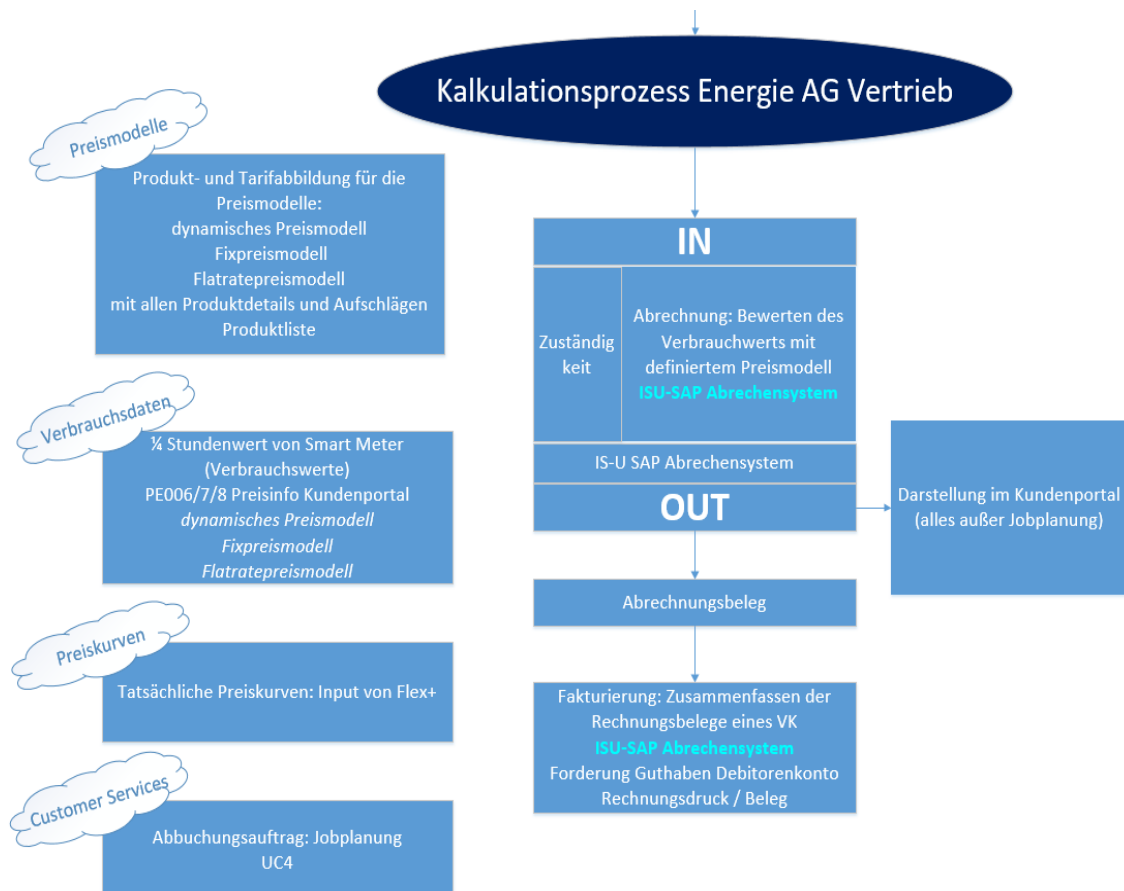
- Die Trading beschafft laufend die Intraday Orders vom VT und liefert die realisierten Preise zurück. Bei der Energie AG erfolgt die Intraday Beschaffung über EPEX.

Nach dieser Variante der Beschaffung erfolgt eine Eingabe der Vertragswerte in die Trading Handelsdatenbank. Danach werden die Auktionsergebnisse an die Trading zurückgemeldet und es wird eine Rechnungslegung aus der Datenbank an den Vertrieb generiert und gesendet.

Die Rechnungslegung gilt als interner Prozess der Energie AG zur Überprüfung und eventueller Anpassung der Preise.

Eine detaillierte Prozessbeschreibung des Kalkulationsprozesses der Energie AG Vertrieb erfolgt im nächsten Kapitel 7.5.

## 7.5 Prozessbeschreibung Kalkulationsprozess der Energie AG Vertrieb



**Abbildung 133 - Ablaufmodell Kalkulation Energie AG**

Bei der Energie AG erhalten die Kunden grundsätzlich eine jährliche Turnusabrechnung für Ihren Stromverbrauch. Bei Bedarf können zudem Zwischenabrechnungen, monatliche Rechnungen und Schlussrechnungen erstellt werden. Als Standard für die Preismodelle Fixpreismodell, Flatrate-Preismodell und dynamisches Preismodell wird eine jährliche oder monatliche Abrechnung vorgesehen. Die Energie AG Vertrieb rechnet Netzdienstleistungen, Steuern und Abgaben als Energie für den Kunden ab.

Nötige Inputparameter für die Abrechnung sind:

- Die im SAP angelegten Produkt- und Tarifdaten für alle Preismodelle sowie die Zuordnung zu Kunden
- Die Verbrauchsdaten des Kunden. Für die Abrechnung werden die Verbrauchsdaten, die von den Netzbetreibern laut bestehenden Marktprozessen übermittelt werden, herangezogen. Für die Preismodelle sind 1/4-Stundendaten, d.h. Smart Meter Daten, erforderlich.
- Für die Abrechnung des dynamischen Preismodells sind zusätzlich die Preiskurven von Flex+ erforderlich, um die stündlichen Preise je Zählpunkt zu eruieren.

Durch die Jobplanung wird die Abrechnung angestoßen. Diese erfolgt dann auf Basis der genannten Input-Daten sowie Stammdaten im SAP IS-U. Nach erfolgreicher Erstellung der Abrechnungsbelege erfolgt die Fakturierung und der Rechnungsdruck/-versand an die Kunden.

Die wesentliche Änderung des Abrechnungsprozesses für die Preismodelle aus Flex+ ergibt sich aus dem dynamischen Preismodell und der Notwendigkeit stündliche Preise einzulesen und zu verarbeiten. Tatsächliche Fahrpläne der Flex+ Kundinnen und Kunden werden von

der Flex+ Plattform gesendet, als EDM Profil gespeichert und für das Realtime-Pricing verwendet.

Auf Basis der oben genannten Input-Daten erfolgt auch die Darstellung im Kundenportal. Dort werden die zählpunktspezifischen Produkt- und Tarifdaten in einer für die Kunden verständlichen Form aufbereitet und die Verbrauchsdaten in der vorhandenen Granularität (1/4-stundengenau bis Jahreswerte) angezeigt. Zudem werden auch relevante Stammdaten angezeigt sowie vergangene Rechnungen zur Anzeige bzw. zum Download zur Verfügung gestellt.

Beim dynamischen Preismodell müssten als wesentliche Neuerung zusätzlich die stündlichen Preise verknüpft mit dem stündlichen Verbrauch, angezeigt werden. Um den Kunden die nötige Transparenz zu bieten, sollte sehr zeitnah (wenn möglich in Echtzeit) erfolgen.

## 7.6 Kalkulationsprozess der Energie AG

Anhand der Informationen im Energie AG Konzern durch die relevanten Schnittstellen Trading, Customer Services, Information Service und Beschaffung wurde intern der Personalaufwand in Stunden und in Euro, als auch die Dauer der Umsetzung für die jeweiligen Prozesse hochgerechnet. Es sind unterschiedliche Stundensätze für die Umsetzer hinterlegt und in der Kalkulation zusammengefasst. Die angeführten Daten gelten als Richtwerte für eine mögliche Umsetzung.

**Tabelle 18 - Kalkulation Energieportfoliomanagement mit DA Preisen**

<b>Prozessnummer:</b>	<b>PSI001</b>
<b>Prozessname:</b>	Energieportfoliomanagement mit Day-Ahead Preisen
<b>Investitionen:</b>	€ 0
<b>Laufende Kosten / Monat</b>	€ 0
<b>Personalaufwand h:</b>	120h
<b>Personalaufwand €:</b>	€ 7.200
<b>Umsetzungsdauer Monate:</b>	2 Monate

**Tabelle 19 - Kalkulation Energieportfoliomanagement mit ID Preisen**

<b>Prozessnummer:</b>	<b>PSI002</b>
<b>Prozessname:</b>	Energieportfoliomanagement mit Intraday Preisen
<b>Investitionen:</b>	€ 20.000
<b>Laufende Kosten / Monat</b>	€ 1.000 / Monat
<b>Personalaufwand h:</b>	190 h
<b>Personalaufwand €:</b>	€ 14.000
<b>Umsetzungsdauer Monate:</b>	2 Monate

**Tabelle 20 - Kalkulation Abrechnung Fixpreismodell**

<b>Prozessnummer:</b>	<b>PSI003</b>
<b>Prozessname:</b>	Abrechnung Fixpreismodell
<b>Investitionen:</b>	€ 0
<b>Laufende Kosten / Monat</b>	€ 0
<b>Personalaufwand h:</b>	80 h
<b>Personalaufwand €:</b>	€ 6.400
<b>Umsetzungsdauer Monate:</b>	2 Monate

**Tabelle 21 - Kalkulation Abrechnung dynamisches Preismodell**

<b>Prozessnummer:</b>	<b>PSI004</b>
<b>Prozessname:</b>	Abrechnung dynamisches Preismodell
<b>Investitionen:</b>	€ 0
<b>Laufende Kosten / Monat</b>	€ 0
<b>Personalaufwand h:</b>	160 h
<b>Personalaufwand €:</b>	€ 12.800
<b>Umsetzungsdauer Monate:</b>	4 Monate

**Tabelle 22 - Kalkulation Abrechnung Flatratepreismodell**

<b>Prozessnummer:</b>	<b>PSI005</b>
<b>Prozessname:</b>	Abrechnung Flatratepreismodell
<b>Investitionen:</b>	
<b>Laufende Kosten / Monat</b>	
<b>Personalaufwand h:</b>	
<b>Personalaufwand €:</b>	
<b>Umsetzungsdauer Monate:</b>	

\*\*\* Es können zum jetzigen Zeitpunkt noch keine Aussagen zur Abrechnung des Flat-ratepreismodells gegeben werden.



**Tabelle 23 - Kalkulation Preisinfo dynamisches Preismodell**

<b>Prozessnummer:</b>	<b>PSI006</b>
<b>Prozessname:</b>	Preisinfo dynamisches Preismodell
<b>Investitionen:</b>	€ 0
<b>Laufende Kosten / Monat</b>	€ 0
<b>Personalaufwand h:</b>	240h
<b>Personalaufwand €:</b>	€ 21.600
<b>Umsetzungsdauer Monate:</b>	6 Monate

**Tabelle 24 - Kalkulation Preisinfo Fixpreismodell**

<b>Prozessnummer:</b>	<b>PSI007</b>
<b>Prozessname:</b>	Preisinfo Fixpreismodell
<b>Investitionen:</b>	€ 0
<b>Laufende Kosten / Monat</b>	€ 0
<b>Personalaufwand h:</b>	100h
<b>Personalaufwand €:</b>	€ 9.000
<b>Umsetzungsdauer Monate:</b>	1 Monate

**Tabelle 25 - Kalkulation Preisinfo Flatratepreismodell**

<b>Prozessnummer:</b>	<b>PSI008</b>
<b>Prozessname:</b>	Preisinfo Flatratepreismodell
<b>Investitionen:</b>	
<b>Laufende Kosten / Monat</b>	
<b>Personalaufwand h:</b>	
<b>Personalaufwand €:</b>	
<b>Umsetzungsdauer Monate:</b>	

\*\*\* Es können zum jetzigen Zeitpunkt noch keine Aussagen zur Preisinfo des Flatratepreismodells gegeben werden.

**Tabelle 26 - Kalkulation Anpassungen Produkt- und Tarifabbildung für die Preismodelle und Stammdatenaufbau/Umbau**

<b>Prozessnummer:</b>	<b>PSI009</b>
<b>Prozessname:</b>	Anpassungen Produkt- und Tarifabbildung für die Preismodelle + Stammdatenaufbau/Umbau
<b>Investitionen:</b>	€ 0
<b>Laufende Kosten / Monat</b>	€ 0
<b>Personalaufwand h:</b>	100h
<b>Personalaufwand €:</b>	€ 10.000
<b>Umsetzungsdauer Monate:</b>	2 Monate

**Tabelle 27 - Kalkulation Customizing Produktabbildung**

<b>Prozessnummer:</b>	<b>PSI010</b>
<b>Prozessname:</b>	Customizing Produktabbildung
<b>Investitionen:</b>	€ 0
<b>Laufende Kosten / Monat</b>	€ 1.100
<b>Personalaufwand h:</b>	160h
<b>Personalaufwand €:</b>	€ 12.800
<b>Umsetzungsdauer Monate:</b>	1 Monat

## 8 Referenzen

- Anon., 2019. *Wikipedia*. [Online]  
Available at: <https://de.wikipedia.org/wiki/Modbus>  
[Zugriff am 3 Dezember 2019].
- Avraham, S. B., 2017. *Medium*. [Online]  
Available at: <https://medium.com/extend/what-is-rest-a-simple-explanation-for-beginners-part-1-introduction-b4a072f8740f>  
[Zugriff am 26 November 2019].
- Barnum, C. M., 2010. *Usability Testing Essentials: Ready, Set...Test!*. 1st Hrsg. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc..
- Bohn, D., 2017. *Linkedin*. [Online]  
Available at: <https://www.linkedin.com/pulse/modbus-rtu-verses-tcpip-whats-difference-david-bohn>  
[Zugriff am 3 Dezember 2019].
- Datafiniti, 2014. *Datafiniti*. [Online]  
Available at: <https://blog.datafiniti.co/4-reasons-you-should-use-json-instead-of-csv-2cac362f1943>  
[Zugriff am 26 November 2019].
- E-Control, 2017. Gas Market Code for the Tyrol and Vorarlberg Market Areas. In: *Gas Market Rules September 2017*. s.l.:E-Control.
- IPCOMM, 2019. *IPComm*. [Online]  
Available at: <https://www.ipcomm.de/protocol/IEC104/en/sheet.html>  
[Zugriff am 3 Dezember 2019].
- Mason, A. G., 2002. *Cisco secure virtual private networks*. Indianapolis: Cisco Press.
- Rouse, M., Bedell, C., Hannan, E. & Wilson, S., 2019. *TechTarget - SearchAppArchitecture*. [Online]  
Available at: <https://searchapparchitecture.techtarget.com/definition/RESTful-API>  
[Zugriff am 26 November 2019].
- Thattil, S., 2019. *YUHIRO*. [Online]  
Available at: <https://www.yuhiro.de/rest-vs-soap-einfuehrung-unterschiede-vorteile/>  
[Zugriff am 26 November 2019].
- Triangle MicroWorks, 2018. *Triangle MicroWorks, Inc.*. [Online]  
Available at: <https://www.trianglemicroworks.com/products/source-code-libraries/iec-60870-scl-pages/overview>  
[Zugriff am 26 November 2019].

## 9 Anhang

### 9.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Flex+ IT Übersicht	11
Abbildung 2 - Beispiel für eine Prozesstabelle	12
Abbildung 3 - Iteratives Vorgehensmodell nach ISO 9241:210	22
Abbildung 4 - Auszug aus der Recherche vergleichbarer Applikationen 1/2	24
Abbildung 5 - Auszug aus der Recherche vergleichbarer Applikationen 2/2	24
Abbildung 6 - Flex+ Übersicht Vorschlag aus v1.0 des ms.GIS Prototypen	25
Abbildung 7 - Komponentenübersicht Vorschlag aus v1.0 des ms.GIS Prototypen	26
Abbildung 8 - Erster Vorschlag eines Verbrauchsdiagrammes	27
Abbildung 9 - Erster Vorschlag eines Diagrammes zur Anzeige der Energiebedarfsdeckung	27
Abbildung 10 - Erster Vorschlag eines Gesamtdiagramms mit Erzeugung, Verbrauch, Einkauf und Verkauf	28
Abbildung 11 - Gegenvorschlag zur gleichzeitigen Darstellung aller relevanten Werte in einer Anzeige	29
Abbildung 12 - Finale Version des kompakten Diagramms zur Anzeige aller Systemvorgänge in einem einzigen Diagramm	29
Abbildung 13 - Mockup der QuickView	30
Abbildung 14 - Mockup der Device Anzeige	32
Abbildung 15 - Mockup der Detailansicht der „Energy optimization“ Kachel	33
Abbildung 16 - Mockup Settings EMS	34
Abbildung 17 - Mockup Scheduler	35
Abbildung 18 - Mockup Device Details (Car)	36
Abbildung 19 - Mockup details (car charger)	37
Abbildung 20 - Mockup Device details (car charger)	37
Abbildung 21 - Mockup Rules hinzufügen	38
Abbildung 22 - Mockup History for Battery	39
Abbildung 23 - Mockup Leistungskurven in History	39
Abbildung 24 - Nachbau Fronius UI ohne Modifikation	40
Abbildung 25 - Webseite zur Anzeige der beigetragenen Energiemenge	41
Abbildung 26 - Webseite eines Steuerelementes zum Eintragen von Abwesenheiten	42
Abbildung 27 - Webseite zum Eintragen von Abwesenheiten 1/2	42
Abbildung 28 - Webseite zum Eintragen von Abwesenheiten 2/2	43
Abbildung 29 - Webseite für den Hauptbildschirm, wenn Abwesenheiten eingetragen sind	43
Abbildung 30 - Vorschlag den Beitrag zu Flex+ mittels eines gesonderten Wertes einzubinden	44
Abbildung 31 - Vorschlag zur Anzeige des Flex+ Beitrages im Rahmen der Produktion mit Kennzeichnung	44
Abbildung 32 - Darstellung von reinem Netzverbrauch ohne Batteriebeteiligung	45
Abbildung 33 - Darstellung von Batterieladung bis 80% danach Einspeisung ins Netz durch Flex+	46
Abbildung 34 - Vorschlag die Anzeige der Flexibilität unter den generellen Einstellungen mit Zusatzoptionen zu platzieren	47
Abbildung 35 - Vergrößerung des Bildausschnittes zur Einbindung der Flex+ Informationen im Einstellungsmenü	47
Abbildung 36 - Vorschlag die Anzeige der Flexibilität bei den Stromtarifeinstellungen einzufügen	48
Abbildung 37 - Neu erstelltes Diagramm für die nächste Iteration des Prototyps	49
Abbildung 38 - Erster Vorschlag zur Einführung eines einfachen und eines Expertenmodus in den Diagramme	49
Abbildung 39 - Zweiter Vorschlag zur Einführung eines einfachen und eines Expertenmodus in den Diagrammen	50
Abbildung 40 - Tagesdiagramm der Energiequellen	51
Abbildung 41 - Monatsdiagramm der Energiequellen	51
Abbildung 42 - Jahresdiagramm der Energiequellen	52
Abbildung 43 - Diagramm der totalen Laufzeit der Energiequellen	52
Abbildung 44 - Tagesdiagramm der Energienutzer	53
Abbildung 45 - Monatsdiagramm der Energienutzer	53
Abbildung 46 - Batteriediagramm ohne Flex+	54
Abbildung 47 - Batteriediagramm mit Flex+	54

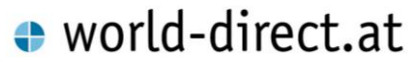
Abbildung 48 - Autarkie Diagramm mit Umschaltknopf zu Eigenverbrauch Diagramm	55
Abbildung 49 - Eigenverbrauch Diagramm mit Umschaltknopf zu Autarkie Diagramm	55
Abbildung 50 - Einfacher Modus des Flex+ Diagramms mit Umschaltknopf zum Experten Modus	56
Abbildung 51 - Experten Modus des Flex+ Diagramms mit Umschaltknopf zum einfachen Modus	56
Abbildung 52 - Bedeutung des „SUS Score Ratings“ (Bangor et al. 2009)	58
Abbildung 53 - Vergleich der SUS Scores der Fronius Prototypen	62
Abbildung 54 - Autarkiediagramm im finalen Fronius Prototyp mit eigenem Navigationspunkt	63
Abbildung 55 - Eigenverbrauchdiagramm im finalen Fronius Prototyp mit eigenem Navigationspunkt	63
Abbildung 56 - Flex + Einfacher Modus im finalen Fronius Prototyp	64
Abbildung 57 - Flex+ Experten Modus im finalen Fronius Prototyp	64
Abbildung 58 - Erster Vorschlag einer Flex+ Übersicht	65
Abbildung 59 - Erster Vorschlag zur Erweiterung der vorhandenen Menüstruktur	65
Abbildung 60 - Erster Vorschlag der ergänzten Flex+ Einstellungen	66
Abbildung 61 - Erster Vorschlag der Einstellungsmöglichkeit für Flex+ Optionen	66
Abbildung 62 - Erster Vorschlag einer Zustandsanzeige des Systems	67
Abbildung 63 - Zweiter Vorschlag einer Flex+ Gesamtübersicht	67
Abbildung 64 - Vorschlag zum Einbau von Flex+ wertbezogenen Diagrammen in die Übersicht	68
Abbildung 65 - Erster Vorschlag zum Einbinden des Flex+ Verbrauchs in bestehende Statistiken	68
Abbildung 66 - Erster Vorschlag zum Einbinden des Flex+ Verbrauchs in die Gesamtverbrauchsstatistik	69
Abbildung 67 - Komprimierung der Flex+ Einstellungsmöglichkeiten	69
Abbildung 68 - Vorschlag zur Einbindung von Flex+ Informationen	70
Abbildung 69 - Vorschlag zur Komfortbereichregelung	70
Abbildung 70 - Vorschlag die verschiedenen Werte nacheinander anzuzeigen	71
Abbildung 71 - Vorschlag die Werte pro Tag nacheinander anzuzeigen	72
Abbildung 72 - Vorschlag die Werte in einer Zeile mit dem Datum zusammen zu fassen	72
Abbildung 73 - Vorschlag für die Flex+ Statistik Gesamtübersicht	73
Abbildung 74 - Vergleich der SUS Scores der iDM Prototypen	76
Abbildung 75 - Flex+ Einstellungen im finalen Prototyp	77
Abbildung 76 - Flex+ Statistiken im finalen Prototyp	78
Abbildung 77 - Informationsbutton im finalen Prototyp	78
Abbildung 78 - Informationstext zu den Flex+ Statistiken im finalen Prototyp	79
Abbildung 79 - Home-Bildschirm Austria Email V0	81
Abbildung 80 - Konfiguration Austria Email V0	81
Abbildung 81 - Konfiguration Austria Email V1	82
Abbildung 82 - Konfiguration Austria Email V2	82
Abbildung 83 - Konfiguration Übersicht Austria Email V2	82
Abbildung 84 - Zeitplan Austria Email V1	83
Abbildung 85 - Zeitplan Austria Email V2	83
Abbildung 86 - Zeitplan Austria Email V3	83
Abbildung 87 - Detail Wochentag Austria Email V1	83
Abbildung 88 - Detail Wochentag Austria Email V2	83
Abbildung 89 - Google Kalender Wochenansicht	84
Abbildung 90 - Google Kalender Terminansicht	84
Abbildung 91 - Anlernphase Home Austria Email V2	85
Abbildung 92 - Anlernphase Home Austria Email V3	85
Abbildung 93 - Home Austria Email V1	86
Abbildung 94 - Home Austria Email V2	86
Abbildung 95 - Home Austria Email V3	86
Abbildung 96 - Menu Austria Email V3	87
Abbildung 97 - Einstellungen Austria Email V3	87
Abbildung 98 - Flex+ Beitrag Austria Email V3	87
Abbildung 99 - SUS Score Austria Email	88
Abbildung 100 - Home-Bildschirm Kreisel V0	90
Abbildung 101 - Konfiguration Kreisel V0	90
Abbildung 102 - Konfiguration Kreisel V1	91
Abbildung 103 - Konfiguration Kreisel V2	91
Abbildung 104 - Konfiguration Übersicht Kreisel V2	91
Abbildung 105 - Zeitplan Kreisel V1	92

Abbildung 106 - Zeitplan Kreisel V2	92
Abbildung 107 - Detail Wochentag Kreisel V1	93
Abbildung 108 - Detail Wochentag Kreisel V3	93
Abbildung 109 - Anlernphase Home Kreisel V2	94
Abbildung 110 - Anlernphase Home Kreisel V3	94
Abbildung 111 - Home Kreisel V1	95
Abbildung 112 - Home Kreisel V2	95
Abbildung 113 - Home Kreisel V3	95
Abbildung 114 - Popup 1 Kreisel V1	96
Abbildung 115 - Popup 1 Kreisel V2	96
Abbildung 116 - Popup 1 Kreisel V3	96
Abbildung 117 - Popup 2 Kreisel V1	96
Abbildung 118 - Popup 2 Kreisel V2	96
Abbildung 119 - Popup 2 Kreisel V3	96
Abbildung 120 - Flex+ Beitrag Kreisel V1	97
Abbildung 121 - Flex+ Beitrag Kreisel V2	97
Abbildung 122 - Flex+ Beitrag Kreisel V3	97
Abbildung 123 - Einstellungen Kreisel V3	98
Abbildung 124 - Daten Kreisel V3	98
Abbildung 125 - Kontakt Kreisel V3	98
Abbildung 126 - SUS Score Kreisel	100
Abbildung 127 - EMS-Messcluster	101
Abbildung 128 - EMS-Programmteile	102
Abbildung 129 - EMS-Systemarchitektur	103
Abbildung 130 - Ablaufplan der Sicherheitsanalyse	107
Abbildung 131 - Prozessbeschreibung zur Preisermittlung Day Ahead	111
Abbildung 132 - Prozessbeschreibung zur Preisermittlung Intraday	112
Abbildung 133 - Ablaufmodell Kalkulation Energie AG	114

## 9.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Forecasting Regelenergie und Day-Ahead PV001 bis PV004	16
Tabelle 2 - Ökoforecast PV005 und PV006	17
Tabelle 3 - Regelenergieoptimierung bis -zuschlag PV007 bis PV010	17
Tabelle 4 - Day-Ahead Optimierung bis Zuschlag PV011 bis PV014	18
Tabelle 5 - Regelenergie-Aktivierung PE001 und PE002	19
Tabelle 6 - Rollierender Intraday Forecast bis Zuschlag PE003 bis PE007	19
Tabelle 7 - Regelenergie-Daten von den Pools für die Lieferanten PD001 bis PD003	20
Tabelle 8 - Regelenergie-Daten für den Regelreserveanbieter PD026 und PD028	20
Tabelle 9 - Testergebnisse Task 1 - Energieproduktion Tagesvergleich beider Fronius Prototypen	59
Tabelle 10 - Testergebnisse Task 2 - Stromverbrauch Monatsvergleich beider Fronius Prototypen	59
Tabelle 11 - Testergebnisse Task 3 - Energienutzung Jahresaufteilung beider Fronius Prototypen	60
Tabelle 12 - Testergebnisse Task 4 - Stromverbrauch Jahresvergleich beider Fronius Prototypen	60
Tabelle 13 - Testergebnisse Task 5 - 8 des erweiterten Fronius Prototyps	61
Tabelle 14 - Testergebnisse Task 9 - 11 des erweiterten Fronius Prototyps	61
Tabelle 15 - Testergebnisse der Time-on-Task in den iDM Prototypen	75
Tabelle 16 - Testergebnisse der Failure Rate in den iDM Prototypen	75
Tabelle 17 - Testergebnisse des Task Success in den iDM Prototypen	75
Tabelle 18 - Kalkulation Energieportfoliomanagement mit DA Preisen	115
Tabelle 19 - Kalkulation Energieportfoliomanagement mit ID Preisen	115
Tabelle 20 - Kalkulation Abrechnung Fixpreismodell	116
Tabelle 21 - Kalkulation Abrechnung dynamisches Preismodell	116
Tabelle 22 - Kalkulation Abrechnung Flatratepreismodell	116
Tabelle 23 - Kalkulation Preisinfo dynamisches Preismodell	117
Tabelle 24 - Kalkulation Preisinfo Fixpreismodell	117
Tabelle 25 - Kalkulation Preisinfo Flatratepreismodell	117
Tabelle 26 - Kalkulation Anpassungen Produkt- und Tarifabbildung für die Preismodelle und Stammdatenaufbau/Umbau	118
Tabelle 27 - Kalkulation Customizing Produktabbildung	118

## Kontakt



### Hauptautor

Florian Guschl BSc.

World-Direct eBusiness solutions Gesellschaft m.b.H,

[florian.guschl@world-direct.at](mailto:florian.guschl@world-direct.at)

+43 512564 464 301



### 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.esterl@ait.ac.at](mailto:tara.esterl@ait.ac.at) | [www.ait.ac.at](http://www.ait.ac.at)