

Deliverable 6

Eigeninteressen der Prosumer und dynamische Interaktionsmöglichkeiten zwischen Aggregator und Prosumer

Version 1.0

Tara Esterl, Johanna Spreitzhofer, AIT

Andrea Werner, Kurt Leonhartsberger, Frederike Ettwein, FHTW

Carlo Corinaldesi, Georg Lettner, Daniel Schwabeneder, EEG

Georgios Chasparis, Mario Pichler, SCCH



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.:** D6
- **Deliverable Name:** Eigeninteressen der Prosumer und dynamische Interaktionsmöglichkeiten zwischen Aggregator und Prosumer
- **Lead Partner:** FHTW & AIT
- **Work Package Nr.:** WP2
- **Task Nr. & Name:** Task 2.2 / Prosumer-Eigeninteressen,
Task 2.5 / Interaktionsmöglichkeiten zwischen Aggregator und Prosumer über eine automatisierte, dynamische Schnittstelle
- **Dokument (File):** FLEX+_Deliverable-D6_v0_7.docx
- **Speicher Datum:** 2020-07-03

DOKUMENT SENSIBILITÄT

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

ÜBERARBEITUNGSVERLAUF

Version	Datum	Autor	Änderung
0.1	25.3.2019	AIT / TUW-EEG	Dokumentstruktur
0.2	4.4.2019	AIT	Kapitel 1.1, 1.2, 2.1-2.7, 3.1-3.4
0.3	5.4.2019	TUW-EEG	Ergänzungen zu Kapitel 3.2-3.4
0.4	8.4.2019	SCCH	Ergänzungen zu Kapitel 3.2-3.4
0.5	20.03.2020	FHTW	Kapitel 4
1.0	18.06.2020	AIT	Finale Ergänzungen

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel des Projektes Flex+ ist die Ermöglichung eines großflächigen Einsatzes von Prosumer-Flexibilität an den kurzfristigen Strommärkten unter Berücksichtigung der Prosumer Eigeninteressen.

Die Grundlage dafür stellt das Zusammenspiel von Aggregatoren und Prosumern dar. Aggregatoren übernehmen als zentrale Instanz die gemeinsame, koordinierte Ansteuerung mehrerer Komponenten / Prosumer. Dadurch wirken die Prosumer gegenüber dem restlichen Elektrizitätssystem wie ein großes Kraftwerk. Im Flex+ Projekt findet die Aggregation von Flexibilitäten in zwei Schritten statt. In den von den Herstellern betriebenen Komponenten-Pools werden Komponenten einer Technologie aggregiert und gesteuert. In der darüber liegenden Flex+ Plattform werden die Flexibilitäten aller Pools aggregiert und an die Vermarktung weitergegeben.

In Kapitel 2 werden verschiedene Möglichkeiten für die Ausgestaltung der Schnittstelle zwischen Flex+ Plattform und Komponenten-Pools analysiert. Darauf aufbauend wird eine automatisierte, dynamische Schnittstelle für das Projekt definiert, welche in Arbeitspaket 3 mittels Simulationen getestet werden wird. In Kapitel 3 wird die Schnittstelle der Komponenten-Pools zu den Einzelkomponenten und somit zu den Prosumern beschrieben. Dabei wird unterschieden zwischen den Informationen, die einmalig beim Neuanschluss einer Komponente übermittelt werden müssen und dem Austausch im laufenden Betrieb.

Die BesitzerInnen und NutzerInnen der flexiblen Komponenten nehmen eine wichtige Rolle in der Aggregation von Flexibilitäten ein; nur durch ihre Zustimmung zur Einbindung ihrer Komponenten in die aggregierte Flexibilitätsvermarktung kann das theoretische Potenzial einer Marktteilnahme gehoben werden.

Im Kontext von Flex+ sind **Eigeninteressen** jene Nutzungsvorstellungen, die auch in der Flexibilitätsvermarktung erhalten und sichergestellt werden müssen, sodass KomponentenbesitzerInnen einer Einbindung zustimmen können. Die Perspektiven der KomponentenbesitzerInnen, deren Motivatoren hinsichtlich einer Einbindung sowie die Erwartungen an Rahmenbedingungen, Vergütungen und nicht monetäre Anreize für die Integration der Komponenten in eine Flexibilitätsplattform wurden im Rahmen von 4 Fokusgruppen diskutiert und in einer Online-Umfrage mit über 850 TeilnehmerInnen validiert. Die Ergebnisse dieser empirischen Erhebungen werden im Kapitel 4 dargestellt.

Eine theoretische Einführung sowie die methodische Herangehensweise zur Perspektive der KomponentenbesitzerInnen sind in Kapitel 4.1. und 4.2. dargestellt. Die qualitativen Ergebnisse der Fokusgruppendifkussionen in Kapitel 4.3 geben einen tiefen Einblick in die Nutzungsmotivation und Anwendungen der Komponenten im Haushaltskontext, sowie ihre Perspektive zur Einbindung in die Flexibilitätsplattform. Hierbei zeigen sich für die vier Komponentengruppen welche Chancen und Risiken mit der Einbindung wahrgenommen werden und welche Maßnahmen und Rahmenbedingungen die DiskussionsteilnehmerInnen für angebracht halten um die möglichen Nachteile und Risiken abzumildern oder zu beseitigen.

Die Ergebnisse der Online Befragungen validieren und vertiefen diese Erkenntnisse und bieten empirische Erkenntnisse zur Bereitschaft zur Teilnahme in der Flexibilitätsplattform im Zusammenhang mit der jeweiligen Komponente.

Über den Komponentenbesitz hinaus werden persönliche und kontextuelle Faktoren, wie etwa Vorwissen, Einstellungsmerkmale (Energie- und Umweltbewusstsein, Technikaffinität, gesellschaftliches Engagement sowie das Vertrauen in Akteure des Energiesektors) sowie sozio-demografische Faktoren erhoben und hinsichtlich eines Zusammenhangs zu Einstellungen und Bereitschaft in Flexibilitätsplattform mit Prosumerkomponenten mitzuwirken analysiert.

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	7
1.1	Aggregation	7
1.1.1.1	Ökonomische Vorteile durch Aggregation	7
1.1.1.2	Aggregation von Leistung bzw. Energie	8
1.1.1.3	Aggregation von Technologien	8
1.2	Flex+ Architektur	9
2	DEFINITION DER SCHNITTSTELLE ZWISCHEN KOMPONENTEN- POOLS UND FLEX+ PLATTFORM	10
2.1	Austausch mit dem Vermarkter	10
2.2	Austausch eines statischen Fahrplans	11
2.3	Austausch eines mathematischen Modells	11
2.4	Austausch von 1-h-Flexibilitätsblöcken	12
2.5	Flex+ Ansatz	13
2.6	Austausch am Vortag	13
2.7	Austausch in Echtzeit	16
3	DEFINITION DER SCHNITTSTELLE ZWISCHEN KOMPONENTEN- POOLS UND PROSUMERN	19
3.1	Flex+ Ansatz	19
3.2	Initialisierung	19
3.3	Austausch am Vortag	20
3.4	Austausch in Echtzeit	21
4	BETRACHTUNG DER PROSUMER-EIGENINTERESSEN	23
4.1	Prosumer Eigeninteressen	23
4.1.1.1	Ziel der NutzerInnen Integration	23
4.1.1.2	Definition von Eigeninteressen und theoretischer Ansatz	23
4.2	Methoden	25
4.2.1.1	(Co-creation) Fokusgruppen	25
4.2.1.2	Befragung (Online Survey)	28
4.2.1.3	Berücksichtigung der (Zwischen-)Ergebnisse in Flex+	35
4.3	Ergebnisse der Fokusgruppen	36
4.3.1.1	Anschaffungsgründe und Motivatoren für die Komponente	36
4.3.1.2	Chancen und Risiken durch Einbringung der Komponente in die Flexibilitätsplattform	37
4.3.1.3	Rahmenbedingungen und Einstellungsoptionen	40
4.3.1.4	Anreize zur Mitwirkungen und Vergütung:	42
4.4	Ergebnisse der Online Umfrage	44

4.4.1.1	Charakterisierung der Stichprobe	44
4.4.1.2	Technologieauswahl und Anschaffungsmotivation	48
4.4.1.3	Einstellung zum „Prosumer Netzwerk“	52
4.4.1.4	Rahmenbedingungen und Motivatoren zur Teilnahme an „Prosumer Netzwerken“	53
4.4.1.5	Flex + Prosumer Segmentierung	58
4.5	Prosumer Eigeninteressen – Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	61
5	REFERENZEN.....	64
6	ANHANG	65
6.1	Abbildungsverzeichnis.....	65
6.2	Tabellenverzeichnis	65

EINHEITEN UND ABKÜRZUNGEN

Abkürzung/Einheit	Bedeutung
APG	Austrian Power Grid
DA	Day-Ahead
ID	Intraday
PRL	Primärregelleistung
RE	Regelenergie
SRL	Sekundärregelleistung
TRL	Tertiärregelleistung

1 Einleitung

Ziel des Projektes Flex+ ist die Ermöglichung eines großflächigen Einsatzes von Prosumer-Flexibilität an den kurzfristigen Strommärkten unter Berücksichtigung der Prosumer Eigeninteressen. Die Grundlage dafür stellen das Zusammenspiel von Aggregator und Prosumern dar, mögliche Konzepte für diese Interaktionen werden in Kapitel 2 und 3 beschrieben. Darauf aufbauend wird eine automatisierte, dynamische Schnittstelle definiert, welche im Arbeitspaket 3 mittels Simulationen getestet werden wird. Die Eigeninteressen der Prosumer wurde im Rahmen eines Co-Creation Prozesses in mehreren Workshops und einer Befragung erfasst. Die Ergebnisse daraus sind in Kapitel 4 dokumentiert und zusammengefasst.

In diesem Einleitungskapitel werden die wesentlichen Begriffe für dieses Deliverable definiert, sowie ein Überblick über die Flex+ Architektur gegeben.

1.1 Aggregation

Unter Aggregation versteht man die gemeinsame, koordinierte Ansteuerung mehrerer Komponenten durch eine zentrale Instanz, meist Aggregator genannt. Durch die Aggregation wirken die einzelnen Komponenten gegenüber dem restlichen Elektrizitätssystem wie ein großes Kraftwerk. Anstelle des Wortes Aggregation wird im Energiesektor auch häufig das Wort Pooling synonym verwendet. In diesem Kapitel wird beschrieben, warum die Aggregation von Prosumern notwendig für eine Teilnahme an den kurzfristigen Strommärkten ist, und welche Vorteile damit erzielt werden können.

1.1.1.1 Ökonomische Vorteile durch Aggregation

Flexible Komponenten in Haushalten, wie Wärmepumpen, Batterien, Elektroautos und Boiler, haben geringere Leistungen und Speichergrößen, als „klassische“ Kraftwerke. Daher können sie üblicherweise nur dann an Strommärkten teilnehmen oder Systemdienstleistungen erbringen, wenn viele dieser kleinen Einheiten zu einem Pool aggregiert und gemeinsam angesteuert werden. Somit erlaubt die Aggregation den Endverbrauchern, aktive Teilnehmer im Stromsystem (= Prosumer) zu werden und an den Märkten zu partizipieren. Dadurch kann sich die Wirtschaftlichkeit der Komponenten erhöhen, indem Energiekosten eingespart werden.

Ein wesentlicher Grund für die Notwendigkeit der Aggregation von Prosumern sind die vorgeschriebenen Mindestleistungen für die Teilnahme an den Strommärkten. Am EPEX Spot Day-Ahead und Intraday Markt ist das Mindesthandelsvolumen 0,1 MW. Am österreichischen Regenergiemarkt gilt je nach Produkt eine Mindestgebotsgröße von 1 bzw. 5 MW.

Außerdem können durch Aggregation auch Prosumer komplexe Produkte, wie Regelenergie anbieten. Bei Sekundär- und Tertiärregelenergie (SRL & TRL) muss beispielsweise die angebotene Leistung und Energie immer für vier Stunden vorgehalten werden. Hier ist außerdem im Vorhinein nicht bekannt, ob und wie viele Abrufe es innerhalb dieser Produktperiode geben wird. Das heißt, dass sämtliche Komfortbedingungen bei den Prosumern eingehalten werden müssen, egal ob die vollen vier Stunden abgerufen werden, oder kein einziger Abruf kommt. Diese Bedingungen sind für eine einzelne Haushaltskomponente schwer erfüllbar. Wenn jedoch ein großer Pool an Komponenten gemeinsam Regelenergie anbietet, kann sichergestellt werden, dass ein Teil davon immer verfügbar ist und somit die volle Produktlänge erreicht werden kann. Bei Primärregelenergie (PRL) sind die Produkte derzeit noch eine Woche lang, hier ist Aggregation also sogar noch wichtiger. Allerdings soll dies 2019 auf 24 Stunden Produktlänge umgestellt werden und langfristig wie SRL und TRL auf vier Stunden (Austrian Power Grid AG, 2018).

Bei Regelenergieerbringung muss außerdem ein gewisses Back-up vorgehalten werden. Auch für diese Back-up-Erbringung ist Aggregation vorteilhaft. Für große Kraftwerke fordert der österreichische Übertragungsnetzbetreiber die Austrian Power Grid (APG) derzeit n-1 Sicherheit, d.h. das Back-up muss groß genug sein, um einen Ausfall des größten Kraftwerks zu kompensieren. Allerdings gilt dies nur für große, konventionelle Anlagen.

Für kleinere Anlagen und insbesondere Haushalte gibt es derzeit keine einheitliche Regelung, es muss aber mit Sicherheit mehr Back-up vorgehalten werden, als bei großen Anlagen. Dieses Thema wird im Projekt im Rahmen eines Workshops mit der APG diskutiert werden.

Des Weiteren erhöht das Pooling die Wirtschaftlichkeit für die Komponenten, durch Verringerung der anteiligen Kosten für die notwendige Kommunikationsinfrastruktur und der Datenschnittstellen. Die IT Infrastruktur ist insbesondere für die Regelenergiemarktteilnahme sehr teuer. Indem eine große Anzahl an Komponenten gemeinsam angesteuert wird, können die Kosten für den Einzelhaushalt gesenkt werden und außerdem die notwendige zentrale Steuerungseinrichtung effizienter genutzt werden. Auch die Personalkosten für die Regelenergiemarktteilnahme sind hoch, da beispielsweise aus Sicherheitsgründen 24/7 Serviceperson zur Verfügung stehen. Dies rentiert sich nur bei einer ausreichend großen Zahl an Prosumern im Pool.

Auch wenn man das Gesamtsystem betrachtet, bringt die Aggregation von Prosumern Vorteile. Sie erlaubt es, neue Teilnehmer an die Strommärkte zu bringen und somit deren Liquidität zu erhöhen. Dies kann zu günstigeren Preisen im Markt und daraus folgend auch zu geringeren Stromkosten für die restlichen Endverbraucher führen.

Generell kann man bei der Aggregation zwei verschiedene Arten unterscheiden: Zum einen können mehrere Komponenten mit der gleichen Technologie aggregiert werden. Zum anderen können auch mehrere Komponenten unterschiedlicher Technologien in einem Pool zusammengefasst werden. Beide Möglichkeiten werden in den folgenden beiden Abschnitten näher erläutert.

1.1.1.2 Aggregation von Leistung bzw. Energie

Wenn Komponenten mit gleicher Technologie (z.B. Wärmepumpen) aggregiert werden, ist das Ziel primär, die Leistung bzw. Energie gegenüber einer Einzelanlage zu erhöhen. Außerdem können damit Unsicherheitsfaktoren verringert und Prognosen verbessert werden. Beispielsweise ist es schwieriger, den Warmwasserverbrauch oder die elektrische Last eines einzelnen Haushaltes vorherzusagen, als von 100, da sich durch die größere Anzahl gewisse Extremwerte statistisch ausgleichen.

Generell können durch die Aggregation, wie oben beschrieben, neue Märkte für die Prosumer erschlossen werden. Allerdings erhöht sich durch eine aggregierte Ansteuerung auch der Gleichzeitigkeitsfaktor. Wenn beispielsweise alle Wärmepumpen in einem Verteilnetzabschnitt auf dasselbe Ansteuerungssignal reagieren und gleichzeitig aktiviert werden, kann dies zu Problemen im lokalen Netz führen. Dieser Aspekt wird im Kapitel 7.4 des Deliverable Nr. D.5 - Spezifikation der Geschäftsmodelle und deren Rahmenbedingungen. (Corinaldesi et al. 2019) näher betrachtet.

Ein Vorteil von einem Pool mit einer einheitlichen Technologie, ist das ähnliche Verhalten und damit der leichtere Forecast und Steuerung der einzelnen Komponenten. Komponenten einer Technologie haben ähnliche Flexibilitäten und ähnliche technische Charakteristika und Anforderungen, wie Reaktionszeiten, maximale Schaltzyklen, etc.

Im Projekt Flex+ findet die Aggregation von gleichen Technologien in den sogenannten Komponenten-Pools statt. Für jede der betrachteten Komponenten (Batterie, Elektroboiler, Elektroauto und Wärmepumpe) gibt es einen separaten, „technologie-reinen“ Pool, welcher die direkte Steuerung der Komponenten übernimmt. Dieser Ansatz wird im Kapitel 1.2 über die Flex+ Architektur näher beschrieben.

1.1.1.3 Aggregation von Technologien

Auf der anderen Seite können auch unterschiedliche Technologien in einem Pool zusammengefasst werden. Der wesentliche Vorteil hier ist, dass sich diese gegenseitig ergänzen können. Beispielsweise ist die Flexibilität von Elektroautos oft während des Ladens in der Nacht verfügbar, während Heizwärmepumpen eher unter Tags betrieben werden. Wenn beide Technologien in einem Pool kombiniert werden, kann so der ganze Tag abgedeckt

werden. So kann auch ein 4-h Regelenergieblock zwischen zwei Technologien aufgeteilt werden, die jeweils für sich beispielsweise nur zwei Stunden verfügbar wären.

Ein anderes Beispiel, für den Vorteil der Aggregation verschiedener Technologien ergibt sich bei Primärregelung, die immer symmetrisch, sowohl positiv, als auch negativ angeboten werden muss. Hier könnte man auch einen gemischten Pool sinnvoll einsetzen, indem beispielsweise Batteriesysteme mit Photovoltaikanlagen die positive und Wärmepumpen die negative Regelleistung liefern.

Indem unterschiedliche Komponenten zusammen aggregiert werden, kann in Summe somit in einigen Fällen mehr Flexibilität angeboten werden, als wenn die Komponenten in separaten Pools aggregiert werden würden. Im Projekt Flex+ werden die einzelnen Komponenten-Pools über die Flex+ Plattform auch Technologieübergreifend aggregiert (siehe Kapitel 1.2).

1.2 Flex+ Architektur

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Begriffe für das Projekt definiert. Abbildung 1 zeigt einen Überblick über die Flex+ Architektur mit allen wesentlichen Akteuren sowie den im Projekt vertretenen Firmenpartnern.

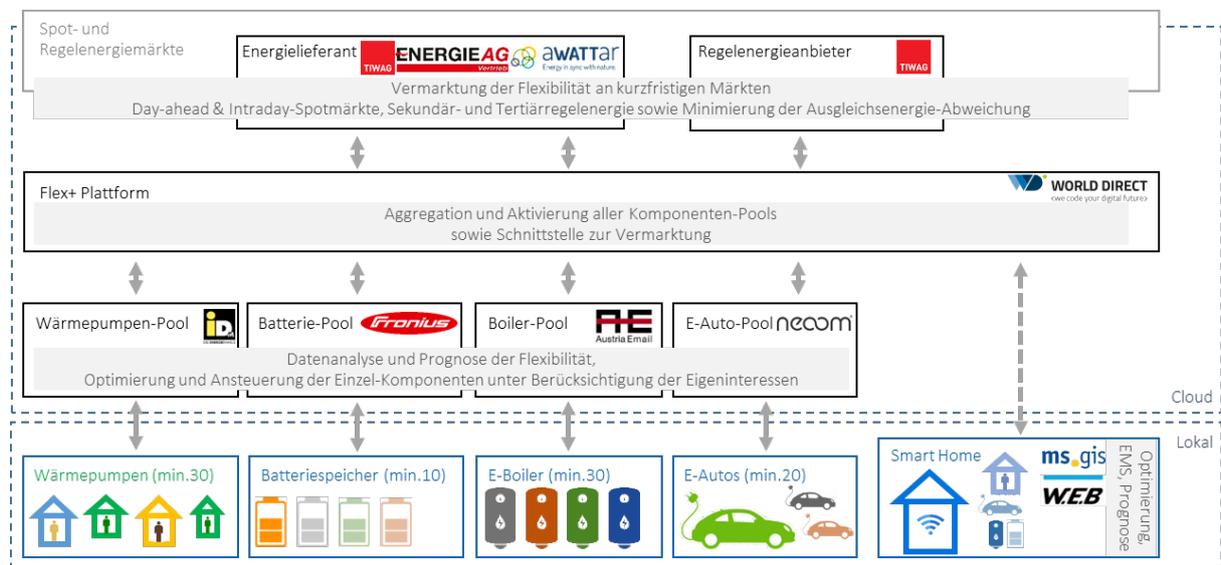


Abbildung 1: Überblick über die Flex+ Architektur

Das Gesamtsystem ist in die zwei Domänen Lokal und Cloud unterteilt. Auf der lokalen Ebene befinden sich *Prosumer*. Ein Prosumer ist im Flex+ Projekt ein Haushalt, welcher über eine oder mehrere flexible Komponenten verfügt. Unter *Komponente* wird im Projekt eine flexible technische Einheit verstanden, welche eine Kommunikationsschnittstelle nach außen hat. Dies kann eine *Wärmepumpe*, ein *Batteriespeicher*, ein *Elektroboiler* oder ein *E-Auto* sein. Die fünfte Komponente im Projekt ist das *Smart Home*, das heißt ein Gebäude, in dem eine Kombination aus den anderen vier Technologien vorhanden ist. Im Smart Home wird eine lokale Optimierung und Steuerung durchgeführt und die Kommunikation nach außen findet zentral über dessen *Energiemanagementsystem* statt.

Die einzelnen Komponenten werden über die *Komponenten-Pools* gesteuert und optimiert (z.B. Batterie-Pool). Diese Pools beinhalten nur Komponenten einer Technologie und werden von den jeweiligen Herstellern betrieben. Zwischen den lokalen Komponenten und den cloudbasierten Komponenten-Pools findet ein regelmäßiger Austausch statt, welcher in Kapitel 3 detailliert beschrieben wird. Die einzige Ausnahme bildet das Energiemanagementsystem, welches nicht über einen Pool, sondern direkt an die Flex+ Plattform angeschlossen ist.

Über den Komponenten-Pools steht die *Flex+ Plattform*. Dort werden die von den Pools angebotenen Flexibilitäten aggregiert. Die Flex+ Plattform bildet die Schnittstelle zwischen

den Pools und der Vermarktung. Außerdem werden von hier aus die einzelnen Pools bei einem Regelenergieabruf aktiviert. Nach oben hin kommuniziert die Flex+ Plattform mit den *Energielieferanten* und *Regelenergieanbietern*. Die Energielieferanten vermarkten die Flexibilität der Komponenten am Day-Ahead und Intraday-Spotmarkt und können sie zur Minimierung der Ausgleichsenergie innerhalb ihrer Bilanzgruppe nutzen. Die Regelenergieanbieter nutzen die Flexibilität für das Anbieten verschiedener Regelenergieprodukte.

Der Begriff Aggregator wird im Projekt Flex+ aufgrund seiner Mehrdeutigkeit weitgehend vermieden. Sowohl die Komponenten-Pools, als auch die Flex+ Plattform aggregieren Flexibilitäten und könnten somit als Aggregator gesehen werden. Im Österreichischen Markt-design wird allerdings auch der Regelenergieanbieter manchmal als Aggregator bezeichnet.

2 Definition der Schnittstelle zwischen Komponenten-Pools und Flex+ Plattform

Im Flex+ Projekt findet die Aggregation von Flexibilitäten in zwei Schritten statt. In den von den Herstellern betriebenen Komponenten-Pools werden Komponenten einer Technologie aggregiert und gesteuert. In der darüber liegenden Flex+ Plattform werden die Flexibilitäten aller Pools aggregiert und an die Vermarktung weitergegeben. Dieses Kapitel beschreibt die Schnittstelle zwischen diesen beiden Instanzen. Zunächst werden verschiedene Möglichkeiten für die Ausgestaltung der Schnittstelle mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen aufgezeigt. Im Anschluss wird der für das Flex+ Projekt ausgewählte Ansatz beschrieben.

2.1 Austausch mit dem Vermarkter

Für die Definition der Schnittstelle zwischen Komponenten-Pools und Flex+ Plattform ist es zunächst wichtig zu wissen, welche Informationen mit den Vermarktern, also den Energielieferanten und Regelenergieanbietern, ausgetauscht werden. Dazu wurden im Projekt zwei verschiedene Ansätze diskutiert, die sich im Wesentlichen dadurch unterscheiden, auf welcher Ebene die Marktoptimierung stattfindet.

Beim *Top-down* Ansatz schicken die Energielieferanten und Regelenergieanbieter Preisprognosen an die Flex+ Plattform und weiter an die Komponenten-Pools. Die Pools liefern darauf hin ihren Fahrplan für den Spotmarkt bzw. ihr Angebot für den Regelenergiemarkt zurück. Der Vorteil dieses Ansatzes ist, dass die gesamte Information über die technischen Einheiten in den Pools vorhanden ist. Somit kann die verfügbare Flexibilität sehr gut abgeschätzt werden. Allerdings benötigt man dafür auch eine gute Preisprognose. Falls sich kurzfristig Preisänderungen ergeben, hat der Lieferant oder Regelenergieanbieter keine Möglichkeit mehr, das Angebot entsprechend anzupassen, da er keine Information über die Komponenten hat.

Beim *Bottom-up* Ansatz schicken die Pools preisabhängige Energiemengen beispielsweise in Matrixform an die Vermarkter. Die Lieferanten und Regelenergieanbieter verwenden diese für die Vermarktung und schicken die resultierenden Fahrpläne bzw. Regelenergiemengen zurück an die Pools. Der Vorteil an dieser Variante ist, dass die Vermarkter die exakten Grenzkosten der Pools kennen und somit auf kurzfristige Preisänderungen optimal reagieren können. Dieser Ansatz ist klassisch in der Energiewirtschaft und wird bei konventionellen Kraftwerken oft verwendet. Allerdings ist die Umsetzung für Prosumer aufgrund ihrer begrenzten Speicherkapazitäten relativ schwierig. Die Energiemenge, die in einer Stunde angeboten werden kann, hängt davon ab, wieviel Energie bereits in den Stunden davor verbraucht wurde. Um diese Abhängigkeiten abbilden zu können, müsste viele verschiedene Szenarien von den Pools an die Vermarkter geschickt werden.

Aufgrund der einfacheren Umsetzbarkeit wurde daher im Flex+ Projekt beschlossen, den Top-down Ansatz weiterzuverfolgen. Basierend auf diesem Top-down Ansatz werden im Folgenden drei verschiedene Varianten für die Schnittstelle zwischen Komponenten-Pools und Flex+ Plattform analysiert.

2.2 Austausch eines statischen Fahrplans

Bei dieser ersten Variante wird eine Prognose für Strom- und Regelenergiepreise und Abaufwahrscheinlichkeiten vom Regelenergieanbieter an die Flex+ Plattform und von da weiter an alle Komponenten-Pools geschickt. In den Pools findet eine Marktoptimierung statt und die entsprechenden Fahrpläne werden zurück zur Flex+ Plattform geschickt. Bei diesem Ansatz muss jeder Komponenten-Pool für sich ein „volles“ Regelenergieprodukt anbieten, das heißt für Sekundär- und Tertiärregelenergie, dass der Pool für vier Stunden Regelleistung vorhalten können muss. Allerdings wird im ersten Schritt angenommen, dass die Pools nicht die Mindestgebotsleistung erreichen müssen, da sie sich an einem existierenden Gebot des Regelenergieanbieters beteiligen können.

Somit findet bei dieser Variante die gesamte Optimierung im Komponenten-Pool und nicht in der Flex+ Plattform statt. Die Flex+ Plattform dient primär der Kommunikation und des Informationsaustausches, sowie der Aggregation der kleinen Komponenten-Pools zu einer größeren Einheit. Sie vereinfacht außerdem den Austausch zwischen mehreren Vermarktern und Poolanbietern. Somit braucht nicht jeder Hersteller eine Schnittstelle zu jedem Lieferanten und Regelenergieanbieter, sondern nur eine zentrale Schnittstelle zur Flex+ Plattform. Dadurch wäre zukünftig auch das Wechseln des Lieferanten und/oder Regelenergieanbieters für die Prosumer leichter möglich.

Vorteile:

- Dieser Ansatz ist am einfachsten zu verstehen und am leichtesten nach dem Projekt auf eine reale Umsetzung übertragbar.
- Die Verantwortung und damit auch die Haftung für die Regelenergieerbringung und für den korrekten Betrieb der Komponenten liegt alleine bei den Herstellern.
- Der Pool jedes Herstellers kann separat vermarktet werden, somit müssen keine Verträge zwischen verschiedenen Herstellern aufgesetzt werden.
- Es werden weniger Komponenten auf einmal optimiert, damit ist der Rechenaufwand geringer, als bei einer Gesamtoptimierung über mehrere Pools hinweg.

Nachteile:

- Wenn ein Komponenten-Pool nur Flexibilität für Zeiträume kleiner als vier Stunden liefern kann, kann er nicht am Regelenergiemarkt teilnehmen. Die einzelnen Pools können sich somit nicht direkt gegenseitig stützen, sondern agieren individuell am Markt.
- Wenn die Prosumer selbst einen Regelenergieanbieter wählen können und es eine Vielzahl an Anbietern auf der Plattform gibt, könnte dieser Ansatz nur schwer durchführbar sein. Das Regelenergieangebot wird in diesem Modell für jeden Komponenten-Hersteller und jeden Regelenergieanbieter separat berechnet. Im Extremfall könnte es passieren, dass zum Beispiel nur ein einzelner Kunde bei einem bestimmten RE-Anbieter sein möchte, womit er sehr wahrscheinlich kein vollständiges 4h-Produkt anbieten könnte. Wenn die Optimierung stattdessen in der Flex+ Plattform stattfinden würde, könnte die Flexibilität aller Komponenten-Pools eines Regelenergieanbieters gemeinsam optimiert werden.

2.3 Austausch eines mathematischen Modells

Bei diesem Ansatz werden zwischen den Komponenten-Pools und der Flex+ Plattform die Parameter eines vereinfachten Flexibilitätsmodells ausgetauscht, welches das Verhalten des Pools abbildet. Die mathematischen Gleichungen dieses Modells sind in der Flex+ Plattform hinterlegt. Die Bestimmung der Modellparameter findet im jeweiligen Komponenten-Pool statt; diese werden in regelmäßigen Abständen mit der Plattform ausgetauscht. In der Flex+ Plattform kann basierend auf diesen vereinfachten Modellen das optimale Marktangebot berechnet werden. Die Plattform dient nach wie vor der Kommunikation und des Informationsaustausches, kann aber zusätzlich poolübergreifend optimieren.

Das Flexibilitätsmodell könnte beispielsweise als vereinfachtes Speichermodell abgebildet werden. Die wesentlichen Parameter dabei wären der minimale und maximale Speicherinhalt, die minimale und maximale Leistung und die Effizienz. Neben diesen physikalischen Parametern müssten zusätzlich die Grenzkosten, die der Pool mindestens erzielen möchte ausgetauscht und die Eigeninteressen der Prosumer abgebildet werden.

Vorteile:

- Der wesentliche Vorteil dieses Ansatzes ist, dass Pool-Effekte berücksichtigt werden und sich die einzelnen Komponenten-Pools somit gegenseitig stützen können. Wenn ein Komponenten-Pool beispielsweise alleine nicht ausreichend Flexibilität für ein vollständiges 4h-Produkt hat, könnte er keine Regelenergie anbieten, mehrere Komponenten-Pools gemeinsam hingegen schon.
- Eventuell ist durch diesen Ansatz außerdem weniger Backup notwendig, da sich das Risiko der verschiedenen Technologien gegenseitig etwas kompensieren kann.

Nachteile:

- Die genaue Ausgestaltung des Flexibilitätsmodells für den Pool ist kompliziert, vor allem die Aggregation von Komponenten unterschiedlicher Größe (Leistung und Energieinhalt).
- Außerdem stellt sich die Frage nach der Haftung und Garantie für die bereitgestellte Regelenergie. Da die Optimierung und Erstellung des Regelenergieangebots in der Flex+ Plattform erfolgt, ist die Frage wie die Haftung und Garantie aufgeteilt ist zwischen Plattform und Komponenten-Pool. Dadurch könnte auch die Präqualifikation eines solchen gemischten Pools bei der APG schwieriger werden.
- Auch die Vertragsgestaltung ist aufwändiger, da in diesem Fall die Pools von verschiedenen Herstellern gemeinsam in einem Regelenergieprodukt teilnehmen könnten. Somit bräuchte es auch eine Art von Vertrag und eine Aufteilung der Erlöse zwischen den verschiedenen Komponentenherstellern.
- Der Datenaustausch ist komplexer und fehleranfälliger, da nicht nur eine Energiemenge übergeben wird, sondern das gesamte Flexibilitätsmodell.

2.4 Austausch von 1-h-Flexibilitätsblöcken

Als dritter Ansatz wäre eine Art Mischung aus den anderen beiden möglich, bei dem die Optimierung der Marktteilnahme aufgeteilt ist zwischen der Flex+ Plattform und den Komponenten-Pools. Die Idee dabei ist, dass die Komponenten-Pools ihre verfügbare Flexibilität in 1h-Blöcken berechnen und diese an die Flex+ Plattform übermitteln. In der Flex+ Plattform wird aus diesen angebotenen Blöcken ein Regelenergieprodukt erstellt. Somit können auch Pools, die nicht alleine ein 4h-Produkt bereithalten können, am Regelenergiemarkt teilnehmen.

Vorteile:

- Pool-Effekte können berücksichtigt werden und die einzelnen Komponenten-Pools können sich gegenseitig stützen.

Nachteile:

- Ähnlich wie beim in Kapitel 2.1 beschriebenen Top-down Ansatz, ist es hier schwierig die zeitliche Abhängigkeit zwischen den verschiedenen Stunden abzubilden. Ein Pool könnte zum Beispiel entweder für 1 Stunde 500 kW an Flexibilität anbieten oder für 4 Stunden 100 kW. Dies könnte man über verschiedene Szenarien abbilden, aufgrund der Vielzahl an kombinatorischer Möglichkeiten würde das aber rasch sehr komplex und aufwändig werden.

2.5 Flex+ Ansatz

Von den drei betrachteten Varianten für den Top-down Ansatz sind der Austausch eines statischen Fahrplans und der Austausch eines mathematischen Modells die interessantesten für das Projekt. Der Austausch von 1-h-Flexibilitätsblöcken wurde analog zum Bottom-up Ansatz rasch ausgeschlossen, da der Ansatz aufgrund der zeitlichen Abhängigkeiten und damit der großen Anzahl an kombinatorischen Möglichkeiten zu aufwändig wäre.

Das mathematische Modell wäre aus wissenschaftlicher Sicht der interessanteste Ansatz, da er der einzige ist, bei dem ein Gesamtoptimum erzielt werden kann. Durch die Berücksichtigung von Pool-Effekten kann die maximal mögliche Flexibilität aus den einzelnen Pools genutzt werden. Allerdings ist dieser Ansatz in der Umsetzung schwierig. Zum einen ist es bei komplexen Komponenten, wie den Wärmepumpen, schwer möglich, ein einfaches mathematisches Modell zu erstellen, welches das Verhalten der Komponenten ausreichend genau abbildet. Zum anderen ist die rechtliche Umsetzung herausfordernd, was das Vertragsmanagement, die Haftung und Präqualifikation bei der APG betrifft.

Da eines der wesentlichen Ziele des Projektes Flex+ eine tatsächliche Umsetzung der erarbeiteten Konzepte und Algorithmen in einem großflächigen Demobetrieb ist, wurde im Konsortium beschlossen den Austausch eines statischen Fahrplans weiter zu verfolgen. Dieser lässt sich basierend auf den bestehenden Vorarbeiten bei den Herstellern am leichtesten implementieren und es ist am realistischsten, dass dieser Ansatz auch nach dem Projekt in einer tatsächlichen Marktanwendung umgesetzt wird.

In den folgenden Abschnitten wird der im Projekt implementierte Kommunikation zwischen den Komponenten-Pools und der Flex+ Plattform näher beschrieben. Dabei wird unterschieden zwischen dem Austausch am Tag vor der Energielieferung (2.6) und dem Austausch in Echtzeit, unmittelbar vor der Energielieferung (2.7).

2.6 Austausch am Vortag

Abbildung 1 Abbildung 2 zeigt die Interaktion zwischen den verschiedenen Stakeholdern im Flex+ Projekt für den Tag vor der tatsächlichen Energielieferung und für die beiden Use Cases:

1. Sekundärregelenergie & Day-Ahead-Handel
2. Tertiärregelenergie & Day-Ahead-Handel

Zur besseren Übersicht sind jeweils nur ein Lieferant, ein Regelenergieanbieter und ein Komponenten-Pool dargestellt, in der Realität können aber mehrere dieser Stakeholder vorhanden sein.

1. Die Lieferanten berechnen Preisvorhersagen für die Day-Ahead Spotpreise für den nächsten Tag. Diese werden in Form einer Zeitreihe (15min- bzw. 1h-Werte) an die Flex+ Plattform geschickt. Außerdem wird eine Zeitreihe mit den vorhergesagten stündlichen CO₂-Emissionen des Grenzkraftwerkes in der Merit Order für den nächsten Tag vom Lieferanten übermittelt.
2. Die Regelenergieanbieter 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).
3. In der Flex+ Plattform werden die Preiszeitreihen für Day-Ahead und Regelenergie, sowie die Emissionszeitreihe an die jeweiligen Komponenten-Pools verteilt und weitergeleitet, je nachdem, welche der Pools Prosumer welcher Lieferanten bzw. Regelenergieanbieter haben.
4. In den Komponenten-Pools wird basierend auf den vorhergesagten Preisen und Abrufwahrscheinlichkeiten die optimale Regelenergiebeteiligung berechnet. Die Regelenergiemenge muss dabei in ganzen 4h-Produktzeitscheiben angeboten werden und wird an die Flex+ Plattform übermittelt.

5. Die Flex+ Plattform aggregiert die Regelenergiemengen aller Pools je Regelenergieanbieter und leitet sie an die jeweiligen Regelenergieanbieter weiter.
6. Die Regelenergie wird von den Regelenergieanbietern an die APG vermarktet. Die Gate-Closure Zeit ist dabei 8:00 Uhr. Um 9:00 Uhr liegen die Ergebnisse der Auktion spätestens vor. Die akzeptierten Regelenergiemengen werden an die Flex+ Plattform weitergeleitet.
7. Die Flex+ Plattform teilt die akzeptierten Regelenergiemengen auf die einzelnen Komponenten-Pools auf und leitet diese weiter.

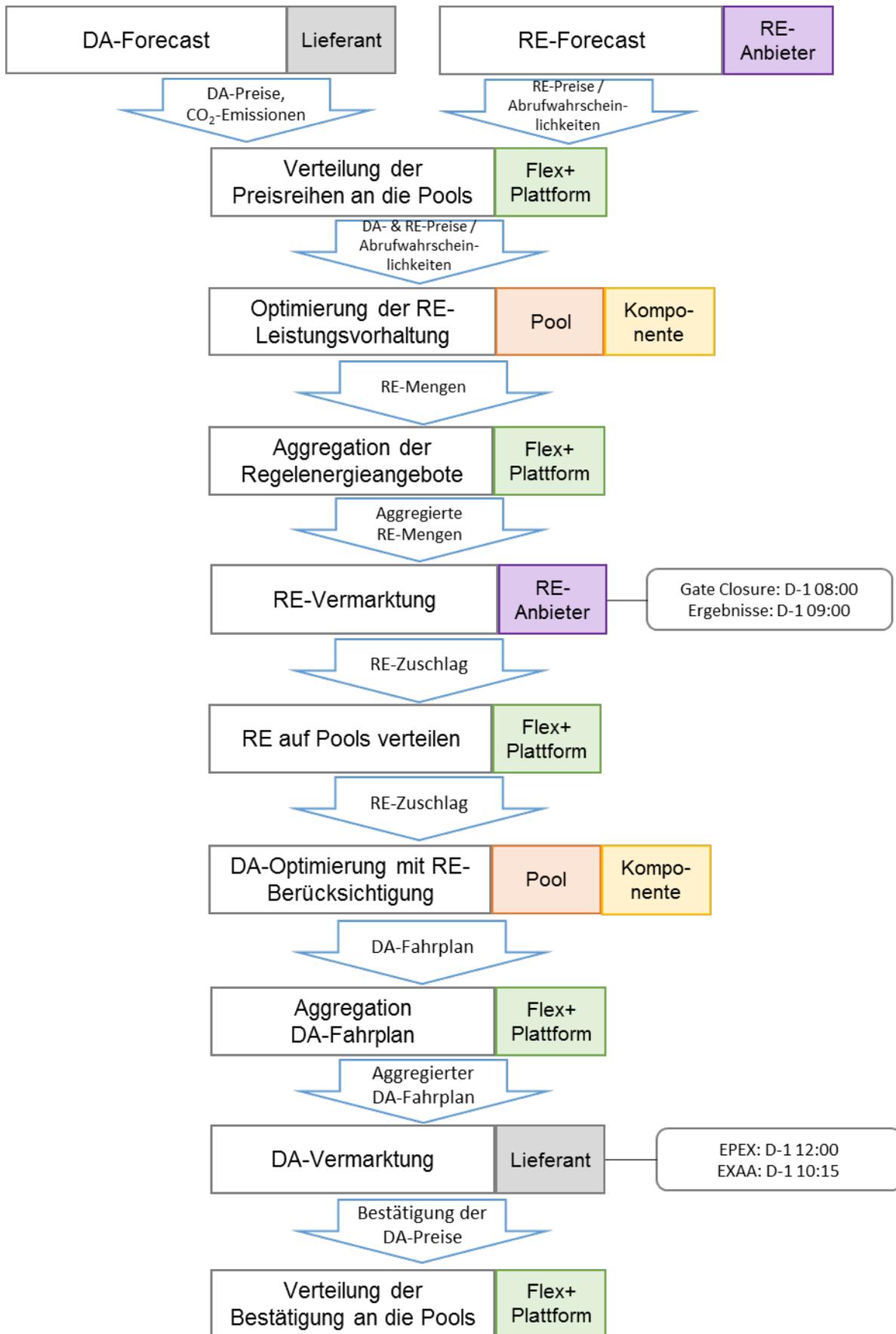


Abbildung 2: Ablaufdiagramm Day-Ahead Spotmarkt + TRL-/SRL-Regelenergie Vermarktung

8. In den Komponenten-Pools wird der optimale Day-Ahead Fahrplan errechnet, basierend auf der Vorhersage der Day-Ahead Spotpreise und unter Berücksichtigung der akzeptierten, vorzuhaltenden Regelenergiemengen. An dieser Stelle werden außerdem die Eigeninteressen der Prosumer, sowie die prognostizierten CO₂-Emissionen für den nächsten Tag berücksichtigt. Der Day-Ahead Fahrplan (15min- bzw. 1h-Werte) wird an die Flex+ Plattform übermittelt.
9. Die Flex+ Plattform aggregiert die Day-Ahead Fahrpläne aller Pools je Lieferant und leitet sie an die jeweiligen Lieferanten weiter.
10. Die Lieferanten handeln die angeforderten Mengen am Day-Ahead Spotmarkt. Die Gate-Closure Zeit ist dabei 12:00 Uhr (EPEX) bzw. 10:00 Uhr (EXAA).
11. Die Lieferanten schicken eine Bestätigung der tatsächlich resultierend Day-Ahead Spotpreise an die Flex+ Plattform, von wo aus sie weiter an die Komponenten-Pools verteilt wird.

Der Ablauf wiederholt sich in dieser Form an jedem Kalendertag.

2.7 Austausch in Echtzeit

Der Austausch in Echtzeit ist in zwei separaten Diagrammen dargestellt. Abbildung 3 zeigt die Interaktion zwischen den Stakeholdern für die Aktivierung von Sekundär- und Tertiärregelenergie und Abbildung 4 den Ablauf für den Handel am Intraday Spotmarkt. Auch in diesen Diagrammen sind jeweils nur ein Lieferant, Regelenergieanbieter und Komponenten-Pool dargestellt, es können aber mehrere dieser Stakeholder gemeinsam an die Flex+ Plattform angeschlossen sein.

Ablaufdiagramm TRL-/SRL-Regelenergieaktivierung

- 1a. Der Komponenten-Pool berechnet die Verfügbarkeit aller Komponenten im Pool für die nächsten 15 min. Der Pool erstellt eine Reihung der verfügbaren Komponenten, nach welcher sie bei Abruf aktiviert werden. Basierend darauf schickt der Pool die verfügbare Leistung an die Flex+ Plattform. Prinzipiell müssen die Pools die angebotene Regelleistung über den gesamten Produktzeitraum garantieren. Daher sollte auch die Verfügbarkeit im Normalbetrieb während eines Produktes nicht von der am Vortag angebotenen Menge abweichen, dieser Schritt dient also nur zur Überprüfung. Für den Fall, dass die Kommunikation zu einem ganzen Pool oder zur Flex+ Plattform ausfällt, übernimmt das Back-up der Regelenergieanbieter.
- 1b. Wenn die APG eine Regelenergieanforderung für SRL oder TRL schickt, wird die angeforderte Menge vom Regelenergieanbieter an die Flex+ Plattform geschickt. Dieser Schritt erfolgt unregelmäßig, immer dann, wenn ein Abruf stattfindet.
2. Basierend auf den angebotenen Regelleistungsmengen wird die angeforderte Menge an Regelenergie von der Flex+ Plattform anteilig auf die Komponenten-Pools verteilt.
3. In den Pools werden basierend auf der festgelegten Reihung die einzelnen Komponenten aktiviert.
4. Die Daten über die Aktivierung werden für die Weitergabe im Datenkarussell (siehe auch Kapitel 4 im Deliverable D5) und die Berechnung der Nachholeffekte in der Abrechnung weitergegeben. Falls ein Nachkauf am Intraday Markt notwendig ist, wird dies wie in Abbildung 4 dargestellt durchgeführt.

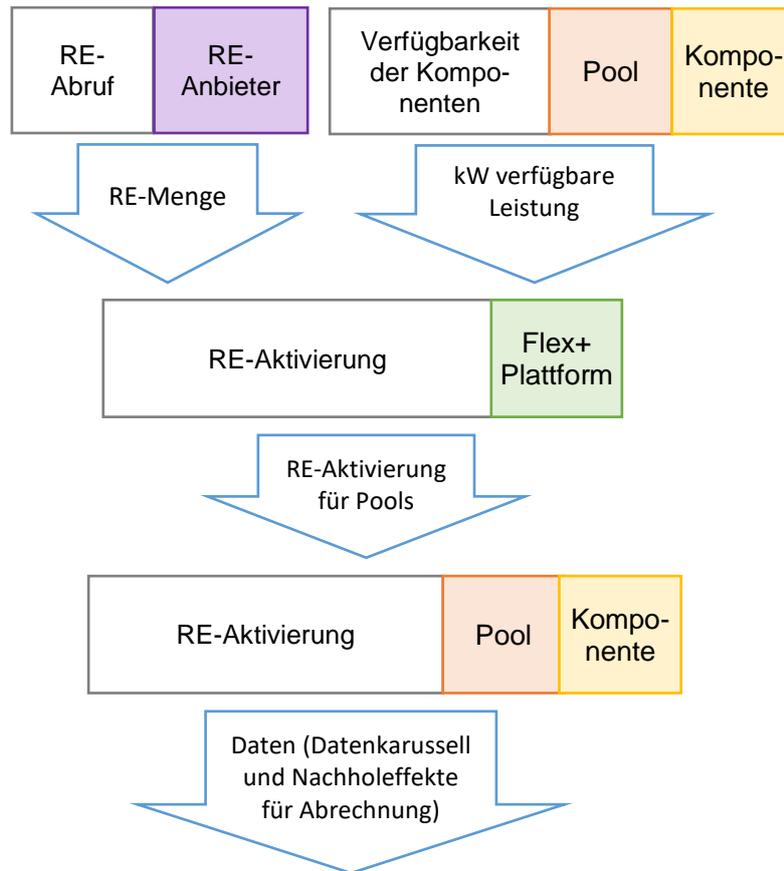


Abbildung 3 Ablaufdiagramm TRL-/SRL-Regelenergieaktivierung

Ablaufdiagramm Intraday Spotmarkt

1. Beginnend am Tag vor der Lieferung um 16:00 Uhr schicken die Lieferanten stündlich ihre aktualisierte Preisvorhersage für die Intraday Spotpreise in einer 1-h-Zeitreihe an die Flex+ Plattform.
2. Die Flex+ Plattform verteilt die Zeitreihen der verschiedenen Lieferanten an die jeweiligen Komponente-Pools.
3. In den Komponenten-Pools wird der optimale Intraday Kauf bzw. Verkauf errechnet, basierend auf der Intraday Preisvorhersage, den bereits fixierten Day-Ahead Fahrplänen und den Regelenergievorhaltungen. An dieser Stelle werden außerdem die Eigeninteressen der Prosumer berücksichtigt. Ein Intraday Kauf oder Verkauf ist immer dann sinnvoll, wenn entweder die aktuellen Preise besser sind, als die Day-Ahead Preise, oder wenn Vorhersagefehler oder Nachholeffekte eine Abweichung zum Day-Ahead Fahrplan und somit Ausgleichsenergie verursachen würden. Die Komponenten-Pools schicken ihren Nachkaufwunsch an die Flex+ Plattform.
4. Die Flex+ Plattform aggregiert die Kaufs- und Verkaufsangebote aller Pools für jeden Lieferanten und leitet diese weiter. Die Lieferanten müssen die Angebote spätestens 1h vor Lieferung erhalten.
5. Die Lieferanten handeln die angeforderten Mengen kontinuierlich am Intraday Markt.

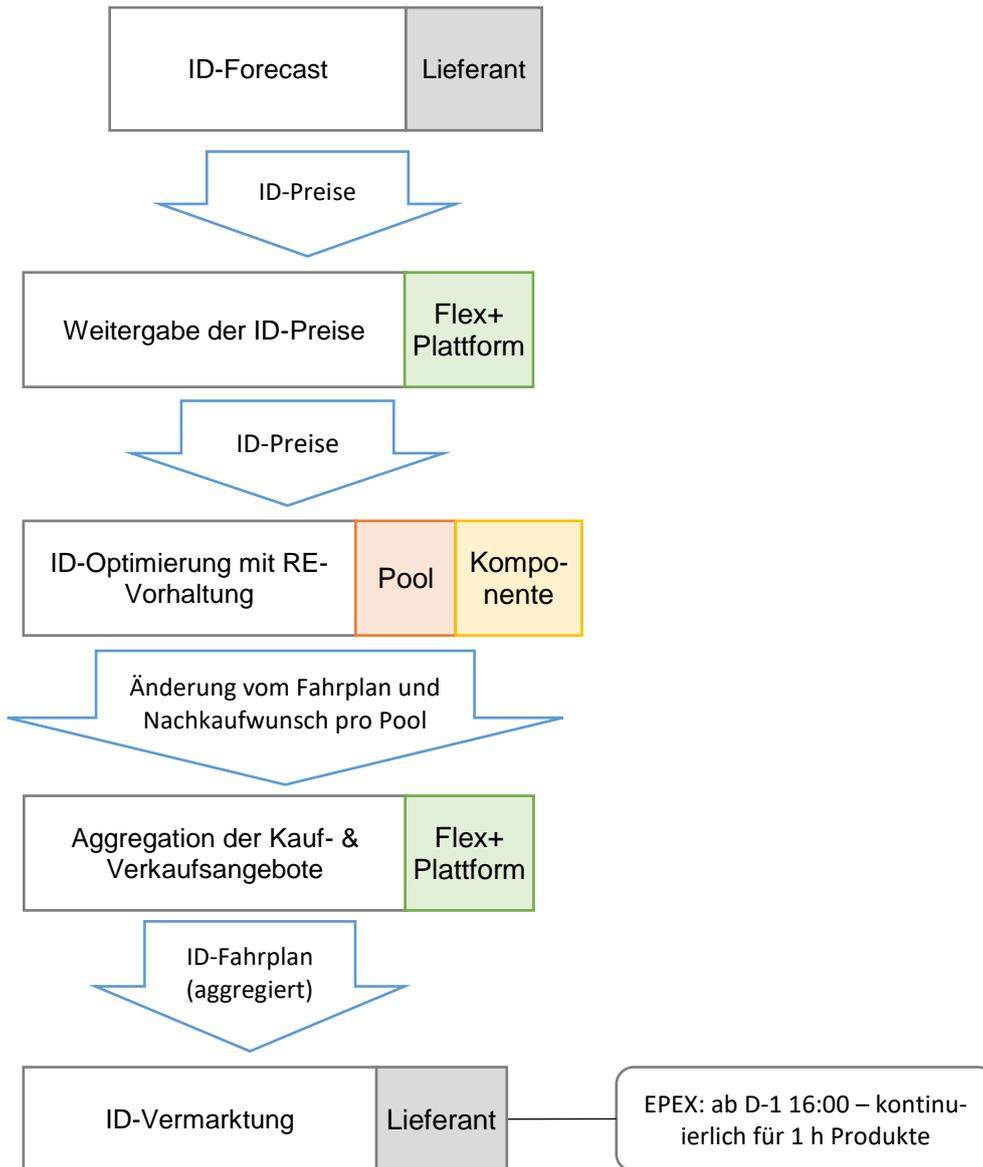


Abbildung 4 Ablaufdiagramm Intraday Spotmarkt

3 Definition der Schnittstelle zwischen Komponenten-Pools und Prosumern

Jeder Komponentenhersteller im Flex+ Projekt betreibt einen eigenen Pool. Dieser stellt die direkte Schnittstelle zu den Einzelkomponenten und somit zu den Prosumern dar. Dieses Kapitel beschreibt die Kommunikation zwischen den Pools und ihren Komponenten. Zunächst wird die Schnittstelle allgemein definiert, im Anschluss wird der konkrete Austausch in den einzelnen Pools beschrieben. Dabei wird unterschieden zwischen den Informationen, die einmalig beim Neuanschluss einer Komponente übermittelt werden müssen und dem Austausch im laufenden Betrieb.

3.1 Flex+ Ansatz

Die Komponenten-Pools haben eine zentrale Rolle im Flex+ Projekt. Bei ihnen laufen sämtliche Daten zusammen, sowohl die Preiszeitreihen von den Lieferanten und Regelenergieanbietern, als auch die Messwerte und technischen Daten der Komponenten. Basierend auf diesen Daten werden mathematische Modelle der einzelnen Komponenten erstellt, Forecasts berechnet und schließlich die optimale Marktteilnahme für die jeweiligen Use Cases ermittelt. Dabei werden zwei verschiedene Berechnungsebenen unterschieden.

Bei der Regelenergie muss der Pool für eine Teilnahme immer ein volles Vierstundenprodukt an Leistung vorhalten können. Da dies in den allermeisten Fällen nicht von einer einzelnen Komponente erfüllt werden kann, muss die optimale Marktteilnahme hier auf Pool-Ebene berechnet werden. Wenn im Pool einige hundert oder tausend Komponenten vorhanden sind und diese über Einzelmodelle abgebildet werden, würde dies zu einem hohen Rechenaufwand in der Optimierung führen. Daher wird ein Clustering-Ansatz verfolgt, bei dem Komponenten mit ähnlichen physikalischen Eigenschaften zusammengefasst und über ein gemeinsames, vereinfachtes Modell abgebildet werden (für Details siehe Deliverable D9). Die Day-Ahead Preise werden in diesem Optimierungsschritt als Opportunitätskosten mitberücksichtigt. Die zugeschlagenen Regelenergiemengen werden auf die einzelnen Komponenten aufgeteilt und dort im nächsten Schritt der Day-Ahead Optimierung mitberücksichtigt.

Die optimale Day-Ahead und Intraday Teilnahme kann hingegen für jede Komponente separat berechnet werden. Da hier keine komplexen mehrstündigen Produkte vorhanden sind, müssen keine Pool-Effekte berücksichtigt werden. Der Fahrplan kann für jede Komponente einzeln optimiert und dann für den gesamten Pool aufsummiert werden. Die zugeschlagenen Regelenergiemengen werden dabei mitberücksichtigt. Für diesen Optimierungsschritt kann daher ein mathematisches Modell für jede Einzelkomponente verwendet werden, welches die spezifischen technischen Daten sowie aktuellen Messwerte der Anlage beinhaltet. Hier können auch komplexe Eigeninteressen berücksichtigt werden.

3.2 Initialisierung

Bei Neuanschluss einer Komponente an den Pool müssen zunächst die technischen Parameter der Anlage ausgetauscht werden. Die notwendigen Daten in den einzelnen Pools werden in den folgenden Unterkapiteln beschrieben. Außerdem muss der Netzanschlusspunkt und der Lieferant, mit welchem der Prosumer einen Energieliefervertrag hat, an den Pool übermittelt werden. Dieser Schritt muss immer dann wiederholt werden, wenn sich entweder der Lieferant, oder die technischen Spezifikationen der Anlage ändern.

Batterie-Pool

Für ein neues PV-Batteriesystem müssen die technischen Daten der PV-Anlage, des Wechselrichters und der Batterie an den Pool übertragen werden. Zu diesen technischen Daten gehören beispielsweise die Kapazität, der Wirkungsgrad und die maximalen Lade- und Entladegeschwindigkeiten der Batterie sowie die maximale Leistung des Wechselrichters (von AC nach DC und umgekehrt). Da eine PV-Prognose erstellt werden muss, werden auch die

Standortdetails der PV-Anlage mitgeteilt. Darüber hinaus sollten die Einzelheiten der Berechnung der Zyklus-/Verschleißkosten festgelegt werden.

Boiler-Pool

Bei Neuanschluss eines Boilers wird dessen Bautyp, Größe in Litern sowie elektrische Leistung in kW an den Pool übermittelt.

E-Auto-Pool

Da der technische Zugriff auf wichtige Echtzeit-Daten, wie den Ladestand eines E-Autos, nicht möglich ist, werden außer der maximalen Ladeleistung keine technischen Parameter für die Initialisierung benötigt. Stattdessen geben die Prosumer laufend die gewünschte Lade-Energie bis zu einem gewissen Zeitpunkt bekannt.

Wärmepumpen-Pool

Für eine neue Wärmepumpe werden alle Daten aus dem detaillierten Energieausweis an den Pool geschickt. Insbesondere sind dabei der Standort und die Gebäudedaten (Nutzfläche, Stockwerke, Fensterfläche, etc.) relevant. Zusätzlich wird der Wärmepumpentyp und deren elektrische Leistung, der Typ und die Größe eines eventuell vorhandenen Warmwasser- und Pufferspeichers, sowie das Heizabgabesystem (Fußboden- oder Radiatorheizung) an den Pool geschickt.

Energiemanagementsystem

Im Energiemanagementsystem liegt der Fokus auf einer lokalen Optimierung der einzelnen flexiblen Komponenten der Prosumer. Um das Zusammenspiel der verschiedenen Flexibilitätsoptionen optimal auszunutzen und die Eigeninteressen der Prosumer zu berücksichtigen, ist es notwendig, die einzelnen Komponenten sowie die Erzeugungs- und Lastprognosen auf Haushaltsebene zu betrachten. Daher wird in diesem Fall auch die Regelenergieoptimierung lokal durchgeführt.

Allerdings muss das Energiemanagementsystem mit gewissen statischen Parametern initialisiert werden. Diese entsprechen im Wesentlichen den oben genannten Parametern für die einzelnen Komponenten-Pools. Für die Batterie ist die Lade und Entladeleistung sowie die Kapazität relevant. Außerdem werden Wirkungsgrade und Standby-Verluste berücksichtigt. Wenn eine übermäßige Abnutzung der Batterie vermieden werden soll, können auch Ladezykluskosten übergeben werden. Der Boiler wird durch die Größe in Litern und die elektrische Leistung charakterisiert. Für das E-Auto ist auch in diesem Fall die laufende manuelle Eingabe der gewünschten Ladeenergie von Seiten der Prosumer erforderlich. Die Wärmepumpe wie oben beschrieben durch den Typ, die elektrische Leistung und die Größe eines eventuell vorhandenen Puffer-Speichers, ihr Verbrauch mittels des detaillierten Energieausweises beschrieben. Zudem müssen die Netztarife und Abgaben sowie eventuell ein Maximum für den Netzbezug angegeben werden.

3.3 Austausch am Vortag

Jeweils an Vortag der Lieferung schicken die Komponenten ihren aktuellen Status, eventuell veränderte technische Parameter sowie die von den Prosumern eingestellten Eigeninteressen an die Pools. Die Prosumer können ihre Komfortwünsche angeben, welche für die verschiedenen Pools unterschiedlich ausgestaltet sind. Außerdem können sie ein Opt-out machen, wenn sie eine Zeit keine externe Optimierung und Steuerung wollen, sie können als Hauptziel ein ökonomisches Optimum oder Autarkie wählen und außerdem die erlaubten Mehrkosten eines ökologischen Betriebs mit Minimierung der CO₂-Emissionen angeben.

Basierend darauf wird in den Komponenten-Pools die optimale Regelenergievorhaltung berechnet und im Anschluss für jede Komponente ein spezifischer Day-Ahead Fahrplan erstellt. Die tatsächlich eingekauften Day-Ahead und Regelenergiemengen werden am Vortag von den Pools an die Einzelkomponenten übermittelt.

Folgende spezifische Eigeninteressen bzw. Komfortwünsche können für die Komponenten der einzelnen Pools eingestellt werden:

Batterie-Pool

Der Prosumer kann je nach Eigeninteresse wählen, in welchem Modus die Batterie betrieben werden soll. Insbesondere kann der Prosumer zwischen folgenden Optionen wählen: a) Aufrechterhaltung eines Mindestladezustandes, der jederzeit verfügbar sein sollte (Selbstversorgung), b) Betrieb mit dem wirtschaftlichen Optimum bei gleichzeitiger Minimierung der Verschleißkosten der Batterie, c) Minimierung des Energiebezuges aus dem Stromnetz (oder Minimierung der CO₂-Emissionen).

Boiler-Pool

Die Temperaturgrenzen für den Boiler sind prinzipiell durch die technischen Spezifikationen gegeben. Ein zusätzlicher Komfortwunsch, der als Eigeninteresse berücksichtigt werden könnte, wäre die Mindestwarmwassermenge, die zu jedem Zeitpunkt zur Verfügung stehen soll.

E-Auto-Pool

Für die Day-Ahead-Optimierung des E-Auto-Pools müssen die Prosumer ein Zeitintervall angeben, in dem die E-Autos geladen werden können, sowie eine gewünschte Lademenge. Dies kann auch in Form von mehreren Ladeperioden übermittelt werden. So können Prosumer zum Beispiel fordern, dass 3 kWh sofort nach Anschluss zwischen 18:00 Uhr und 19:00 Uhr geladen werden und danach bis 6:00 Uhr am folgenden Tag noch 20 kWh in die Batterie gespeist werden. Somit können Eigeninteressen wie eine gewünschte minimale Reichweite in Kilometern zu unterschiedlichen Zeitpunkten berücksichtigt werden. Die Optimierung berücksichtigt jeweils nur einen Kalendertag. Werden also Ladeintervalle über zwei Kalendertage angegeben, so werden diese automatisch um Mitternacht aufgespalten und die gewünschte Lademenge wird aliquot auf die beiden kürzeren Perioden verteilt. Im Projekt Flex+ wird nur Vehicle-to-Grid, also das Laden der Batterie, nicht jedoch Grid-to-Vehicle, dem Einspeisen aus der Batterie in das Netz, betrachtet.

Wärmepumpen-Pool

Der wesentliche Komfortwunsch beim Wärmepumpen-Pool sind die erlaubten minimalen und maximalen Raumtemperaturen. Diese können entweder zentral für das Gebäude, oder bei Einzelraumregelung separat für jeden Raum angegeben werden. Außerdem können die Temperaturgrenzen je nach Tageszeit unterschiedlich angegeben werden um z.B. eine tiefere Absenkung in der Nacht zu erlauben. Analog zum Boiler-Pool könnte ein zusätzliches Eigeninteresse die jederzeit verfügbare Mindestwarmwassermenge im Speicher sein.

Energiemanagementsystem

Im Energiemanagementsystem können die Eigeninteressen, die die einzelnen Komponenten betreffen, berücksichtigt werden. Die Prosumer können also gewünschte Temperaturgrenzen für die Wärmepumpe oder eine Mindestwassermenge für die Boiler angeben. Außerdem kann die Ladeenergie in bestimmten Perioden für die E-Autos angegeben und das Hauptziel der Optimierung bestimmt werden. Diese Informationen sind jedoch wieder nur für das lokale Energiemanagementsystem relevant. Mit dem EMS-Pool werden dann nur prognostizierte Marktpreise und die daraus resultierenden Fahrpläne der einzelnen Haushalte ausgetauscht.

3.4 Austausch in Echtzeit

Im laufenden Betrieb schicken die Komponenten ihre aktuellen Messwerte an die Komponenten-Pools. Außerdem werden eventuell veränderte Eigeninteressen übermittelt. Basierend darauf berechnen die Komponenten-Pools aktualisierte Forecasts und anschließend die Fahrpläne für die einzelnen Komponenten und kaufen bzw. verkaufen bei Bedarf am Intradaymarkt Mengen nach. Die angepassten Fahrpläne werden im Anschluss wieder an die Komponenten geschickt. Bei einer SRL- oder TRL-Anforderung an den Pool, verteilt dieser außerdem die benötigte Regelenergiemenge an die einzelnen Komponenten und schickt diesen ein Aktivierungssignal.

Batterie-Pool

Die PV-Batteriesysteme senden die aktuellen (durchschnittlich über 15 Minuten) Messwerte der PV-Erzeugung, des Gesamtlastverbrauchs im Haushalt, der Energie von/zu der Batterie und des Ladezustands der Batterie an den Batteriepool. Diese Daten reichen aus, um Prognosen über die PV-Stromerzeugung und den Lastverbrauch über den gesamten Pool zu erstellen/aktualisieren (was die verfügbare Flexibilität weiter bestimmt). Zusätzliche Daten, wie z.B. Wettervorhersagen oder Standorte, können ebenfalls vom Pool genutzt werden, um die Prognosen weiter zu verbessern.

Boiler-Pool

Die Boiler schicken ihre aktuellen Temperaturmesswerte, sowie die verbrauchte elektrische Energie an den Pool. Im Pool wird basierend darauf ein Forecast für den Warmwasserverbrauch erstellt, sowie das Modell kalibriert.

E-Auto-Pool

Von den E-Autos kann an den Pool nur übermittelt werden, ob sie an das Netz angeschlossen sind und mit welcher Leistung geladen wird. Mehr technische Informationen sind in Echtzeit nicht verfügbar. Der Pool kann basierend darauf Prognosen für Ansteckperioden und nachgefragte Energie erstellen.

Wärmepumpen-Pool

Die Wärmepumpen schicken Temperaturmesswerte im Gebäude, im Speicher und im Heizsystem, die Außentemperatur, die elektrische Leistung und die verbrauchte Warmwassermenge an den Pool. Mit diesen Daten wird ein Forecast für den Warmwasserverbrauch erstellt und das Gebäudemodell kalibriert. Basierend auf dem Standort des Prosumers stehen im Pool außerdem Forecasts für die Außentemperatur und die Solarstrahlung zur Verfügung.

Energiemanagementsystem

Das Energiemanagementsystem erhält in Echtzeit Daten der unterschiedlichen Komponenten und kann somit Prognosen erstellen und verbessern. Vom Pool werden Regelenergieaktivierungen übermittelt, die das Energiemanagementsystem an die individuellen Komponenten weitergibt. Außerdem werden umgekehrt Intraday-Fahrpläne an den Pool übermittelt.

4 Betrachtung der Prosumer-Eigeninteressen

4.1 Prosumer Eigeninteressen

Die BesitzerInnen und NutzerInnen der flexiblen Komponenten nehmen eine wichtige Rolle in der Aggregation von Flexibilitäten ein; nur durch ihre Zustimmung zur Einbindung ihrer Komponenten in die aggregierte Flexibilitätsvermarktung kann das theoretische Potenzial einer Marktteilnahme gehoben werden. Aus Perspektive der NutzerInnen findet hier ein Rollenwechsel von NutzerIn zum Prosumer statt. Die Komponente dient nun nicht ausschließlich privaten Zwecken, sondern wird ein Teil des Energiemarktes.

Um diesen Rollenwechsel erfolgreich zu vollziehen und eine Flexibilitätsvermarktung zuzulassen, werden adäquate und attraktive Geschäftsmodelle für zukünftige Prosumer benötigt. Dazu sollten neben passenden Informationsangeboten und vertraglichen Rahmenbedingungen auch die richtigen Motivatoren und Anreize berücksichtigt werden, die einen Nutzen für die Prosumer darstellen und eine Teilnahme an der Flexibilitätsvermarktung attraktiv machen.

Bisher gibt es nur wenige empirischen Erkenntnisse über die Perspektive von möglichen Prosumern zur Einbindung ihrer flexiblen Komponenten im Energiemarkt. Im Rahmen des Projekts FLEX+ werden die Perspektiven der KomponentennutzerInnen, deren Motivatoren hinsichtlich einer Einbindung sowie die Erwartungen an Rahmenbedingungen, Vergütungen und nicht monetäre Anreize für die Integration der Komponenten in eine Flexibilitätsplattform im Rahmen von Fokusgruppen diskutiert und in einer Online-Umfrage validiert.

4.1.1.1 Ziel der NutzerInnen Integration

Das Projekt Flex+ hat das Ziel, die Eigeninteressen der möglichen Prosumer mittels qualitativer und quantitativer Methoden zu erforschen und die Ergebnisse in die Entwicklung der Flexibilitätsplattform und deren Geschäftsmodelle einzubeziehen.

Dazu soll mit sozial-empirischen Methoden

- a) die **grundlegende Bereitschaft** zur Teilnahme an der Flex+ Plattform in Abhängigkeit von möglichen Hemmnissen, Erwartungen, Motivationen der unterschiedlichen Prosumergruppen erhoben werden, sowie
- b) wesentliche **Eigeninteressen** (quantifizierbare und nicht quantifizierbare) der Prosumer (wie z. B. Komfort, Versorgungssicherheit, Gewinnmaximierung bzw. Eigenverbrauchs-Maximierung, Berücksichtigung von limitiertem Netzzugang, Opt-out bzw. Opt-In Zeiten) zur Nutzung der jeweiligen Komponenten

erfasst werden.

4.1.1.2 Definition von Eigeninteressen und theoretischer Ansatz

Selbst wenn aus einer Flexibilitätsnutzung der Komponente keine spürbaren Veränderungen in der Nutzung resultieren, könnte es Bedenken der KomponentenbesitzerInnen hinsichtlich möglicher Einschränkungen der individuellen Nutzungsvorstellung geben. Die Nutzungsvorstellungen beziehen sich hier nicht nur auf die primären Funktionen der Komponenten (Wärme- und Warmwasser für Wärmepumpe und E-Boiler, Mobilität für E-Auto, Stromspeicherung für Batteriespeicher). Es ist davon auszugehen, dass die Anschaffung und der Besitz der Komponenten im Zusammenhang mit sekundären Funktionen einhergehen, welche den Wertekontext und Einstellungen der BesitzerInnen widerspiegeln.

Dies lässt sich beispielhaft an der Anschaffungsmotivation von Batteriespeichern erläutern.

Für EndnutzerInnen ist die primäre Funktion des Batteriespeichers das Stromspeichern zur Optimierung des Eigenverbrauchs, wie verschiedene Studien (Figgner et al 2017; Leonhartsberger et al 2017) bestätigen. Darüber hinaus wird der Batteriespeicher auch mit der Motivation einen Beitrag für die Energiewende zu leisten, die Einspeisung von PV Strom in

das Netz und damit Autonomie von Strom- und Netzanbietern verbunden. Die wirtschaftliche Amortisation der Investition steht hierbei im Hintergrund. Diese Funktionen stehen im Kontext der gegenwärtigen Nutzung. Im Kontext der Einbindung des Batteriespeichers für die Flexibilitätsnutzung können diese Funktionen im Idealfall bestätigt und integriert werden, gegebenenfalls gibt es aber auch Anforderungen, die im Widerspruch mit einer möglichen Flexibilitätsnutzung stehen. Im Idealfall kann jedoch der Motivationskontext und die Wertevorstellungen der EndkundInnen auf die Flexibilitätseinbindung übertragen werden.

Im Kontext von Flex+ sind **Eigeninteressen** jene Nutzungsvorstellungen, die auch in der Flexibilitätsvermarktung erhalten und sichergestellt werden müssen, sodass EndnutzerInnen einer Nutzung zustimmen.

Die generelle Bereitschaft zur Teilnahme der NutzerInnen an einer Flexibilitätsplattform wird darüber hinaus auch von weiteren persönlichen Aspekten (Einstellungen), sowie die Rahmenbedingungen der Maßnahme und der generellen Einschätzung der Flexibilitätsanwendung abhängig sein. Zur Annäherung an diese möglichen Aspekte wurde Literatur zur gesellschaftlichen Akzeptanz von erneuerbaren Energietechnologien, sowie Erklärungsmodelle zur Technologieakzeptanz herangezogen um mögliche relevante Aspekte zu identifizieren. Einen Überblick über Aspekte die zur Akzeptanz von Flexibilität im Energiesystem relevant sind, wurde in der Studie von Mohaupt et al. (2018) in folgender Abbildung zusammengefasst.

Auf das Akzeptanzsubjekt bezogene Faktoren	Auf das Akzeptanzobjekt bezogene Faktoren	Kontextfaktoren
<ul style="list-style-type: none"> - Einstellungen/Haltungen - Persönliche Normen / Wertvorstellungen - Emotionen - Soziodemographische Faktoren (Alter, Geschlecht, Klasse / Einkommen / Bildung) - Wissen und Erfahrungen - Vertrauen 	<ul style="list-style-type: none"> - Kosten und Nutzen (ökonomisch, sozial, ökologisch) - Risiken / Zuverlässigkeit - Bedienfreundlichkeit - Ästhetische Faktoren 	<ul style="list-style-type: none"> - Soziale Konstellationen - Rechtliche Rahmenbedingungen - Wirtschaftslage - Soziale Normen - Art und Weise der Einführung, z.B. Partizipation, Kommunikation

Abbildung 5 Kategorisierung von Einflussfaktoren (Mohaupt et al. 2018)

In dieser Unterscheidung werden Faktoren auf 3 Ebenen betrachtet. Zum einen jene Faktoren, die sich auf die Person beziehen die befragt wird (Akzeptanzsubjekt), dazu gehört etwa deren generelle Einstellungen und Haltung, der Wertekontext oder auch das Vorwissen zur Technologien, zu Flexibilitätsvermarktung und der Rolle als Prosumer.

Auf zweiter Ebene werden Faktoren betrachtet, die sich auf die jeweilige Technologie oder das Produkt (Akzeptanzobjekt) beziehen, dazu gehört die Wahrnehmung von Nutzen und Kosten, die Zuverlässigkeit der Lösung und deren Nutzungsmöglichkeiten.

Auf der dritten Ebene werden kontextuelle Faktoren zusammengefasst. Dies betrifft die Rahmenbedingungen und Umstände, unter welchen die Innovation /Technologie eingeführt werden hinsichtlich der Beteiligungsmöglichkeiten, Kommunikation, sowie Information. Darüber hinaus werden auch übergeordnete Aspekte genannt, wie etwa der Werte- und Normen Kontext, die rechtlich regulatorischen Rahmenbedingungen sowie auch die ökonomische Lage und soziale Konstellation genannt. Im Projekt Flex+ werden diese übergeordneten Faktoren wenig bis gar nicht behandelt, der Fokus liegt auf den anderen Kontextfaktoren, sowie auf den Faktoren die das Akzeptanzsubjekt sowie die Gestaltung des Akzeptanzobjekts betreffen.

4.2 Methoden

Zur Erforschung der Eigeninteressen von EndkundInnen werden basierend auf einer Literaturanalyse zur Charakteristika von Prosumern und deren Kauf- und Nutzungsmotivation der jeweiligen Komponenten erste Annahmen zu möglichen Eigeninteressen und Rahmenbedingungen erstellt. Diese Hypothesen werden auf Basis der Ergebnisse von Fokusgruppendifkussionen mit KomponentenbesitzerInnen explorativ erweitert, sowie in einer Umfrage verifiziert.

4.2.1.1 (Co-creation) Fokusgruppen

Auf Grund der begrenzten Zahl an vergleichbaren Studien, wurde zunächst eine qualitative Methode angewandt um relevante Themen und Aspekte explorativ zu erweitern und im Kontext der Flexibilitätsplattform zu diskutieren. Im Rahmen von 4 Fokusgruppen wurde mit EndkonsumentInnen zu jeweils einer der Komponenten über die Technologie, deren Nutzung aktuell sowie im Rahmen einer möglichen Flexibilitätseinbindung diskutiert. Auf Basis einer Einschätzung von Risiken und Chancen dieser Flexibilitätseinbindung wurden mögliche Rahmenbedingungen entwickelt und diskutiert. Als Ergebnis wurden die möglichen Eigeninteressen und Rahmenbedingungen erweitert, sowie deren Relevanz in Abhängigkeit zu den Komponenten dargestellt.

Methodenwahl

Fokusgruppen sind ein angeleiteter Diskussionsprozess, bei welchem durch Moderation und gezielten Informationsinput eine konkrete Fragestellung oder ein Thema erörtert wird (Schulz et al. 2012). Diese Methode eignet sich beispielsweise um die Meinungsvielfalt eines Themas zu erfassen, die Akzeptanz von einer Maßnahme als Basis für eine Entscheidung zu eruieren, sowie zur Evaluierung von Maßnahmen oder von Produktprototypen. Durch die offene und diskursive Gesprächssituation können qualitative Erkenntnisse gewonnen werden. Oftmals treten dabei neue, unerwartete Aspekte auf (Henseling et al. 2006). Dadurch eignet sich die Anwendung insbesondere für neue, bisher wenig erforschte Themenbereiche, sowie um spezifisches Wissen und Handlungsrouinen von ExpertInnen der Anwendung zu erfahren. In dieser Definition nehmen die TeilnehmerInnen die Rolle von ExpertInnen von ‚Sonderwissen‘ ein, welches einem „alltagsweltlichen Verständnis von Expertise“ (Helfferich 2011) entspricht.

Fokusgruppen werden mit einer kleinen Anzahl an TeilnehmerInnen durchgeführt. Die Ergebnisse hängen stark von der Zusammensetzung der TeilnehmerInnen und der Gruppendynamik ab. Die Ergebnisse erheben keinen Anspruch an Repräsentativität. Aus diesem Grund werden qualitative Erhebungen oftmals mit quantitativen Methoden kombiniert (Henseling et al. 2006).

Zusammensetzung der Gruppe und Akquise der TeilnehmerInnen

Gemäß der methodischen Anforderung (nach Schulz et al. 2012) wurden die TeilnehmerInnen hinsichtlich des gemeinsamen Merkmals der Technologienutzung akquiriert. Darüber hinaus wurde versucht eine möglichst diverse Gruppe hinsichtlich Alter, Geschlecht, berufliche Hintergründe, Bezug zur Technologie zu erreichen. In der Praxis stellt sich hier die Herausforderung, dass, trotz intensiven Bemühungen, nur sehr wenige Frauen sich dazu bereit erklärten den Einladungen zu folgen. Ebenso war es schwer möglich, in allen Workshops Personen mit sehr unterschiedlichem Vorwissen zu finden. In 3 der Workshops waren (teilweise) gut vorinformierte Personen mit persönlichem Bezug zu Engagement oder vielleicht sogar im Umwelt- und Energiebereich tätig. Nur zum Thema E-Boiler, wo die Akquise generell sehr herausfordernd war, wurden gänzlich unbeteiligte Personen ohne Fachbezug zum Energiebereich erreicht.

Die Akquise der TeilnehmerInnen erfolgte bei den Komponenten Wärmepumpe und Batteriespeicher über die Kontakte der jeweiligen Hersteller. E-Auto FahrerInnen wurden Einladungen über Netzwerk der eNu Niederösterreich ausgesendet. Personen mit E-Boiler wurden über eine Werbeanzeige in diversen Onlinemagazinen angeworben.

- Wärmepumpe Workshop, Räumlichkeiten der FH Technikum Wien, 23.01.2019, 8 TeilnehmerInnen, alle m)
- Batteriespeicher Workshop, Räumlichkeiten von Fronius Linz, 15.03.2019 (TeilnehmerInnen: m, w).
- E-Auto Workshop, in St. Pölten, Räumlichkeiten der eNu Niederösterreich, 20.2-2019, (10 TeilnehmerInnen, 3 w, 7 m)
- E-Boiler Workshop, FH Technikum Wien, Meldemannstraße 18, 15.05.2019. 5 TeilnehmerInnen (3 m, 2 w)

Setting und Ablauf

Flexibilität im Energiesektor ist außerhalb der Fachwelt ein relativ unbekanntes Thema. Aufgrund der hohen Komplexität dieses Themas und des geringen Hintergrundwissens unbeteiligter Personen, ist eine Vereinfachung unter Beibehaltung der inhaltlichen Korrektheit, eine große Herausforderung.

Um die TeilnehmerInnen nicht zu beeinflussen, wurde darauf geachtet bei der Illustration der Funktionen und deren möglichen Implikationen für die Haushalte keine wertenden Aussagen zu treffen um Reaktionen nicht vorweg zu nehmen. Dementsprechend wurde in der Vorbereitungsphase besonderes Augenmerk auf die Gestaltung und Dramaturgie des Workshops, den inhaltlichen Aufbau sowie die verwendeten Wörter und Konzepte gelegt.

Die 4 Workshops waren einheitlich aufgebaut und strukturiert, mit jeweiliger Anpassung der Inhalte und Visualisierungen an die Komponenten. Die Dauer der Workshops betrug jeweils etwa 2,5 Stunden. Der Workshop wurde meist von einem Team von 3 Personen begleitet, die verschiedene Funktionen erfüllten. Eine Person für die Moderation der Diskussion, eine Person für inhaltliche Impulse sowie mit Fachkenntnissen zu technischen und organisatorischen Details für den Fall von Rückfragen und inhaltlichen Diskussionen, eine Person war für Aufbau, Dokumentation und Protokoll zuständig. Diese Dreiteilung ergab sich aus der Anforderung, die TeilnehmerInnen nicht durch die Konzepte der ForscherInnen mit Fachwissen zu beeinflussen und daher die Gedanken der Befragten nicht durch den Sinn und Interpretation der Forschenden zu beeinflussen. Der Ablauf gliederte sich in folgende thematische Einheiten:

Tabelle 1 Ablauf der Fokusgruppen Workshops

Abschnitt	Beschreibung
Begrüßung (Moderation)	Begrüßung, Vorstellung des Projekts, Ziel des Workshops und Ablauf, Vorstellungsrunde TeilnehmerInnen und Forschungsteam
Impuls (ExpertIn)	Aktuelle Einbindung der Komponente: Wie funktioniert die Komponente und wie ist diese aktuell eingebettet in das Gebäude/ Energiesystem. (Material: Poster 1)
Fragerunde 1 & Diskussion (Moderation)	Weswegen wurde diese Technologie angeschafft, weswegen nicht eine andere? Was hat zur Anschaffung überzeugt? Brainstorming individuell. Moderierte Diskussion (Material: Moderationskarten)
Impuls (ExpertIn)	Zukünftige Einbettung der Komponente mit gesammelter Nutzung von Komponentenkapazitäten, was bedeutet dies für Nutzung und Alltag. (Material: Poster 2)

Fragerunde 2 & Diskussion (Moderation)	Einschätzung und Bewertung der Veränderungen Welche Chancen und Möglichkeiten ergeben sich? Welche Risiken und Bedenken? (rote und grüne Post-it's). Inwiefern werden die Anschaffungsgründe gefährdet?
Fragerunde 3 & Diskussion (Moderation)	Welche Angebote würden helfen um die Risiken und Nachteile zu kompensieren? Welche Rahmenbedingungen muss es geben? Was wird gewünscht zur Absicherung, Vergütung.
Abschlussrunde und Fragen	Bewerten der Aspekte, die sog. „knock-out“ Kriterien sind.

Als Diskussionsimpuls wurde die aktuelle Nutzung der Technologie, deren Funktionen und die Einbindung in das Energiesystem anhand eines Kurzvortrags vorgestellt, unterstützt von einer visuellen Darstellung. Dies diente einerseits der Einstimmung zum Thema, andererseits um möglicherweise unterschiedliche Wissensstände anzupassen, die TeilnehmerInnen gedanklich abzuholen. Ein Beispiel für diese visuelle Darstellung findet sich in Abbildung 6-

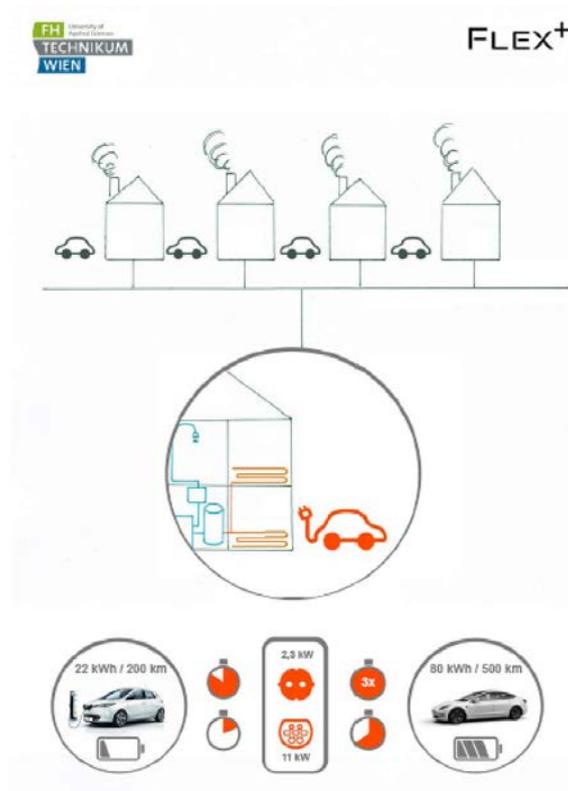


Abbildung 6 Aktuelle Einbindung des E-Auto im Energiesystem

Unterstützt durch die visuelle Darstellung (Abbildung 7 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) wurde die mögliche Einbindung der Komponente in die Flexibilitätsplattform (hier „Energiesystemmanagement“ genannt) dargestellt, in ihren Grundfunktionen erklärt und beispielhafte Implikationen für die Nutzung dargestellt. Auf mögliche Varianten wurde hingewiesen und je nach Komponente passende Auswirkungen dargelegt. Beim E-Auto z.B. wurden die unterschiedlichen Lademöglichkeiten erläutert (zeitlich verschoben durch pausieren des Ladens, langsames Laden durch begrenzte Kapazitäten, Entladung ohne Vorgaben, Entladung mit zeitlichen Vorgaben und Vorgaben hinsichtlich Zielladestand der Autobatterie).

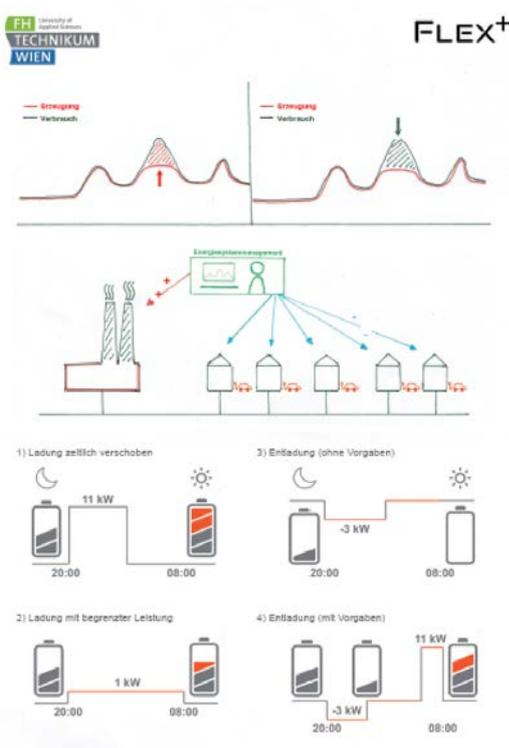


Abbildung 7 Einbindung E-Auto in Flexibilitätsplattform (links)



Abbildung 8 Workshop Dokumentation Prozess Risiken (rote Pfeile) und Chancen (gelbe und grüne Pfeile) (rechts)

Nach der Klärung inhaltlicher Fragen wurden TeilnehmerInnen gebeten zunächst individuell, dann in der Gruppe die möglichen positiven Aspekte und Vorteile, sowie die Risiken und Herausforderungen darzulegen und zu diskutieren.

Ergebnisdokumentation und Analyse

Die Dokumentation der Workshops erfolgte mittels Stichwortprotokolls und mit Audioaufnahme, welche zur Ergänzung der Protokolle transkribiert wurden. Die Auswertung erfolgte mittels qualitativer Inhaltsanalyse in der Software MAXQDA (Version 2020). Die Antworten wurden auf Basis der Struktur des Workshop Leitfadens vorwiegend deduktiv codiert, durch Codierungen im Text ergänzt und in eine induktiv entwickelte Sinnstruktur der Ergebnisse zusammengefasst (Baur 2014). Die Ergebnisaufbereitung und Darstellung erfolgte entlang der hierarchisch geordneten Codestruktur in thematischen Zusammenhängen, jeweils mit Verweis auf die Spezifika der Komponenten.

4.2.1.2 Befragung (Online Survey)

Zur Erweiterung und Validierung der qualitativen Ergebnisse wurde eine Umfrage unter Personen, die eine der 4 Komponenten besitzen oder regelmäßig nutzen, durchgeführt. Das Ziel der Erhebung war dabei insbesondere Hypothesen in Verbindung mit qualitativ erhobenen Eigeninteressen zu verifizieren und in Bezug zur gewählten Technologie zu setzen, sowie mögliche Rahmenbedingungen in Verbindung mit soziodemografischen Merkmalen und Einstellungen zu prüfen.

Aufbau des Fragebogens

Die Fragen sind vorwiegend geschlossen formuliert, mit nominal- oder ordinal-skalierten Antwortmöglichkeiten. Die inhaltlich geschlossenen Antworten wurden mehrfach um offene Fragen ergänzt, um weitere Kommentare zu den jeweils vorhergehenden Fragen zu ermöglichen. Dies erschien insbesondere von Relevanz um möglichen Verständnisproblemen oder Meinungsdivergenzen Ausdruck zu verleihen. Zudem ermöglichten die Kommentare

eine Konsistenzprüfung der Antworten im Rahmen der Datenaufbereitung um einen Eindruck von der Verständlichkeit der Antwortmöglichkeiten zu erhalten und das korrekte Ausfüllen der Antworten punktuell zu kontrollieren.

Tabelle 2 Struktur und Themen des Fragebogen

Themenbereich	Inhalte (stichwortartig)
Einleitungstext und Arbeitshinweise	
Strom- und Wärmeversorgung	Art des Stromanbieters zusätzliche Eigenversorgung mit PV Wärme –und Warmwassertechnologien
PKW Nutzung	Wird PKW genutzt wenn ja mit welchem Antriebssystem
Stromverbrauch und -tarife	Anbieterwechsel Kenntnis eigener Stromverbrauch Kenntnis verschiedener Stromtarife Zufriedenheit mit Stromanbieter.
Technologieauswahl	Wahl der Technologie: Wärmepumpe, E-Auto, E-Boiler oder Batteriespeicher
Anschaffungsgründe Technologie	Wichtigkeit Gründe für Anschaffung der Technologie: Neuananschaffung, Technologieinteresse, neuester Stand der Technik, geringerer Wartungsaufwand, Komfortverbesserung, Anschaffungskosten, Laufende Kosten, PV Eigenversorgung, Versorgungssicherheit, Netz Stabilität, Andere
Textinformation Prosumer Netzwerk (siehe Abbildung 9 Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.)	
Kenntnis und Mitwirkung Prosumer Netzwerk	Kenntnis Prosumer Netzwerk, Bereitschaft mitzuwirken Wenn Nein, Ablehnungsgründe
Rahmenbedingung (1)	Aussagen zu Rahmenbedingungen: Kompensation für Teilnahme, Abnutzung, nur wenn Mehrkosten, Mehrzahlungsbereitschaft,
Angemessenheit Kompensation	Finanzielle Vergütung, Wartungsgutschein, soziale oder ökologische Spende
Angemessenheit von versch. Tarifen	Verbrauchsbasiert, Flatrate, Dynamisch
Rahmenbedingung (2)	Dokumentation, Aufwand, Opt-out, Nutzungseinsicht, begrenzte Ladekapazitäten
Informationsangebot	Häufigkeit von Informationen zur Nutzung, Detailgrad der Information

Zeiträume	Wann Komponente für externe Nutzung zur Verfügung steht
Einstellung zu Prosumer Netzwerk	Spontanität, Nutzen, Komfortverlust, Bedenken, Sinnvoll, Kontrollverlust
Motivatoren zur Teilnahme	Stromnetzentlastung, Kosten sparen, Ausbau EE unterstützen, regionale EE Versorgung,
Einstellungsfragen Selbsteinschätzung	Umweltbewusstsein, Technikaffinität, Risikoaffinität, Gemeinschaftsorientierung, Selbstwirksamkeit des Beitrags, Vertrauen, Risikobereitschaft
Sozio-demografische Variablen	Gender, Alter, Bildungsabschluss, Erwerbstätigkeit, Angestelltenverhältnis, Einkommen, Haushaltsgröße, Wohnortgröße, Wohnsituation, Eigentumsverhältnis Wohnsituation

Die Herausforderung dabei war, ohne die Möglichkeit viel Information in Form von Texten anzubieten, auf simple Art ein Verständnis für die Relevanz des Themas zu vermitteln, jedoch ohne Wertungen und Zuschreibungen zu kommunizieren.

Um Fragen zu einer möglichen Einbindung der ausgewählten Komponente in eine Flexibilitätsplattform zu diskutieren, wurde ein Erklärungstext eingefügt in dem das grundlegende Konzept am Beispiel der jeweiligen Technologie erklärt wird (siehe Abbildung 9). Um Verwirrungen mit Fachbegriffen zu vermeiden, wurde der Begriff „Prosumer Netzwerk“ verwendet.

Prosumer Netzwerke

In einem Prosumer Netzwerk werden mehrere Batteriespeicher als Gruppe zusammengefasst und vernetzt. Für diese Gruppe kann das Ladeverhalten der Batteriespeicher angepasst werden, wenn dies für das Gesamtsystem notwendig oder sinnvoll ist.

Für den einzelnen Haushalt soll jedoch die eigene Nutzung und Funktion des Batteriespeichers nicht spürbar eingeschränkt werden. Dies wird durch Verträge und Einstellungsmöglichkeiten zu Zeit, Ausmaß und Dauer der Einbindung sichergestellt.

Prosumer Netzwerke können dazu dienen,

- das Stromnetz zu entlasten (das Über- oder Unterangebot von Strom wird durch die Batterien ausgeglichen),
- die Stromversorgung wirtschaftlicher zu betreiben und die Kosten für die Stromversorgung zu senken,
- den (regionalen) Ausbau der erneuerbaren Erzeugungstechnologie zu fördern,
- die Teilnahme am Energiemarkt für die BesitzerInnen der Batteriespeicher zu ermöglichen,
- vorhandene technische Kapazitäten auszunutzen.

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:
Antwort war 'Batteriespeicher' bei Frage '13 [A7]' (Zu welcher der folgenden Technologien möchten Sie die weiteren Fragen beantworten? Dazu wählen Sie bitte eine Technologie aus, die Sie selbst besitzen oder regelmäßig nutzen. Falls Sie mehr als eine der genannten Technologien besitzen, wählen Sie bitte jene aus, zu der Sie am ehesten weitere Fragen beantworten möchten.)

Folgende Fragen beziehen sich auf Batteriespeicher als Teil eines Prosumer Netzwerks.

Abbildung 9 Textinput im Fragebogen "Einführung Prosumer Netzwerk" Beispiel Batteriespeicher

Die Zielgruppe des Fragebogens sind Personen, die einen Bezug zu mindestens einer der genannten Komponenten haben. Bezug bedeutet hier, dass man diese besitzt oder im Haushalt vorhanden ist, oder regelmäßig nutzt. Zur besseren Vergleichbarkeit der Daten und einer gesammelten Akquise Strategie für TeilnehmerInnen wurde ein gemeinsamer Fragebogen mit Auswahlmöglichkeit der Technologie aufgesetzt. Durch Filterfragen im Fragebogen konnten TeilnehmerInnen die für sie relevante Technologie auswählen, erhielten dann im Verlauf inhaltlich gleiche, jedoch sprachlich an die Komponente angepasst Fragen.

Befragungsdurchführung und TeilnehmerInnenakquise

Die Online-Befragung wurde mit LimeSurvey durchgeführt. Um die Validität und Reliabilität der Umfrage zu gewährleisten, wurde ein Pretest durchgeführt in dem die Verständlichkeit von Fragen und Antwortmöglichkeiten und die technische und gestalterische Umsetzung überprüft wurde. Dafür wurde die Methode der informellen Begutachtung (Weichbold 2014) im Kreis der MitarbeiterInnen an der FH Technikum Wien, Studierende und Bekannte gewählt, welche den Fragebogen durch ihr Feedback iterativ verbesserten. Ebenso wurde im Rahmen von Projektmeetings das Konzept vorgestellt und inhaltlich diskutiert, die Pre-Version des Fragebogens wurde zudem dem Projektkonsortium zugesendet und Feedback eingearbeitet.

Im Zeitraum von 7 Monaten (August 2019 bis Februar 2020) war die Befragung offen und wurde über verschiedene Kanäle in mehreren Befragungswellen beworben. Das Bearbeiten des Fragebogens dauerte im Durchschnitt 17 Minuten. Die Grundgesamtheit stellen BesitzerInnen von einer oder mehrerer dieser Komponente dar. Um daher diese Zielgruppe zu

erreichen sollte der direkte Weg über KundInnenkontakte der Komponentenhersteller als Verbreitungskanal der Befragung dieser dienen. Im Rahmen des Projekts Flex+ konnte dies bei IDM durchgeführt werden. Bei den anderen drei Komponentenherstellern sind EndkundInnenkontakte nicht vorhanden oder es konnte aus unternehmensinternen Gründen kein direkter Kontakt hergestellt werden.

Die Ausweitung der Akquise Strategie auf weitere KonsortialpartnerInnen mit Haushaltskontakten sowie NetzwerkpartnerInnen ermöglichte eine breite Bewerbung des Fragebogens bei verschiedenen Haushalten mittels verschiedenen Email Verteilern, Newslettern sowie KundInnenzeitschriften. Unter anderem wurde der Fragebogen in der KundInnenzeitschrift der ENERGIE AG beworben. Um den Fragebogen an Personen mit E-Boilern zu erhalten wurde ein Marketingunternehmen mit der Bewerbung des Fragebogens in Online Magazinen und Zeitschriften beauftragt. Einen Überblick über die verschiedenen Akquisekanäle ist in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargelegt

Bei dieser breit angelegten Aussendungsstrategie waren jedoch nicht alle Rezipienten der Email-Benachrichtigungen zwingend in Besitz von zumindest einer der Technologien. Über die Gesamtzahl der AdressatInnen der verschiedenen Kanäle ist ebenso wenig bekannt, wie deren Technologiebesitz. Dementsprechend sind die Rücklaufquoten nicht rechnerisch darzulegen.

Tabelle 3 Fragebogen Aussendungskanäle

Aussendungskanal	Beispiele für AussenderInnen	Absolut	Relativ
Komponentenhersteller	IDM	185	21,1 %
Energiedienstleister	EnergieAG; aWattar	176	20,1 %
Weitere Projektpartner	Großschönau	81	9,2 %
Netzwerke und Interessensvertretungen	Kleinwindkraftportal; eNu; Ökoenergie; Land Steiermark; PV Austria, Implantat;	234	26,7 %
Öffentliche Medien	Online Medien; Facebook; FH Homepage	136	15,5 %
Sonstige	Nicht zuordenbar; Privat	65	7,4 %
		877	100,0 %

Zur Nachvollziehbarkeit des Verteilungskanals wurde bei der ersten Aussendung des Fragebogens jeweils einen Zugangsschlüssel pro Verbreitungskanal ausgesendet, der dann zu Beginn des Fragebogens eingegeben werden sollte. Dieser Zugangsschlüssel war jedoch kein Pflichtfeld, auch ohne einen solchen Schlüssel konnte daher der Fragebogen beantwortet werden. Als zweiter Marker für die Verteilungskanäle wurde die Referrer-URL als Variable mitgeschrieben. In der zweiten Aussendungsrunde (Verteilungskanäle der Energiedienstleister) wurde dieser Zugangsschlüssel jedoch entfernt auf Grund der Erfahrung, dass die TeilnehmerInnen den Zugangsschlüssel teilweise nicht oder falsch verwendet hatten. Zur Nachvollziehbarkeit wurde stattdessen für jeden Aussendungskanal ein separater Fragebogenlink erstellt.

Datenschutz

Bei der Aussendung des Fragebogens wurden keinerlei Kontaktdaten von KundInnen oder Newsletter AbonentInnen ausgetauscht. Das Anschreiben wurde gemeinsam mit dem Fragebogenlink von den jeweiligen PartnerInnen weitergeleitet. Gemäß der Datenschutzgrundverordnung wurde dem Fragebogen eine Information zur Datennutzung, -aufzeich-

nung, -verwendung und -speicherung angefügt. Innerhalb des Fragebogens wurden keinerlei persönliche Daten (Namen, Kontaktdaten etc.) erfasst sodass dem Forschungsteam keine Möglichkeit zu Rückschlüssen der Antworten auf einzelne Personen möglich ist. Am Ende des Fragebogens konnten die TeilnehmerInnen sich über einen separaten Link zu einer Verlosung und für einen Newsletter zur Erhaltung der Forschungsergebnisse eintragen.

Datenaufbereitung

Die gesammelten Daten wurden als Excel File exportiert und im Rohzustand gesichert. Für die Datenaufbereitung wurden die parallel ausgesendeten, jedoch inhaltlich gleichen Datensätze zu einem Datensatz zusammengefasst. Ausgeschlossen wurden in diesem Schritt unvollständige Datensätze, d.h. teilweise ausgefüllte Fragebögen die nicht bis ganz zum Ende ausgefüllt wurden

Als erster Schritt wurde die Datenbereinigung durchgeführt. Teilweise war aus den Antworten ersichtlich, dass die BefragungsteilnehmerInnen keine der Antworten ausgefüllt, oder nur selektiv geantwortet haben – diese Einträge wurden aus dem Datensatz entfernt. Offensichtlich fehlerhafte Antworten in einzelnen Fragen wurden korrigiert, insofern eindeutig interpretierbare Antworten aus den offenen Textfeldern in der Option „Sonstiges“ gegeben waren. Korrekturen wurden dokumentiert. Sonstige inhaltliche Inkonsistenzen wurden gelöscht, bzw. die betreffenden Einträge als fehlendem Wert codiert.

Die Rohdaten wurden anhand eines vordefinierten Codierschemas umcodiert, sodass alle Textantworten einer Variable entsprechen

Daten und Datenqualität

Nach Bereinigung der Daten von unvollständig ausgefüllten Fragebögen konnte eine Stichprobe im Umfang von 877 Fragebögen in die Auswertung mit einbezogen werden. Darunter wählten 377 Personen Wärmepumpe, 218 E-Auto, 153 Batteriespeicher und 103 E-Boiler als Technologie, für die sie den Fragebogen beantworten, aus. Die Stichprobe umfasst 877 RespondentInnen mit einem hohen Anteil an männlichen TeilnehmerInnen (88 % der BefragungsteilnehmerInnen; 101 Frauen, 714 Männer) und einem überdurchschnittlich hohen Anteil (43%) von AkademikerInnen im Vergleich zum Österreichischen Durchschnitt (13,4 %, Statistik Austria 2017).

Auswertung und Interpretation

Die Codierung und Auswertung erfolgte mittels der Software IBM SPSS Statistics 26 und Microsoft Excel 2016. Um einen ersten Überblick über den Datensatz zu gewinnen, wurden die Daten deskriptiv durch Vergleich der Häufigkeiten ausgewertet. Um Zusammenhänge und Abhängigkeiten zu identifizieren, wurden Kontingenzanalysen (Chi² Test, $\alpha=0,05$) und ANOVA Varianzanalysen (einfaktoriell und mehrfaktoriell, $\alpha=0,05$) durchgeführt. Insbesondere wurde untersucht, ob sich das Antwortverhalten hinsichtlich der soziodemografischen Merkmale unterscheidet, und ob die Einschätzungen zu „Prosumer Netzwerken“ in Zusammenhang mit Faktoren wie vorhandenem Wissen und Erfahrungen in diesen Bereichen, sowie mit persönlichen Werten und Einstellungen stehen. Die offenen Fragen wurden zusammengefasst und hinsichtlich übergeordneter, gemeinsamer Themen beschrieben.

Mittels einer Faktoren – und Clusteranalyse wurden aus Variablen zur Einstellungen der Befragten zu Umwelt- und Energiebewusstsein, Technikaffinität, Risikobewusstsein, gesellschaftlicher Orientierung und ihrer wirtschaftlichen Einstellung mögliche Befragten Cluster zusammengefasst. Diese Cluster werden im Zusammenhang mit Kundinnen Typisierungen auch Segmente genannt, und weisen jeweils homogene Eigenschaften auf, für welche dann zielgruppenangepasste Geschäftsmodelle (im weitesten Sinn) entwickelt werden können.

Auf kontextueller Ebene folgen die Typisierungsverfahren grob dem Rahmenmodell des Umweltverhaltens von (Fietkau & Kessel, 1981), welches darstellt wie das (Energie-) Verhalten durch (Verhaltens-) Angebote, Einstellungen (und diese wiederum durch den individuellen Wissensstand), Anreize und die wahrgenommenen (individuellen und gesellschaftlichen) Konsequenzen beeinflusst werden.

Im Kontext der größeren publizierten Studien zur Erforschung des Energieverhaltens können generell Klassifizierungen der KundInnen anhand folgender Indikatoren unterschieden werden, wobei diese nach internen und externen Faktoren differenziert werden.

- Interne Faktoren – Einstellungen
 - Wissen über die Konsequenzen des eigenen Verhaltens
 - Werthaltungen (Normen)
 - Umwelt/Energiebewusstsein
 - Technikaffinität
 - Lebensstile
 - Lebenslagen/-milieus
- Externe Faktoren
 - Politikmaßnahmen,
 - gesellschaftlicher Druck,
 - Vorbildwirkung relevanter Bezugspersonen/-gruppen

Auf Basis von Studien zur Typisierung von EnergiekonsumentInnen (Sütterlin et al, 2011; Hierzinger et al 2011; Jaksch 2018) wurde im Rahmen des Deliverable 5 ein theoriegeleitetes Typisierungsmodell für mögliche Flexibilitäts- KundInnencluster. Diese Typisierung basieren im Regelfall aus einem Set von Einstellungen. Im Rahmen dieser Erhebung wurden für die Flex+ Typisierung relevant Einstellungselemente erhoben (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**), mittels explorativen Verfahren wurden 4 homogene Cluster identifiziert und charakterisiert. Diese 4 Clustergruppen unterscheiden sich signifikant hinsichtlich ihrer Einstellungen sowie zu ihren Wahrnehmungen und Einstellung von Prosumer Netzwerken (Flexibilitätseinbindung). Die Benennung der Cluster erfolgte auf Basis eines zentralen Merkmals.

Tabelle 4 Überblick Items und Variablen zur Einstellungen der Befragten

Item	Einstellungsvariablen
Energie und Umweltorientierung	Umweltbewusst – Selbsteinschätzung
	Energie- und Umweltthemen im Bekanntenkreis
	Energiebewusstsein - Verbrauch
Kostenorientiert	Kostenbewusstsein - Verbrauch
Gesellschaftliches Engagement	Ich engagiere mich in einer Gemeinschaft
	Gelingen der Energiewende durch gemeinschaftliches Engagement
Selbstwirksamkeit	Vertrauen in positive Wirkung des eigenen Beitrags
Vertrauen in Expertise	Verantwortung für Energiewende liegt bei ExpertInnen
Technikaffinität	Technikaffin - Selbsteinschätzung
	Informiere mich über elektronische Geräte, ohne Kaufabsicht
	Ich kenne die Funktionen der elektronischen
	Ich versuche zu verstehen wie ein technisches System funktioniert

	Es macht Spaß ein neues elektronisches Gerät auszu- probieren
Risikobereitschaft	Ich gehe Unbekanntem aus dem Weg
	Ich betrachte riskante Situationen als eine Herausfor- derung

4.2.1.3 Berücksichtigung der (Zwischen-)Ergebnisse in Flex+

Die Ergebnisse der Workshop Diskussionen und der Befragung erweitern das Verständnis über mögliche KundInnenperspektiven zur Einbindung ihrer Komponente in Flexibilitätsanwendung und geben Hinweise zu Aspekten, die im Entwicklungsprozess der Flex+ Plattform und den Interaktionsmöglichkeiten mit zukünftigen EndkundInnen Beachtung finden sollten. Die Erkenntnisse zeigen, welche Sorgen und Bedenken es bei möglichen Umsetzungen geben kann, sowie welche möglichen Motivatoren und Anreize zu einer Mitwirkung beitragen könnten.

Im Rahmen des Forschungsprojekts Flex+ werden diese Erkenntnisse an mehreren Stellen berücksichtigt. Sie dienen als Input für die Konzeptionierung und Entwicklung der User Plattform durch die Übersetzung von gewünschten Rahmenbedingungen und Einstellungsoptionen in die Interaktionsformen. Die Entwicklung und Testung möglicher Preis- und Geschäftsmodelle bezieht die Erkenntnisse zur Kenntnis, Anerkennung und Wünsche hinsichtlich Vergütungsmodellen und Tarifen ein, sowie Erkenntnisse zum Motivationshintergrund bei der Teilnahme.

4.3 Ergebnisse der Fokusgruppen

Die Fokusgruppendifkussionen waren im Ablauf gleich strukturiert und folgten einer analogen thematischen Dramaturgie, anhand derer die Diskussionen inhaltlich strukturiert aufbereitet wurden. Die Ergebnisse werden thematisch strukturiert zusammengefasst in übergeordnete Themen, in Klammer steht dahinter in welcher Komponentengruppe diese Themen von den TeilnehmerInnen angesprochen wurden (BS= Batteriespeicher, WP= Wärmepumpe, EA= E-Auto, EB= E-Boiler). Die textliche Beschreibung fasst die Aspekte komponentenunabhängig zusammen, wo relevant werden die Inhalte konkret auf die Komponente bezogen.

Bei der Interpretation der Relevanz dieser Ergebnisse ist zu beachten, dass die Ergebnisdarstellung nicht die Häufigkeit der Nennungen und Meinungen darstellt. Vielmehr werden Aussagen kategorisiert und zusammengefasst, teilweise beruhen die Aussagen jedoch auf Einzelmeldungen. Die Ergebnisse stellen ein möglichst breites Spektrum möglicher Meinungen und relevanter Aspekte dar.

4.3.1.1 Anschaffungsgründe und Motivatoren für die Komponente

Als erste Frage an die TeilnehmerInnen wurde nach deren Anschaffungsmotivation für die jeweilige Technologie gefragt: Weswegen wurde die Technologie angeschafft, warum diese und nicht etwa eine mögliche Alternative mit gleicher Funktion? Was war die Motivation? Es gab keine vordefinierten Themen, die behandelt werden mussten. Die vielfältigen Diskussionsergebnisse wurden in der Analyse thematisch zusammengefasst und in Überkategorien strukturiert.

- **Kosten** (WP, BS, EB, EA): Die Komponente ist günstiger, spart laufende Kosten im Vergleich zu anderen verfügbaren Alternativen. Auch wenn die Frage nach Kosten in allen Fokusgruppen diskutiert wurde, gibt es hier doch Unterschiede im Fokus der Diskussionen. Wärmepumpen werden bei Neubauten und dem notwendigen Tausch des Heizungssystems als ökonomisch günstige Option erachtet. Batteriespeicherbesitzer gaben an, dass die Anschaffungsmotivation vor allem die geringeren Stromkosten, bzw. die mögliche Reduzierung laufender Kosten durch PV Strom darstellt. Das E-Auto wird im Vergleich mit anderen Kraftfahrzeugen unter Beachtung aller relevanten Kosten als günstiger betrachtet. Dies bezieht sich auf die laufenden Kosten da Strombezug teilweise für die TeilnehmerInnen kostenlos ist oder zumindest deutlich günstiger als Treibstoffe. Stichworte wie Kostenwahrheit, externe Kosten und Vollkostenvergleich wurden genannt und damit nicht nur die real entstehenden Kosten, sondern zugleich die gesellschaftlichen Kosten (Externalitäten, Umweltkosten etc.) angesprochen.
- **Neuanschaffung/ Ersatz alte Technologie** (WP, EB, EA): Die Anschaffung wurde angesichts des Ersetzens einer alten Technologie getätigt. Dadurch ist etwa beim E-Auto die Gelegenheit für ein Überdenken der aktuellen Technologie gegeben. Damit im direkten Zusammenhang steht der nächste Aspekt.
- **Neuester Stand** (WP): Die Auswahl wurde getroffen, da die Technologie auf neuestem technischen Stand sei, damit Wartungen problemlos stattfinden und eine Weiterentwicklung der Services zu erwarten sei
- **Langlebigkeit der Technologie** (EB): Die E-Boiler Gruppe betont, Technologie sei langlebig und meist störungsfrei. Durch die vergleichsweise simple Technologie und Wartung könnten Störungen jedoch unkompliziert gefunden und gelöst werden.
- **PV Strom Nutzung** (BS, EA, WP): Insbesondere für die BatteriespeicherbesitzerInnen ist die primäre Kaufmotivation die Speicherung und Eigenverbrauchsoptimierung des PV Stroms. Ebenso wurde von E-Auto BesitzerInnen die Möglichkeit mit dem eigens erzeugten PV Strom das E-Auto zu laden genannt.
- **Autonomie** (BS, EA): im engen Zusammenhang mit dem vorherigen Aspekt steht die Motivation, die eigene Versorgung von Strom, aber auch die Mobilität durch eigene Produktion unabhängig und autonom zu bewerkstelligen. Das Bedürfnis nach

Unabhängigkeit von Kraftstoffimporten und Preisanstiegen, möglichen politischen Konflikten werden hier genannt.

- **Technikinteresse** (WP, EA, BS): Die neue Technologie wurde angeschafft aus reinem Interesse an der Innovation, den Möglichkeiten der technischen Entwicklungen und neuer Funktionen und Services.
- **Spaß** (EA, WP): Das Fahrerlebnis insbesondere im Stadtverkehr, die schnelle Beschleunigung, das Gleiten und leise unterwegs sein, sei ein angenehmes Gefühl und habe in Probefahrten (z.B.) überzeugt. Es bereitet Freude und Spaß mit dem E-Auto unterwegs zu sein. Spaß vermitteln auch die WärmepumpenbesitzerInnen im Austüfteln der Systeme und der kompletten Steuerung ihres Stromverbrauchs in Kombination mit Smart Home oder Energiemanagementsystem.
- **Komfort** (EB, WP): Komfortable Wärme- und Warmwasserversorgung und einfache Steuerung wird diskutiert. E-Boiler BesitzerInnen betonten den Komfort, die effiziente Warmwasserbereitung und die schnelle Verfügbarkeit von Wasser, wenn es mal aus ist, gleichzeitig jedoch die Beschränktheit der Boiler Kapazitäten.
- **Klima und Ökologie** (EA, BS, WP, EB): Das Thema Klimaschutz und Nachhaltigkeit wurde in den Fokusgruppen E-Auto, Batteriespeicher, sowie auch bei der Wärmepumpe Gruppe sehr zentral diskutiert. Durch die Anschaffung dieser Komponenten soll ein klimabewussterer Umgang mit Energie ermöglicht und nachhaltigere Optionen unterstützt werden.
- **Emissionen und Schadstoffe** (WP, ES): Die Unabhängigkeit der Wärmepumpe von klimaschädlichen, fossilen Kraftstoffen in Kombination mit einem Ökostrom Tarif ist wichtiger Motivator für die Wärmepumpe Gruppe, auch das E-Auto wird als umweltschonender betrachtet, da schadstoffarm im Betrieb, zudem geringe akustische und olfaktorische Belastungen (leise, kein Gestank).
- **Vorbildwirkung** (EA): Die gesellschaftliche Vorbildfunktion wurde primär in der Gruppe E-Autos diskutiert. Die TeilnehmerInnen argumentierten, dass das E-Auto angeschafft wurde um als Pionier zur Energiewende beizutragen und anderen Personen zu zeigen, dass Alternativen zum Verbrennungsmotor vorhanden sind und funktionieren. Man wünsche etwas Neues auszuprobieren und damit auch eine gesellschaftliche Wirkung zu haben.
- **Moralische Gedanken** (EA): Das Gefühl Verantwortung zu tragen für eine nachhaltige Energiezukunft, sowie die daraus entstehende moralische Verpflichtung zu handeln, wurde direkt in der E-Auto Gruppe angesprochen („Das eigene Gewissen beruhigen, meinen Teil leisten.“)

4.3.1.2 Chancen und Risiken durch Einbringung der Komponente in die Flexibilitätsplattform

Die Risiken und Chancen der Einbindung der Komponente wurde in allen vier Fokusgruppen sehr divers diskutiert, sowohl positive als auch negative Aspekte wurden genannt. Insgesamt überwog in der Grundstimmung der Diskussion ein konstruktiver und positiver Umgang mit der Fragestellung. Zusammengefasst wurden hierbei folgende Themen angesprochen:

Risiken, Bedenken und Herausforderungen:

- **Nutzen** (WP, EB, EA, BS): In allen vier Fokusgruppen wurde als erstes die Frage nach dem Nutzen gestellt. Welcher Nutzen hat der/die einzelne TeilnehmerIn, wie steht der Nutzen in Relation zum Aufwand, was bringt diese Maßnahme individuell sowie für das Gesamtsystem.
- **Eigene „Flexibilität“** (WP, EB, EA, BS): die persönliche Flexibilität, spontane Nutzungsänderungen und Einschränkungen wurden in allen vier Gruppen thematisiert. Beispielsweise wurde die Einschränkung einer spontanen Nutzung des E-Autos als Herausforderung erachtet.

- **„Reichweitenangst“** (EA): Damit verbunden ist beim E-Auto die beschränkte Reichweite mit der Batterie und die Sorge, durch die Flexibilitätseinbindung noch weitere Einschränkungen zu erhalten. Dies sei nicht nur für eigene Nutzung, sondern auch für weitere Verbreitung der Technologie hinderlich.
- **Notfallnutzung** (EA): Insbesondere die Funktion des E-Autos für Notfälle und dringenden Fahrten sei gefährdet, die Mobilität nicht gesichert.
- **Externe Steuerung** (WP, EA, EB, BS): Besorgniserregend wurde wahrgenommen, dass eine andere Instanz die Steuerung der eigenen Komponente stören könnte oder gar außer Kraft setzen könnte. Bei Wärmepumpe und Batteriespeicher insbesondere wurde die Sorge angesprochen, dass die externe Steuerung mit dem (teilweise in intensiver Auseinandersetzung mit Funktionalität entwickelten) eigenen Fahrplan für die Technologie in Konflikt stehen könnte. Die (Möglichkeit einer) Steuerung des Ladeverhaltens des E-Autos durch „jemand anderen“, sei besorgniserregend.
- **Komfort** (WP, EB): Der Komfort im eigenen Haushalt mit Wärme und Warmwasserbereitstellung wird als gefährdet erachtet, Zusätzliche Lärmbelästigung (WP) wird als mögliche negative Auswirkung diskutiert.
- **Auswirkungen auf Technologie und deren Nutzung** (BS): Eine schnellere Abnutzung der Komponente und ihrer Bestandteile, die mögliche Abnutzung der Wechselrichter beim Batteriespeicher aber auch sonstiger Verschleißteile sei zu vermeiden.
- **Lebensdauerverkürzung** (BS): Durch externe Nutzung und eventuelle Erhöhung der Ladezyklen ist die Lebensdauer der Batterie gefährdet bzw. verkürzt, ebenso besteht Gefahr der Tiefenentladung. Sinnvoll werde das häufigere Laden und Entladen nur bei neuen Batterien, die technisch fortgeschrittener sind und dementsprechend keine großen Verkürzungen der Lebensdauer zu erwarten hätten.
- **Garantien** (ES): Die externe Nutzung könnte Garantie außer Kraft setzen, Klärung der Garantiebestimmungen mit dem Hersteller ist zu klären.
- **Unerwartete Kosten und Verantwortung** (EA, WP, BS, EB): Bei Fehlfunktionen keine schnelle Lösung, wer übernimmt Kosten bei Unfällen, Komplikationen, Ausfällen, Schäden
- **Abrechnung** (WP, BS): Die Nutzung und Flexibilitätsabgeltung verkompliziere die Abrechnung, mache Stromrechnung komplizierter und intransparent. Unerwartete Kosten sind zu vermeiden.
- **Privatsphäre und Datenschutz** (WP, EA, EB, BS): Sorge vor externer Überwachung des Nutzungsverhaltens, bzw. die Sorge, dass Daten, die aufgezeichnet werden nicht ausreichend gesichert sind und von Dritten gestohlen und für kriminelle Zwecke missbraucht werden. Es soll niemand Einblick erhalten in das Nutzungsverhalten (EA, EB). Andererseits wurde die Wichtigkeit des Datenschutzes wiederum relativiert, da schließlich jede Person „Google verwende und Datenschutz aufgeben damit“ (EB).
- **Gesundheitliche Folgen** (EB): Bei der E-Boiler Gruppe wurde die Sorge vor negativen gesundheitlichen Auswirkungen durch verringerte Boiler Temperaturen genannt in Zusammenhang mit Legionellen. Ebenso wurde die Angst vor Verbrühung bei Überhitzung des Wassers genannt.
- **Weiterer Technologie Barriere** (EA, WP): Die Einführung von E-Autos und deren breitenwirksame Nutzung sei technisch schon herausfordernd genug (Stichwort Normierungen, Protokolle, Umstellung von bestehender Infrastruktur). Diese aggregierte Steuerung verkompliziere den Prozess weiter, stelle neue Herausforderung für Kommunikation der Geräte und Kompatibilität der Technologien. Auch die Wärmepumpe diskutiert über die höhere Systemkomplexität und wie diese die Interoperabilität verkompliziere und die Schnittstelle zur PV wieder neu zu klären sei.

- **Zwang zur Mitwirkung** (EA, WP): Sorge besteht, dass durch Verbreitung des Systems und Marktmonopol es nicht mehr möglich sein könne, nicht mitzumachen (Anpassungsdruck, Systeme ohne Flexibilitätseinbindung werden nicht gewartet, etc.).
- **Überforderung der KomponentenbesitzerInnen** (BS, WP): Die Einbindung sei technisch komplex zu verstehen, für Haushalte ohne technische Kenntnisse sei daher mit einer Überforderung zu rechnen, wurde in der Gruppe der Batteriespeicher und Wärmepumpe angenommen.
- **Nutzungssperre** (EB): Sorge vor Nutzungssperren, wenn man einen bestimmten Verbrauch überschreitet. Durch die äußere Kontrolle sei zukünftig möglich einzugreifen und ein Maß an „adäquatem Verbrauch“ zu erwarten, Angst vor Sanktionen bei Überschreitungen dieser Grenzwerte besteht.
- **Beschränkte aggregierte Kapazitäten** (BS, EA, EB): Fragliche Effektivität, wenn nicht flächendeckend eingeführt würde. Auch wird hinterfragt inwiefern die einzelnen Komponenten überhaupt einen relevanten Beitrag leisten würden, da deren Kapazitäten schon zu klein sei um den eigenen Bedarf gänzlich zu decken (BS). Auch die Kapazität des E-Autos sei zu beschränkt, als dass sich die Einbindung lohnen würde.
- **Monitoring Aufwand** (EB): Der Aufwand für das Monitoring der Boiler werde als sehr hoch eingeschätzt. Ebenso wird die Steuerung und Planbarkeit der vielen, aggregierten Komponenten als enorm komplex und herausfordern erachtet.
- **Verantwortung verschoben** (WP): Die Herausforderungen des Energiesystems, etwa der Umgang mit dezentralen Erzeugern, steigende Netzin stabilität und möglicher Ausbau sei ein gesamtgesellschaftliches Problem, das durch alle getragen werden sollte und nicht auf einzelne Haushalte umgelegt werden, die sogar schon auf eigene Kosten investiert haben.
- **Private Unternehmensinteressen** (EA, BS): Kritisch diskutiert wurde die Sorge, dass private Technologien auf Kosten von privaten Haushalten und deren Investitionen ausgenutzt werden und damit Profite für nichtöffentliche, möglicherweise multinationale Unternehmen entstehen. Damit verbunden stehen auch die Bedenken, dass öffentliche Energieversorgung geschwächt wird.

Chancen und positive Aspekte

Bei den positiven Aspekten dominieren die ökologische Argumente und die systemische Unterstützung. Die Sinnhaftigkeit der Maßnahme für die „Zukunftsfähigkeit“ und „System-sicherung“ der Stromversorgung steht hier im Vordergrund. Der individuelle Nutzen stellt sich jedoch weniger deutlich dar.

- **Unterstützung Energiewende** (EA, WP): Die Nutzung der Komponenten, um Kapazitäten von fossilen Kraftwerken zu ersetzen und dadurch einen schnelleren „CO₂ Ausstieg“ der Energieversorgung zu erreichen wird als positive Chance erachtet. Indirekt sei die Hoffnung dadurch den Ausbau von erneuerbaren Energieträgern zu unterstützen (EA), sinnvolle Kombination mit Ökostrom (WP).
- **Stromversorgung und Netz** (EA, WP): Vorteile werden auch für die Stromversorgung („Energieversorgung sichern“) und die Netzentlastung (Netzebene 7), z.B. durch das Abfangen von Belastungsspitzen, oder das mögliche Vermeiden von Netzausbau oder Kraftwerksbau. Zudem könnte ein Beitrag zur Krisensicherheit und „Blackout“ Sicherheit möglich sein.
- **Regionale Lösung** (WP): Mit dem vorherigen Aspekt verbunden wurde auch die Möglichkeit der Unabhängigkeit von Importen aus anderen Ländern und damit einer überregionalen, „österreichischen“ Nutzung vorhandener Ressourcen thematisiert.
- **Effizienz durch die Vernetzung** (EA, WP): Durch die optimierte Nutzung von vorhandenen Kapazitäten (WP) könnten Ressourcen geschont werden (EA), zu einem möglichst effizienten Gesamtsystem beigetragen werden.

- **„Einfache Lösung“** (EA): Die Maßnahme wird als möglicherweise einfacher eingeschätzt und weniger komplex als neue, noch unbekannte Lösungen in denen deutlich mehr Technologie verwendet/ ausgebreitet werden müsste.
- **Vergütung und „Geld verdienen“** (EA, WP, EB, BS): Die Kostenfrage wurde einerseits als Risiko, andererseits aber auch als möglicher positiver Nutzen diskutiert. Mit dem „E-Auto Geld verdienen“ sei so eine willkommene Möglichkeit um eventuell schnellere Amortisation der Anschaffung zu ermöglichen. Zudem könne man von „der teuren Regelenergie profitieren“, die Wärmepumpe Gruppe hofft eher dadurch auf eine „Senkung der eigenen Stromkosten“, relativ gesehen sei jedoch der Anreiz nur gegeben, wenn dieser auch deutlich spürbar sei in Relation zu den Gesamtkosten des Stroms im Jahr („100 Euro sind mir egal“).
- **Aktive Rolle als Haushalt** (BS, EA): Rolle von Haushalten wird gestärkt, die Wirksamkeit des Beitrags für die Energiewende und Systemunterstützung würde klar ersichtlich. Man könnte „mitdenken, mittun und mitgestalten“. Die Anschaffung einer solchen Komponente sei dadurch ein weiteres „positives Aushängeschild“, das auch in der Außenansicht verstärkt wahrgenommen werden könnte.
- **Solidarität** (WP, BS): Durch die Mitwirkung könnte man sich solidarisch zeigen, und im Gegensatz zur Insellösung und Entkopplung vom Stromnetz, einen Beitrag zur Stabilisierung des Systems (WP) und übergeordnet zu einem „Wir Gefühl“ (BS) beitragen.
- **Suffizienz und „bewusster Umgang mit Energie“** (EA): in der E-Auto Gruppe wurde als einzige Gruppe auch der Aspekt des Umgangs mit begrenzten Ressourcen („Ressourcen, Material, Energie- Begrenztheit wahrnehmen“), das Erlernen von Grenzen und aktivem Umgang mit Einschränkungen im Sinne eines freiwilligen Verzichts, (Suffizienz Gedanke) als positiver gesellschaftlicher Aspekt diskutiert. Diskutiert wurde hierbei auch der „gezieltere Umgang mit Mobilität“, also was brauchen wir und auf was könnte man verzichten, was ist Luxus.
- **Sharing** (EA): Durch den Trend des „Sharings“, könnte auch „Flexibilität“ Aufwind bekommen. Die Flexibilität von Komponenten sei wie in einer Sharing Plattform, insofern dies gesellschaftlichen Zwecken auch diene. Botschaft des sinnvollen Teilens.
- **Bewusstseinsbildung durch Teilnahme** (EA): im weiteren Sinn könnte ein Nebeneffekt eine generelle Bewusstseinsbildung über Zusammenhänge im Energiesystem sowie im Umgang mit Strom, und ein breiteres Verständnis für Fragen der Energiewende gefördert werden. Die müsse durch passende Informationsangebote gefördert und unterstützt werden.
- **Kompetenzen und Ausbildung** (WP): Zentral sei die Aus- und Weiterbildung des technischen Personals, der Installateure, die sonst sich nicht zuständig fühlten und beim Zusammenwirken der Systeme nicht unterstützen können.

4.3.1.3 Rahmenbedingungen und Einstellungsoptionen

Auf Basis der Chancen und Risiken wurde in einer folgenden Diskussion mögliche Rahmenbedingungen (Gesetzlich, vertraglich, organisatorisch im Prozess der Implementation sowie während der Nutzung, sowie gesellschaftlich), Einstellungsmöglichkeiten (Grenzen, Schalter, Opt-out, Beschränkungen zu Zeiten und Kapazitäten) sowie mögliche Anreize für die Mitwirkung diskutiert.

- **Information und Transparenz (Nutzung geplant und aktuell)** (EA, BS): Das Bedürfnis von Kontrolle und Informiertheit bezieht sich einerseits auf die Nutzungsphase, denn man wolle „vorher Bescheid wissen“ wann die Komponente nicht zur Verfügung steht (EA) sowie währenddessen irgendwo („Anzeige an der Wärmepumpe“, „Status in der App“) ablesen können, in welchem Zustand gerade die Nutzung ist, ob geladen oder entladen wird (BS).

- **Information und Transparenz (Abrechnung und Tarif)** (BS, EA): Es soll möglich sein über die Kosten, der eigene Beitrag in der Flexibilitätsnutzung, erzielte Erlöse in der Komponentengruppe (BS). Der Detailgrad der Abrechnung wird unterschiedlich eingeschätzt. Manche wünschen eine Übersichtsrechnung, die vor allem deutlich weniger kompliziert sein soll als eine Stromrechnung. An anderer Stelle wird genau die Struktur der Stromrechnung als Vorbild gesehen, da diese bereits bekannt sei in Aufbau, Abrechnungsrhythmus. Eine Art Einzelverbindungs nachweis sei hier nicht ständig notwendig, jedoch auf Nachfrage notwendig (EA. Im Gegensatz dazu wird eine ständige, genaue Auflistung der externen Nutzung als Notwendigkeit erachtet. Dies sei insbesondere im Fall von Schäden und Haftung notwendig. In der Stromrechnung separat aufgelistet (BS)
- **Datenschutz** (EA, EB, WP): Verschlüsselte Datenübertragung beim Lesen der Komponenten, keine unsicheren Datenspeicherorte, Datenlöschung möglich.
- **Komfort** (EB): Der komfortable Nutzen dürfe nicht eingeschränkt werden. „Warmwasser will ich jedenfalls haben, mir egal ob es dann Versorgungsspitzen gibt“ (EB).
- **Vertragliche Regelungen** (EA, WP; BS): Tarifierung, Fragen zur Haftung, Umgang mit möglichen Schadensfällen muss vertraglich geregelt werden, ebenso auch die möglichen Konsequenzen falls sich Flexibilitätsanbieter nicht an die Einstellungen und Rahmenbedingungen hält, sodass Rechtssicherheit für die einzelnen KomponentenbesitzerInnen vorhanden sei (Stichwort Verlässlichkeit, Vertrauen in Anbieter, Kontrolle der Anbieter).
- **Vergütung bzw. Kompensation für Ladeleistungsverlust** (EA, BS) Bei Batteriespeichern und E-Autos wird ein Modell erwartet, dass klar die mögliche Lebensdauerverkürzung der Batterie kompensiert bzw. dies transparent ausweist. Dies sei insbesondere relevant bei dem eigenen Besitz, bei Carsharing, Leasing, oder Contractingmodellen sei dies weniger bis gar nicht relevant (EA, BS). Klare, nachweisbare Darlegung des Lebensdauereinflusses (BS).
- **Klare Kostenteilung:** Durch die verschiedenen neuen Rollen, sei die Kostenaufteilung klar im Vorhinein zu klären.
- **Ökologischer und Finanzieller Transparenz mit Nachweis** (BS): Sicherstellen, dass weder finanzieller noch ökologischer Nachteil entsteht, nachweisbare Dokumentation. Dafür brauche es genaue Untersuchungen und anschließende Zertifikate.
- **Support System** (EA, EB): Im Fall von Störungen, Fragen, Schadensfällen sei eine simple Kontaktaufnahme mit Fachpersonen und Technikern notwendig, im Idealfall telefonisch jederzeit erreichbar oder zumindest mit einfacher Bedienung über eine App.
- **Erstinstallation und Infrastruktur** (EA, EB): Der Einstieg solle möglichst unkompliziert und einfach möglich sein, technische Upgrades und Apps die zur Teilnahme notwendig sind, sollten kostenfrei zur Verfügung gestellt werden (EA). Es wird erwartet, dass ein Service zur Installation in wenig Zeit und mit nur einem Termin die Erstinstallation übernimmt (EB).
- **Benutzerfreundliches Interface** (EB, BS): Monitoring ermöglichen durch Anzeige, benutzerfreundliche Datenaufbereitung (EB), Statusanzeige am Batteriespeicher (BS), Feedback regelmäßig wichtig.
- **Gesetzlicher Rahmen** (BS) müsse hierfür geschaffen werden, einerseits bezüglich der Verantwortlichkeit bei Schadensfällen, der Auswirkungen auf öffentliche Förderungen, die Möglichkeit von Profiten.
- **Staatliche Kontrolle notwendig** (EA, WP): Aus Sorge um die Systemsicherheit und Versorgungssicherheit, wenn die Flexibilitätsanwendung auf unternehmerischen Profit ausgelegt ist, müsse eine staatliche Kontrolle sichergestellt sein. Auch bei der Wärmepumpe Gruppe wird ein betreiberunabhängiges System gewünscht, dass unter staatlichen Aufsicht steht.

- **Langfristigkeit der Lösung (EB):** Für das Technologieupdate muss eine Langfristigkeit garantiert werden, sodass sich die Anpassung auch lohne und nicht nur für kurze Zeit installiert werde.

Einstellungsmöglichkeiten

Die Möglichkeit, die externe Nutzung der Komponente durch diverse Einstellungen zu kontrollieren, wird in allen Gruppen stark diskutiert. Die Planbarkeit der eigenen Nutzung sowie die möglichen zu erwartenden Einschränkungen und spürbaren Auswirkungen werden unterschiedlich diskutiert. Während bei E-Boilern die Unplanbarkeit von Warmwassernutzung im Haushalt zentral ist, scheint bei E-Auto BesitzerInnen die Nutzung im Regelfall durchaus planbar, gewisse Spontanität sei jedoch zu gewährleisten. „Wenn die Steuerung individuell vorgenommen werden kann dann sehe ich nur Vorteile [bei der Flexibilitätseinbindung]“ (Teilnehmerin der E-Auto Fokusgruppe). Als mögliche Kontroll- und Einstellungsoptionen wurden folgende Aspekte genannt:

- **Ladezustand Batterie zu bestimmten Uhrzeiten:** Mögliche individuelle Eingaben und Uhrzeiten, zu denen ein gewisser Ladezustand der Autobatterie gegeben sein muss („Keine Ladung am Morgen geht NICHT“). Am Abend vorher den Abfahrtszeitpunkt mit dem E-Auto einzustellen und wie weit man dann fährt, wäre eine Möglichkeit. Ein selbstlernendes Fahrtentracking, das das Fahrverhalten kennt, sei dadurch zu ergänzen. Beim Batteriespeicher hingegangen soll das Minimum des SOC einstellbar sein.
- **Laden nach Sonnenstand:** Eine Kopplung an die PV Stromproduktion, sodass in Sonnenstunden geladen wird, Entladung dann vor allem nachts sei möglich.
- **Notfallreserve:** Um spontane und dringend notwendige Fahrten zu ermöglichen, sei eine gewisse Ladekapazität des E-Autos (zumindest erreichbar in kurzer Zeit) wichtig.
- **„Opt-out“:** Eine längerfristige Verpflichtung zu einem fixierten Fahrplan für die Nutzung der Komponente im Flexibilitätsnetz wird nur begrenzt als Möglichkeit erachtet. Gewünscht wurde in allen vier Komponentengruppen eine vergleichsweise spontane „Opt-out“ Möglichkeit, die dann zur hauseigenen Steuerung zurückfällt. Hier wurde in allen Komponentengruppen über einen Schalter gesprochen („Roter Knopf“) der solch eine Nutzung ermöglichen könnte. Hier spielt auch das Bedürfnis „nicht fremdgesteuert“ zu werden, wenn man dies gerade nicht will.
- **Vertragsausstieg:** auch der generelle Ausstieg soll möglich sein, beispielsweise, wenn auf Grund von negativen Erfahrungen oder persönlichen Veränderungen ein Ausstieg aus dem Vertrag als dringend notwendig erachtet wird.

4.3.1.4 Anreize zur Mitwirkungen und Vergütung:

Bei der möglichen Vergütung zur Mitwirkung gab es unterschiedliche Aussagen in allen Gruppen; teilweise wird nur erwartet, dass keinerlei Kosten entstehen, andere wollen zumindest eine kleine Vergütung für die Bereitschaft teilzunehmen bis hin zur Möglichkeit mit der Einbindung zu verdienen, sind die Einschätzungen hier relativ breit gestreut. Keine Gruppe zeigte sich bereit, für eine Teilnahme im Netzwerk Kosten zu übernehmen. Hinsichtlich möglicher Vergütungen und Anreize wurden folgende Vorschläge gesammelt:

- **Faire Vergütung:** Die Flexibilitätsbereitstellung solle „fair“ bezahlt werden, dies könnte beispielsweise durch einen konkreten „Preis pro Einheit verhältnismäßig“ gegeben sein (E-Auto), durch eine Gegenrechnung mit der eigenen Stromnutzung und dadurch gewisses Budget an kostenlosen Stromeinheiten, oder eben indem die Flexibilität „höher entlohnt [wird], als der Preis [ist, den man selbst zahlt]“.
- **Modell Gratisstrom für Flexibilität:** nach einer Zurverfügungstellung von Flexibilität ist der Strombezug vergünstigt für einen gewissen Zeitraum.
- **Modell Günstigster Tarif:** wählt immer den günstigsten Tarif und steuert intelligent die Komponentennutzung, wenn es gerade sehr günstig ist (Warmwasseraufbereitung beim E-Boiler)
- **Modell Gestufte Teilnahme:** verschiedene gestufte Modelle wurden vorgeschlagen, sodass je nach Interesse und Motivation, ein unterschiedlicher Grad der

Flexibilitätsbereitstellung möglich sei. Als Basisvariante gibt es wenig Vergütung, aber ebenso keinerlei Spürbarkeit der externen Nutzung, in der fortgeschrittenen oder Profi Version hingegen könnten auch Komforteinschränkungen durch die NutzerInnen gestattet werden, mit einem entsprechenden finanziellen Anreiz.

- **Bonuspunkte Programm:** Ein Bonuspunkteprogramm könnte für die Flexibilitätsbereitstellung mit dem Energieanbieter erstellt werden.
- **Ökologischer Nachweis /Anreiz:** Analog dem Bonuspunkteprogramm könnte die positiven Effekte für die Ökologie in nicht-monetärer Weise gesammelt werden, später dann eingetauscht werden durch einen Anteil bei einer Investition.
- **Zusatznutzen durch intelligente Datenauswertung:** Durch die intelligente Datenauswertungen könnte in Kombination mit Wettervorhersagedaten, Preisdaten u.ä. für die EndkundInnen ein Zusatzangebot an Datenauswertungen ermöglicht werden, durch welches beispielsweise der entsprechende Haushalt die eigene Steuerung verbessern könnte. Z.B. ein „Convenience Modus“, der das individuelle NutzerInnenbedürfnis kennt und zusätzlichen Komfort bereitet (BS). Bei der E-Boiler Gruppe wurde diskutiert, dass eine intelligente Verbrauchssteuerung zu einer Verbesserung der Technologie und damit einen Zusatznutzen darstellen könnte. Dieser Zusatznutzen könnte auch den externen Zugriff und die Vernetzung und Auswertung der Daten legitimieren.
- **Technologieupgrade/ Infrastruktur verbessern:** Auch eine Infrastrukturelle Verbesserung der Ladesäulen und deren Ladegeschwindigkeit könnte für die E-Auto Gruppe als Anreiz dienen (Schnellladestelle für Ort oder Siedlung), da so die Flexibilitätseinbindung etwas schneller ausgeglichen werden könnte (Auto deutlich schneller wieder fahrtbereit).
- **Vorbildwirkung größere Unternehmen und Öffentliche Hand:** Die Mitwirkung von privaten Haushalten sei durch positive Erfahrung von größeren Unternehmen und kommunalen Einrichtungen besser vermittelbar. Risiko des ersten Rollouts soll so nicht auf den „Kleinen“ lasten.
- **Bildungsarbeit:** Konzept sei generell noch sehr neu, Vertrauen ist durch Informationskampagnen und Bildungsarbeit aufzubauen.

Zusammenfassung Qualitative Ergebnisse

Die Gruppe **der E-Auto** BesitzerInnen zeigt sich als ökologisch motivierte, engagierte und überzeugte Gruppe in derer einerseits die technischen Vorteile, die Kostenersparnisse aber vor allem auch der Beitrag zu Klimaschutz und die eigene Verantwortung und Vorbildwirkung des Handelns einen wichtigeren Motivator zur Anschaffung des E-Autos dargestellt haben.

Die Gruppe **Wärmepumpe** zeigte einen hohen Stand an technischem Wissen und Vorerfahrung in Installation und Systemintegration. Der Austausch in der Gruppe kam häufiger auf Fragen rund um die Steuerung und Einbindung ihrer Wärmepumpe mit anderen smarten Technologien, der Interoperabilität des Energiemanagementsystems und die individuelle Steuerung zurück. Das entdecken und ausnutzen der Potenziale und sowie die Zusammenarbeit verschiedener Systeme (bzw. deren Nicht-Zusammenspiel) wurde vielfach diskutiert.

Die **Batteriespeicher Gruppe** diskutierte auf hohem technischen Niveau und mit Hintergrund der bisherigen Rolle von Prosumern im Energienetz. Die Gruppe betont, eine Unterscheidung sei notwendig hinsichtlich der Anreize und Rahmenbedingungen für das Mitwirken in einem Forschungsprojekt oder für ein reales Geschäftsmodell. Insbesondere Anreize für wenig technisch vorinformierte Personen mit möglichst simplen, aber eingängigen Inhalten, sei von Relevanz. Zentrales Thema hinsichtlich der Einbindung von Speichern ist die mögliche Verkürzung der Lebensdauer der Batterie, und damit verbunden der Wunsch die externe Nutzung lückenlos zu dokumentieren und zu kompensieren.

Die **E-Boiler Gruppe** zeichnet sich im Gesamteindruck als weniger technisch vorinformiert aus. Der Bezug vom privaten E-Boiler und einer Nutzung im Energiemarkt war zuvor unbekannt und wurde in der Gruppe zwar offen, jedoch mit gewisser Skepsis zur Sinnhaftigkeit auf Grund der begrenzten Kapazitäten begegnet. Die Langlebigkeit der Technologie, deren einfache Wartung und Nutzung sowie Verfügbarkeit von Warmwasser wurden als zentrale Funktionen beschrieben. Motivatoren zur Anschaffung oder mit der Technologie verbundene Werte oder Einstellungen sind in dieser Gruppe weniger stark vorhanden. Die TeilnehmerInnen hatten die Technologie nur teilweise selbst angeschafft, oftmals war der Boiler bereits in der Wohnung vorhanden.

4.4 Ergebnisse der Online Umfrage

4.4.1.1 Charakterisierung der Stichprobe

In diesem Kapitel wird die Stichprobe anhand ihrer sozio-demografischen Merkmale, der Beschreibung der Wohnumgebung, ihrer PKW Nutzung sowie der Energieversorgung beschrieben.

Die Stichprobe umfasst 877 TeilnehmerInnen, die den Fragebogen vollständig ausgefüllt haben. Im Durchschnitt sind die TeilnehmerInnen 48 Jahre alt, die Altersgruppen zwischen 30 und 60 sind am stärksten vertreten (siehe Abbildung 10). Etwa 88,1 % sind Männlich, 11,6 % sind Weiblich und weitere 0,2 % (2 Fälle) sind einem anderen Geschlecht zuzuordnen. Die Mehrheit der Befragten (knapp 50 %, siehe Abbildung 10) hat mindestens einen akademischen Abschluss (siehe Abbildung 11) und über 70% der Befragten sind Vollzeit erwerbstätig. Hinsichtlich der Erwerbstätigkeit macht die zweitgrößte Gruppe jene der Pensionisten aus mit circa 13 %.

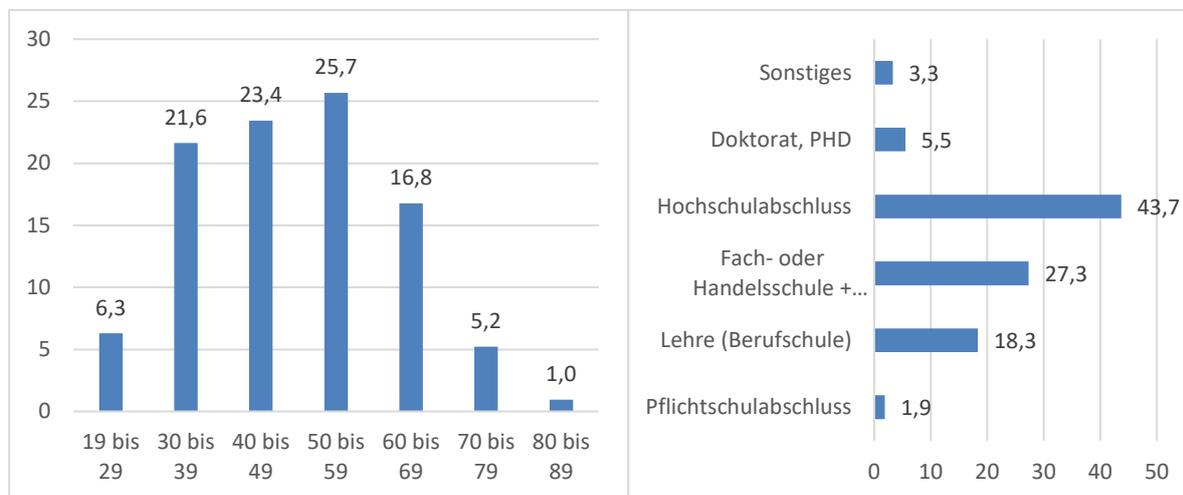


Abbildung 10 Altersverteilung in Kategorien, in % (n=841);

Abbildung 11 Bildungsabschlüsse, in % (n= 856)

Wohnumgebung

Die Mehrheit der BefragungsteilnehmerInnen lebt in Österreich, wobei hier vor allem ein größerer Anteil der Befragten aus Oberösterreich (25,5 %) und Niederösterreich (18,7 %) stammt. Etwas mehr als ein Viertel der Befragten (27,6 %) sind aus dem Ausland, wovon wiederum etwa 24% aus Deutschland und ein paar wenige aus anderen Ländern (Abbildung 12) stammen. Auch wenn die Herkunft der TeilnehmerInnen geografisch weit verbreitet sind, dominiert doch der ländliche Raum als Lebensumgebung: ein Großteil der BefragungsteilnehmerInnen wohnt in verdichteten Landregionen (mit bis zu 10.000 EinwohnerInnen; 53,9 %) oder zersiedelten Landregionen (bis zu 1.000 EinwohnerInnen, 19,6 %).

Im Hinblick auf das Wohngebäude dominiert das Einfamilienhaus bei den Befragten mit knapp 70% (69,1%), etwa 18,7 % in Wohnungen (MFH), weitere 9,6 % in Wohngebäuden mit wenigen Parteien (wie etwa Mehrfamilienhäuser bis zu 3 Parteien, Reihenhäuser oder Doppelhaushälfte). Etwa die Hälfte aller Befragten lebt zu zweit im Haushalt. Hinsichtlich der Besitzverhältnisse zeigt sich, dass ein Großteil 88,3 % im Eigenbesitz wohnt, 11,7 % wohnen zur Miete.

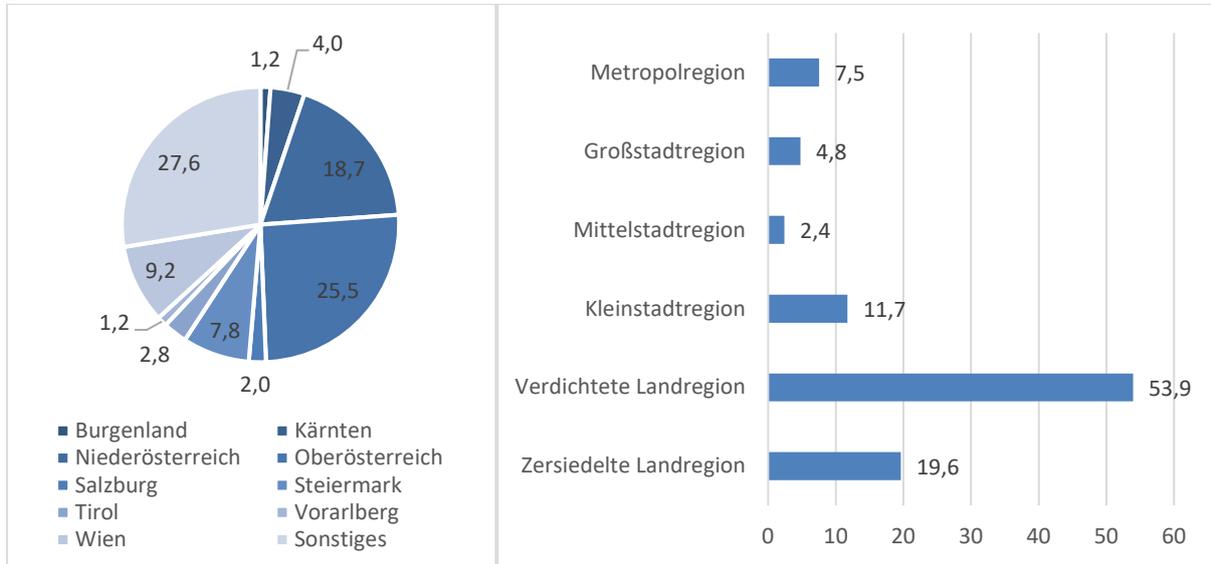


Abbildung 12 Herkunft der BefragungsteilnehmerInnen nach Land, in % (n=855) (links)

Abbildung 13 Wohnumfeld nach Besiedlungsdichte, in % (n=877) (rechts)

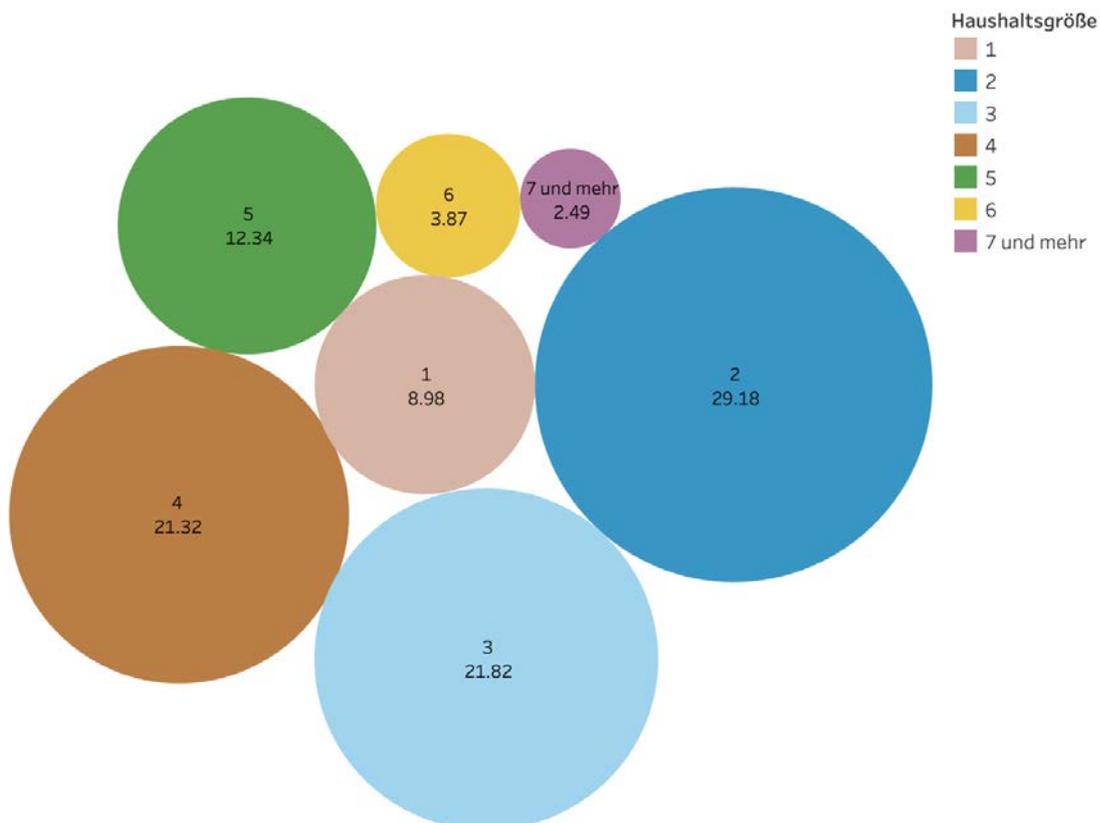


Abbildung 14 Haushaltsgröße Personen im Haushalt, in % (n=837)

Besitz von PKW

Nur ein geringer Anteil der Befragten gab an, keinen PKW besitzen oder im Haushalt zu nutzen. Die Mehrheit der Befragten (50 %) haben zwei PKWs. Von allen PKW BesitzerInnen haben immerhin 21, 7% (190 Personen) ein (oder mehrere) Autos mit Elektroantrieb.

Tabelle 5 Anzahl PKWs im Haushalt (n=873)

	Absolute Häufigkeit	Relative Häufigkeit
Kein PKW	41	4,7 %
Ein PKW	244	27,9 %
Zwei PKWs	467	53,5 %
Drei oder mehr PKWs	121	13,9 %
Gesamt	873	100,0 %

Strom- und Wärmeversorgung

Die Stromversorgung der BefragungsteilnehmerInnen erfolgt für einen Großteil bereits primär durch erneuerbare Energiequellen. Über 50% der Befragten beziehen ihren Strom von einem Energieanbieter mit 100% erneuerbarer Stromerzeugung. Davon wiederum ergänzen etwa 45 % ihre Stromversorgung mit einer PV Anlage (Eigenversorgung oder Netzeinspeisung), davon wiederum 40,6 % in Kombination mit einem Batteriespeicher. Bezogen auf das Gesamtsample haben 18,1 % einen Batteriespeicher.

Über 50 % der Befragten haben eine Wärmepumpe für die Warmwasser- und Wärmeversorgung, mehr als 30% der Befragten nutzen einen Pufferspeicher und etwa 23 % der Befragten geben an, mit einer Zentralheizung zu heizen. 13 % der Befragten geben an, einen E-Boiler zu nutzen.

Tabelle 6 Stromversorgung (n=873)

	Absolut	Relativ	Davon zusätzlich Photovoltaik Versorgung
Konventioneller Stromversorger	314	35,8 %	30,0 % (95 von 314)
Stromversorgung 100 % Erneuerbar	474	54,0 %	45,0 % (213 von 474)
Keine Angabe	85	9,7 %	
Gesamt	873	100,0 %	

Kenntnis von Stromverbrauch und Stromanbieterwechsel

In diesem Studiensample ist die selbsteingeschätzte Kenntnis zum Energieverbrauch sehr hoch. Über 75 % der Befragten geben an, dass sie ihren Stromverbrauch im Haushalt kennen und auch wiedergeben können. Fast alle (95, 5 %) haben dies auch belegt, in dem

sie eine Angabe für ihren Stromverbrauch (in kWh pro Monat oder Jahr, als Kosten pro Monat oder Jahr) gemacht haben. Diese Angaben können jedoch nicht für eine Gesamtab-schätzung der Stromverbräuche/ -kosten des Befragungssamples ausgewertet werden, auf Grund der fehlenden Referenzrahmen und inkonsistenten Angaben seitens der Befrag-ten.

Die Wechselaffinität, also die Häufigkeit des Wechsels des Stromanbieters stellt einen wei-teren Aspekt dar um den Bezug zum Energiesektor zu charakterisieren; in Befragungs-sample geben knapp 30 % an, noch nie ihren Stromanbieter gewechselt zu haben. Ausge-schlossen werden hier Anbieterwechsel, die auf Grund eines Wohnungswechsels/ Umzugs getätigt wurden. Etwa 34 % der Befragten haben einmal in den letzten 3 Jahren ihren Stromanbiestern gewechselt. Ein häufigerer Wechsel (zweimal oder häufiger in den letzten 3 Jahren) wurde von knapp 17% getätigt (n= 868).

Die überwiegende Mehrheit ist mit ihrem gegenwärtigen Stromtarif zufrieden oder sehr zufrieden (65 %, siehe Abbildung 15), fast 30 % stehen dieser Frage neutral gegenüber. Jene BefragungsteilnehmerInnen die nicht zufrieden sind, wurden zudem gebeten den Grund für ihre Unzufriedenheit in einem offenen Kommentarfeld anzugeben.

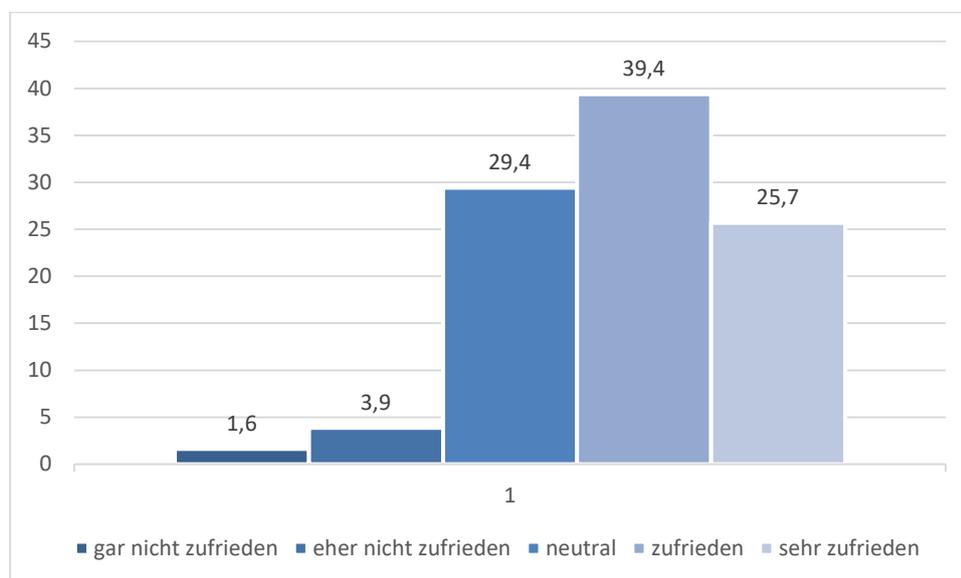


Abbildung 15 Zufriedenheit mit dem gegenwärtigen Stromtarif, in % (n=853)

42 BefragungsteilnehmerInnen geben als Grund für ihre Unzufriedenheit ihren derzeitigen Tarif an. Davon beziehen sich 31 Kommentare auf die preisliche Gestaltung des Tarifs. Mit 14 Nennungen ist ein zu hoher Energiepreis wird der Preis als zu hoch genannt. Auch große Preissteigerung (7) sowie zu hohe Netzkosten (3), zu hohe andere Nebenkosten (3) und zu geringe Einspeisevergütung (4) werden genannt.

Bekanntheit von verschiedenen Stromtarifen

Für die Preisgestaltung von Flexibilitätseinbindungen bieten sich verschiedene Tarifmodelle an (Deliverable Nr. D.5 - Spezifikation der Geschäftsmodelle und deren Rahmenbedingun-gen (Corinaldesi et al. 2019)). Im Fragebogen wurde daher die Bekanntheit von drei ge-nerellen Typen von Tarifen abgefragt. Eine große Mehrheit der Befragten kennen den ver-brauchsbasierten Tarif, bei welchem der Preis aus einem festgelegten und zeitlich meist gebundenen Preis pro kWh verrechnet. Bei den beiden weiteren Tarifmodellen machen insgesamt deutlich weniger BefragungsteilnehmerInnen überhaupt eine Angabe (etwa 120 bis 150 Antworten weniger). Von den Antwortenden kennen aber immerhin 70 % den Dy-namischen Tarif. Am wenigsten bekannt sind Flatrate Tarifmodelle.

Tabelle 7 Bekanntheit von Tarifmodellen

Tarifmodell	Kurzbeschreibung	Kenntnis				Gesamt
		bekannt		nicht bekannt		
Verbrauchsba- siert	fixer Preis pro kWh	706	93,1 %	52	6,9 %	758
Flatrate	monatlicher Fixtarif, unabhängig vom Ver- brauch	282	46,5 %	324	53,5 %	606
Dynamisch	Preis pro kWh variiert nach Marktpreis, in gegebenem Rahmen	441	70,1 %	188	29,9 %	629

4.4.1.2 Technologieauswahl und Anschaffungsmotivation

Die weiteren Fragen zur Einbindung privater Haushaltskomponenten in Flexibilitätsplattformen beziehen sich jeweils auf eine, von den Befragten ausgewählte Komponente zu denen diese eine Aussage treffen möchten. Die Frage nach der Technologie/ Komponente dient als Filterfrage, nach welcher die BefragungsteilnehmerInnen in vier Gruppen eingeteilt werden können (siehe Abbildung 16). Die größte Gruppe (44 %) stellt jene der WärmepumpenbesitzerInnen dar. Die Gruppe der E-Boiler BesitzerInnen ist mit 12,4 % am kleinsten, hier war die Akquise der TeilnehmerInnen deutlich schwieriger als dies bei den anderen Komponenten der Fall war (siehe Methodenbeschreibung Kapitel 4.2.1.2)

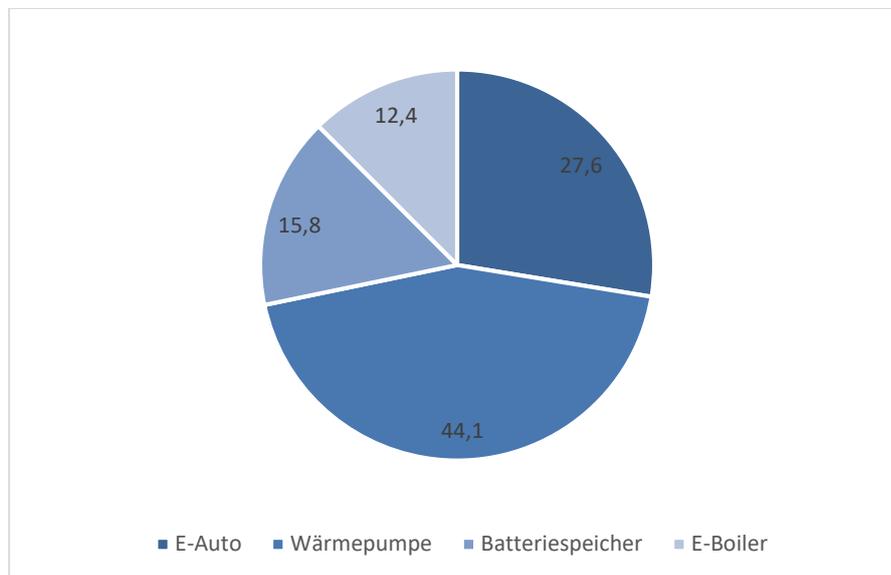


Abbildung 16 Technologieauswahl, in % (n=877)

Anschließend wurde die Wichtigkeit verschiedener Aspekte zur Anschaffung der jeweiligen Komponente mittels einer 5-stufigen Skala von „unwichtig“ bis „sehr wichtig“ bewertet. Die Abbildung 17 fasst diese Bewertung für die gesamte Stichprobe unabhängig von der ausgewählten Komponente zusammen, die Bewertungen wurden dafür in drei Stufen zusammengefasst zu „(eher) unwichtig“, „neutral“ und „(sehr) wichtig“. Die Anschaffungsgründe wurden aus Ergebnissen von Vorstudien und Literaturquellen, sowie den Erkenntnissen aus den Fokusgruppendifkussionen abgeleitet.

Im Gesamten zeigt sich eine mittelhohe bis hohe Zustimmung zur Wichtigkeit dieser Gründe (bis zu 85% „wichtig“ oder „sehr wichtig“). Die Anschaffungsgründe „die neue Technologie sollte dem neuesten Stand der Technik entsprechen“, „Geringerer Wartungs-

aufwand“ „Neuanschaffung war notwendig“, „günstige laufende Kosten“, „Geringere Umweltbelastung“ wurden von mehr als 80% der Befragten als „wichtig“ oder „sehr wichtig“ eingestuft. Im Vergleich dazu werden die Anschaffungsgründe „zur Netzstabilität beitragen“, „zur Versorgungssicherheit beitragen“, „günstigere Anschaffungskosten“, sowie „finanzielle Förderung vorhanden“ von weniger Befragten als wichtig eingeschätzt, bzw. etwa 30% der Befragten bewerten diese Aspekte als unwichtig für ihre Entscheidung, die Komponente anzuschaffen.

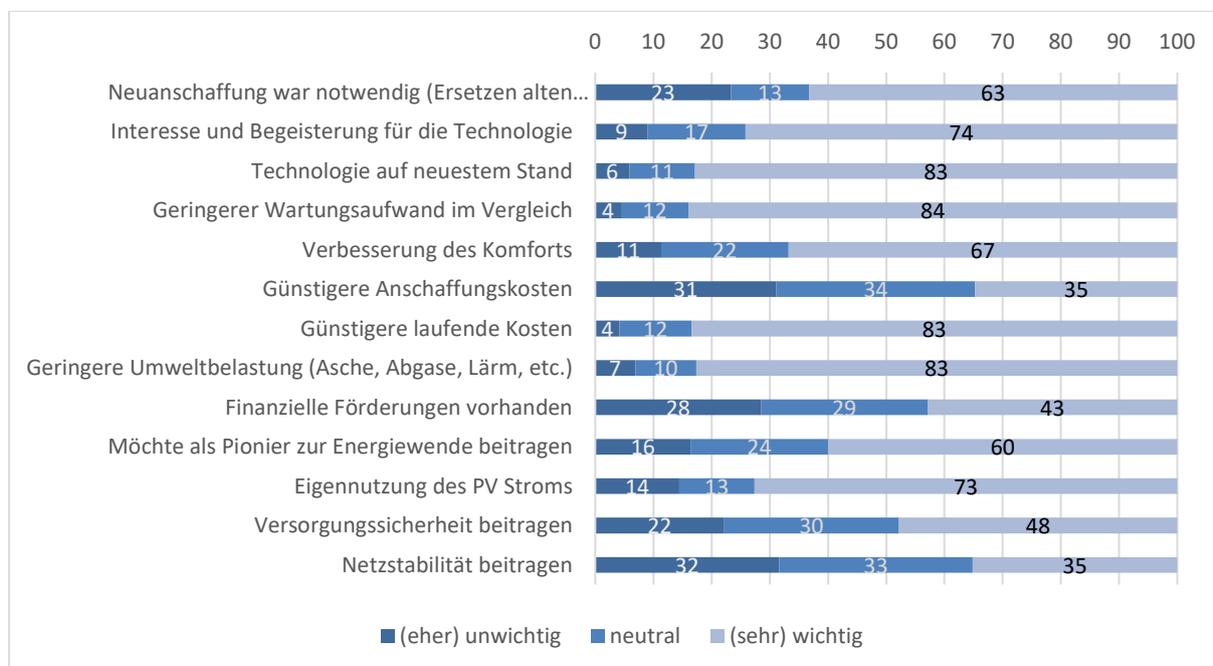


Abbildung 17 Anschaffungsgründe für ausgewählte Technologie, unabhängig von der Technologie, in %

Bemerkenswert ist der Unterschied zwischen der Bewertung der Anschaffungskosten und jener der laufenden Kosten: während die Anschaffungskosten von circa 35% der BefragungsteilnehmerInnen (n=781) als sehr wichtig oder wichtig angegeben wird, sind die laufenden Kosten für insgesamt über 80 % wichtig oder sehr wichtig.

Anschaffungsgründe nach Technologiegruppe

Wenn die Anschaffungsgründe für die vier Technologiegruppen ausgewertet werden, zeigen sich hier, analog der theoretischen Annahmen, signifikante Unterschiede innerhalb der Gruppen bei allen genannten Gründen. Im Detail werden in Tabelle 8 die hochsignifikanten Aspekte (mit Irrtumswahrscheinlichkeit unter 1%, ***) betrachtet:

Tabelle 8 Anschaffungsgründe in Abhängigkeit von Technologieauswahl, Mittelwerte

	Batterie-speicher (BS)	E-Auto (EA)	E-Boiler (EB)	Wärme-pumpe (WP)	Signifikante Unterschiede zwischen Gruppen
Neuanschaffung	2,84	3,61	3,97	3,83	EA/ BS *** EB/ BS *** WP/ BS ***

Interesse an der Technologie	4,31	4,53	2,99	3,98	EB/ BS *** EB/ EA *** WP/ EA *** WP/ EB ***
Stand der Technik	4,23	3,98	3,81	4,51	WP/ EA *** WP/ EB ***
Komfort	3,33	3,43	4,21	4,24	EB/ BS *** WP/ BS *** EB/ EA *** WP/ EA ***
Anschaffungskosten	3,2	2,7	3,9	3,07	EA/ BS *** EB/ BS *** EB/ EA *** WP/ EA *** WP/ EB ***
Laufende Kosten	4,11	4,25	3,74	4,49	WP/ BS *** EB/ EA *** WP/ EB ***
Umweltbelastungen	3,98	4,50	3,88	4,3	EA/ BS *** EB/ EA *** WP/ EB ***
PV	4,80	3,89	3,36	3,89	EA/ BS *** EB/ BS *** WP/ BS *** WP/ EB ***
Pionier	3,95	4,06	2,98	3,42	EB/ BS *** WP/ BS *** EB/ EA *** WP/ EA ***
Versorgungssicherheit	4,03	3,1	3,4	3,25	EA/ BS *** EB/ BS ** WP/ BS ***
Beitrag zur Netzstabilität	3,38	2,94	3,03	2,91	EA/ BS ** WP/ BS ***
Angaben als Mittelwerte, auf Skala von 1 (unwichtig) bis 5 (sehr wichtig);					

$p \leq 0,05$ =* schwach signifikant; $p \leq 0,01$ = ** signifikant; $p \leq 0,001$ = *** Hoch signifikant.

In Abhängigkeit der Komponente werden die Anschaffungsgründe unterschiedlich bewertet. Für die **Batteriespeichergruppe** sind die Aspekte „Interesse an Technologie“, „Stand der Technik“, sowie die erwarteten geringen laufenden Kosten am wichtigsten bei der Anschaffung. Im Vergleich zu allen anderen Technologiegruppen ist die Versorgungssicherheit von hoher Relevanz, auch bei Netzstabilität hat die Batteriespeichergruppe die höchsten Mittelwerte. Erwartungsgemäß ist die Anschaffungsmotivation „PV Nutzung“ für die Batteriespeichergruppe wichtiger als für die anderen Technologiegruppen, während die „Neuananschaffung“ deutlich unwichtiger eingestuft wird. Aufgrund der Neuheit der Technologie kann davon ausgegangen werden, dass der Batteriespeicher im Regelfall eine Erstanschaffung gewesen ist.

Bei der Technologiegruppe **E-Auto** sind die wichtigsten Anschaffungsgründe das Interesse an der Technologie, die laufenden Kosten, die verringerten Umweltbelastungen und die Möglichkeit als Pionier zu wirken. Deutlich geringere Wichtigkeit (eher neutral bis nicht wichtig) hat für diese Technologiegruppe jedoch der Beitrag zur Netzstabilität (2,94) sowie die geringeren Anschaffungskosten. Im Vergleich zu den anderen Komponenten ist für die E-Auto BesitzerInnen die Verringerung der Umweltbelastung am wichtigsten.

Die BesitzerInnen von **E-Boilern** stufen Komfort und Anschaffungskosten am wichtigsten ein. Auch die Befragten mit einer Wärmepumpe bewerten den Komfort als wichtigen Aspekt für die Anschaffung. Zudem werden die Aspekte Stand der Technik, laufenden Kosten sowie das Vermeiden von Umweltbelastungen als sehr wichtig eingestuft. Am wenigsten relevant ist für diese Gruppe die Netzstabilität.

Hinsichtlich der Anschaffungskosten sind geringe, jedoch signifikante Unterschiede zwischen fast allen Komponentengruppen vorhanden, nur zwischen WärmepumpebesitzerInnen und BatteriespeicherbesitzerInnen ist der Unterschied nicht signifikant. Die laufenden Kosten werden im Vergleich zu den Anschaffungskosten bei allen Komponenten außer der E-Boiler Gruppe als wichtigerer Anschaffungsgrund bewertet.

Sonstige Anschaffungsgründe

In Ergänzung zu der Auswahl an Anschaffungsgründen war es möglich auch weitere Anschaffungsgründe in einem offenen Kommentarfeld zu nennen. Sortiert nach den Technologien wurden hier folgende weitere Anmerkungen gemacht:

Zur Anschaffungsmotivation von **E-Autos** wurden diverse Gründe genannt, die keine gröbere Kategorisierung erkennen lässt. Genannt wurden hier z.B. Stromtankstellen (3), 4 Personen möchten durch die Anschaffung ein Vorbild für andere bzw. für ihre Kinder und Enkel darstellen, und 2 Personen sehen das Auto als Chance für bidirektionales Laden und somit eine Nutzung als Heimspeicher.

78 Personen haben einen sonstigen Anschaffungsgrund für die **Wärmepumpe** angegeben. Neben den bereits zur Auswahl stehenden Gründen der geringeren Kosten (13) und der Umweltfreundlichkeit (17) wurden auch neue Gründe angegeben: 4 Personen möchten ihre Unabhängigkeit verbessern, 5 Personen sehen die Möglichkeit der Kühlung als entscheidenden Grund an. Der geringe Platzbedarf spielt für weitere 5 Personen eine Rolle. Für einige scheint auch das Gesamtpaket überzeugend, hier wird keine weitere Spezifizierung gegeben, welcher Faktor entscheiden war (z.B.: „Es schien die beste Lösung in einer Eigentumswohnung in Wien zu sein“ (ID634), „Neubau“ (ID697, ID703))

Bei den sonstigen Gründen für die Anschaffung eines Batteriespeichers wurden 34 Angaben gemacht. Davon geben 13 Personen Unabhängigkeit bzw. Autarkie als Grund für den Kauf eines Heimspeichers an. Die restlichen Nennungen sind vielfältig und mehr als Einzelfälle zu betrachten („zurzeit mein Hobby“ (ID340), „Wir haben ein Quartierskonzept umgesetzt mit PV, Speicher und Elektroladesäulen“ (ID 324)).

21 Personen gaben einen weiteren Grund für die Anschaffung eines e-Boilers an. Der Großteil davon, nämlich 14 Personen, gab an, dass diese Technologie bereits in Wohnung bzw. Haus vorhanden war, und die Entscheidung zur Anschaffung somit nicht in ihrer Hand lag („Keine andere Wahl beim Kauf der Eigentumswohnung“ (ID22)). Die anderen 7 Nennungen lassen sich nicht zusammenfassen und stellen individuelle Situationen dar („Platzbedarf“ (ID72), „für mich persönlich ist das die beste Lösung“ (ID38)).

4.4.1.3 Einstellung zum „Prosumer Netzwerk“

Kenntnis und Bereitschaft zur Mitwirkung

Die BefragungsteilnehmerInnen kennen zwar überwiegend (67 %) das Konzept des „Prosumer Netzwerks“ für die Einbindung flexibler Komponenten nicht, dennoch wären über 30 % generell bereit daran mitzuwirken. Weitere 44 % beantworten diese Frage mit „vielleicht“ (siehe Abbildung 18 und Abbildung 19).

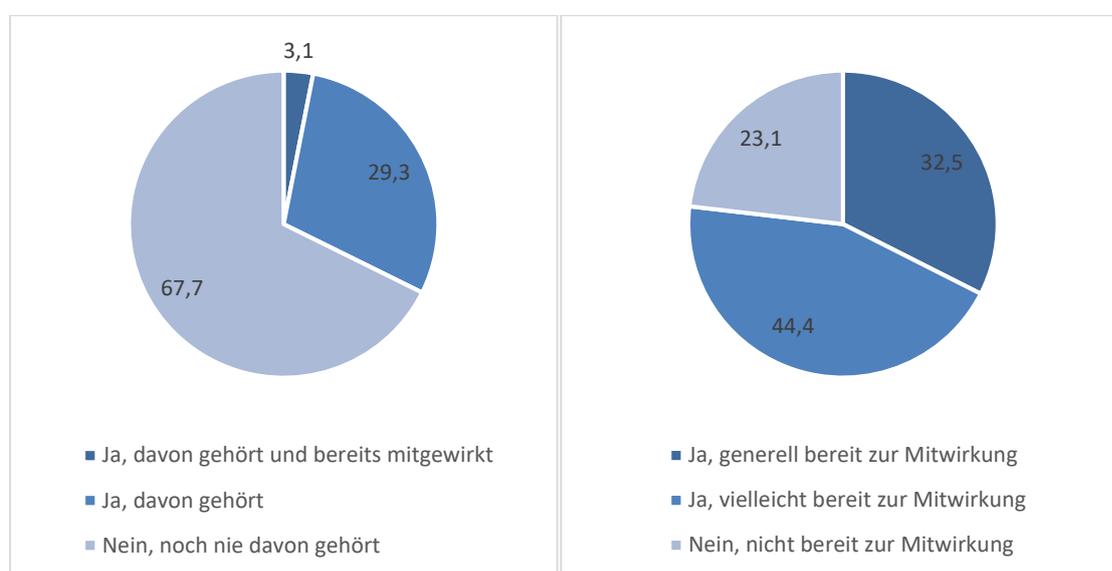


Abbildung 18 Kenntnis Prosumer Netzwerk, in % (n= 847) (links)

Abbildung 19 Bereitschaft zur Mitwirkung an einem Prosumer Netzwerk, in % (n=877) (rechts)

Hinsichtlich der Kenntnis von Prosumer Netzwerken gibt es Unterschiede in den Technologiegruppen. So sind diese für Batteriespeicher und E-Auto BenutzerInnen deutlich bekannter als für die beiden anderen Gruppen.

Personen, die angegeben haben, schon in einem Prosumer Netzwerk mitgewirkt zu haben oder davon gehört zu haben, wurden gebeten, zu kommentieren wo sie bereits davon gehört haben. Dazu gab es 175 Eingaben in das freie Textfeld. Den größten Informationskanal stellen Medien (Zeitschriften, Newsletter, Internet und ähnliches) mit 98 Nennungen dar. 18 Personen kennen solche Netzwerke aufgrund der eigenen Technologie bzw. durch den Hersteller ihrer Technologie („Mein Stromtarif beinhaltet die Abschaltmöglichkeit durch den Energieversorger zur Netzentlastung“ (ID885)). Über ihren Beruf bzw. ihre Ausbildung sind 17 Personen informiert, die Angebote der Firma Sonnen GmbH stellt für 11 Personen eine Informationsquelle dar.

Auch hier gibt es Unterschiede in der Bereitschaft zur Teilnahme zwischen den BesitzerInnen der vier Technologien. Die Bereitschaft mitzuwirken ist hier ebenfalls unter den Batteriespeicher und E-Auto BesitzerInnen deutlich stärker ausgeprägt, was sich mit dem Wissen über Prosumer-Netzwerke bei den vier Gruppen deckt.

Jene Befragten, die nicht an einem Prosumer Netzwerk teilnehmen möchten (23 %), wurden gebeten die wichtigsten drei Gründe, welche dagegensprechen, anzugeben. 121 Personen haben einen oder mehrere Gründe angegeben. Die Reihenfolge der Angaben wurde nicht hinsichtlich der Wichtigkeit der Gründe ausgewertet, lediglich die Nennungen von Themen insgesamt berücksichtigt, wobei Personen, die mehrmals das gleiche angegeben haben, nur einmalig gezählt.

Die wichtigsten Gründe gegen die Teilnahme an einem Prosumer Netzwerk sind befürchtete Abhängigkeit (28), generelles Desinteresse (22), Informationsmangel (21) und befürchteter hoher Aufwand (sowohl laufend als auch einmalig) (18) („Ich sehe auf Anhub keine Vorteile, nur erst mal Aufwand“ ID329). Des Weiteren wurde der mögliche Kontrollverlust (16), und die Einstellung, die eigene Technologie oder deren Daten mit anderen Personen/Unternehmen zu teilen (15) genannt. 6 Personen befürchteten eine verringerte Lebensdauer ihrer Technologie und 7 möchten aufgrund geringer erwarteter ökonomischer Vorteile nicht teilnehmen („Unbekannte Investitionskosten. Rechnet sich das überhaupt.“ (ID648)). Für vier stellt die nötige Internetverbindung einen Hinderungsgrund dar.

4.4.1.4 Rahmenbedingungen und Motivatoren zur Teilnahme an „Prosumer Netzwerken“

Wie bei den qualitativen Erhebungen dargestellt gibt es eine große Bandbreite an möglichen Rahmenbedingungen für die Teilnahme. In der Umfrage wurden ausgewählte Rahmenbedingungen zu möglichen Tarifen, verschiedenen nicht-monetären Kompensationsformen, gewünschter Informationsdarstellung sowie zeitliche und organisatorische Rahmenbedingungen für die Einbindung abgefragt und bewertet.

Wofür wird Kompensation erwartet?

Die Teilnahmebereitschaft wird in Zusammenhang mit möglichem Nutzen und der entsprechenden Kompensation diskutiert. Im Rahmen der Hypothesenentwicklung stellte sich die Frage, für was eine Kompensation gewünscht wird und ob es auch TeilnehmerInnen gibt, die sogar bereit wären für die Mitwirkung zu bezahlen. Die Frage nach der Kompensation wurde nacheinander abgefragt und zu jeder Aussage wurde die Zustimmung anhand einer 5-stufig Skala gemessen. In Tabelle 9 wurden diese 5 Stufen jedoch in 3 Stufen zusammengefasst.

Tabelle 9 Erwartung von Kompensationen, in %

	Stimme nicht zu	neutral	Stimme zu	Gesamt	n
Kompensation nur wenn Mehrkosten	24,1 %	25,8 %	50,2 %	100,0 %	594
Kompensation für Teilnahme	24,4 %	28,2 %	47,4 %	100,0 %	585
Kompensation für Abnutzung	7,8 %	17,8 %	74,4 %	100,0 %	613
Zahlungsbereitschaft für Teilnahme	77,9 %	15,3 %	6,8 %	100,0 %	589

Mehrheitlich stimmen die Befragten zu, dass eine Kompensation für die eventuelle Abnutzung der Technologie (74,4 %), sowie für die Kompensation und die entstandenen Mehrkosten angebracht ist (knapp 50% Zustimmung). Die Notwendigkeit der Kompensation für Abnutzung empfinden nur etwa 7% als unwichtig, während die beiden anderen Formen der Kompensation von jeweils knapp 25% nicht zustimmen.

In Bezug auf die Technologiegruppen sind signifikante Unterschiede vorhanden zwischen der Bewertung der notwendigen Kompensationen; die Gruppe der E-Auto und E-Boiler BesitzerInnen stimmen im Durchschnitt der Aussage, dass Kompensation nur notwendig ist wenn Mehrkosten entstehen, zu. ¹Analog stimmt diese Gruppe im Durchschnitt stärker der zweiten Aussage zu, dass Kompensation jedenfalls für die Teilnahme sowie für die mögliche Abnutzung erwartet wird.

Die Aussagen, dass man bereit wäre auch einen Beitrag zu zahlen um im Prosumer Netzwerk mitzuwirken lehnt eine große Mehrheit der Befragten ab (78 %), nur etwa knapp 7% der Befragten wären bereit einen monatlichen Beitrag zu zahlen.

Finanzielle Vergütung und nicht-monetäre Kompensation

Für die mögliche Kompensation der Einbindung wurden verschiedene Formen der Kompensation vorgestellt und hinsichtlich ihrer Angemessenheit bewertet. Neben einer klassischen finanziellen Vergütung, wurden auch nicht- monetäre Kompensationsmöglichkeiten angeboten. Unter den Antworten wird eindeutig die finanzielle Vergütung mehrheitlich als angemessen oder sehr angemessen erachtet. Während Wartungsgutscheine noch von etwas mehr als der Hälfte der Befragten als angemessen erachtet werden, finden nur von etwa 20% der Befragten es angemessen als Gegenwert für die Bereitstellung von Flexibilität eine Spende für einen ökologischen oder sozialen Zweck in ihrem Namen zu tätigen.

Tabelle 10 Angemessenheit verschiedener (nicht- monetärer Kompensationen), in %

	Nicht/ weniger angemessen	neutral	(sehr) angemessen	Gesamt	n
Finanzielle Vergütung	1,5 %	10,9 %	87,6 %	100,0 %	267
Wartungsgutschein Technologie	23,7 %	20,2 %	56,1 %	100,0 %	253
Warengutschein Partnerunternehmen	35,9 %	28,7 %	35,5 %	100,0 %	251
Spende ökologischer Zweck	51,9 %	27,4 %	20,7 %	100,0 %	256
Spende sozialer Zweck	54,5 %	28,9 %	16,6 %	100,0 %	253

Befragte, die eine finanzielle Vergütung als angemessen hielten, wurden weiter gefragt, ob in welcher Form diese finanzielle Vergütung angemessen erscheint. Bewertet werden sollten hierbei in welchem Rhythmus bzw. (in Analogie zu den Tarifmodellen in Kapitel 4.2.1) ob eine Pauschale für die Flexibilität gezahlt werden soll, eine genaue Abrechnung mit fixiertem Preis pro Einheit, oder die Einbindung zwar genau abgerechnet, jedoch ein dynamischer Tarif pro Einheit ebenso angemessen erachtet wird. Die pauschale Abrechnung der Flexibilität ungeachtet der Nutzung wird wenig eindeutig beantwortet, es verteilen sich die Antworten auf etwa 30% nicht angemessen, weitere knapp 30% stehen dem neutral gegenüber und knapp über 40% finden dies angemessen (N=215). Einer genauen Abrechnung mit fixiertem Preis finden knapp 80% angemessen, ein fixierter Preis mit flexiblem Tarif immerhin knapp 36%. Bei der Kompensation sowie möglicher Vergütungsmodelle

¹ Mittelwerte: EA 3.63; EB 3.7; BS 2.9; WP 3.35; [min.1, max.5]; $\alpha=0,00$ zwischen EA/BS und EB/BS.

sind keine unterschiedlichen Bewertungen zwischen den Technologiegruppen gefunden worden.

Einstellungsmöglichkeiten und Dokumentation

Die vorgeschlagenen Rahmenbedingungen werden von der Mehrheit der Befragten als sinnvoll erachtet finden überwiegend Zustimmung (siehe Tabelle 11). Im Rahmen der Einbindung von flexiblen Komponenten wird im Sinne eines Demand-Side Managements auch die Möglichkeit von Nutzungsverschiebungen diskutiert, dieser Aspekt wurde in diesem Fragebogen nur peripher behandelt. Auf die Frage, ob Befragte auch bereit wären ihre eigene Nutzung punktuell zu verschieben oder einzuschränken, wenn sich dies auf Grund der gebotenen Kompensationen lohne, stimmen immerhin über 40 % der Befragten zu.

Tabelle 11 Zustimmung zu ausgewählten Rahmenbedingungen, in %

	Stimme nicht zu	neutral	Stimme zu	Gesamt	n
Transparente Dokumentation wird gewünscht	2,3 %	6,9 %	90,8 %	100,0 %	620
Einsicht in die Daten über meine Technologie gewünscht	2,2 %	7,5 %	90,2 %	100,0 %	624
Mehraufwand im Alltag nicht gewünscht	6,3 %	16,0 %	77,7 %	100,0 %	624
Verfügbare Ladekapazität möchte ich entscheiden ²	2,8 %	13,5 %	83,6 %	100,0 %	281
Teilnahme jederzeit unterbinden können	3,8 %	13,0 %	83,2 %	100,0 %	625
Eigene Nutzung nicht einschränken	3,7 %	10,7 %	85,6 %	100,0 %	625
Eigene Nutzung verschieben oder einschränken, wenn es sich lohnt ³	32,1 %	26,0 %	41,9 %	100,0 %	616

Informationsbedarf

Regelmäßige Informationen und Kommunikation zur Nutzung der Komponente in der Flexibilitätsplattform wurde bei den Fokusgruppendifkussionen häufig genannt, dazu gehörten etwa der Wunsch nach transparenten Abrechnungsmethoden und regelmäßiger Kontrolle der Einbindung der Komponenten. Dementsprechend wurde im Fragebogen nach Form und Frequenz der gewünschten Aufzeichnung von Informationengefragt.

Es wurden zwei Varianten von Rechnungen (Detailrechnung mit Einzelverbindungs nachweis, zusammengefasste Rechnung) zur Auswahl gegeben. 45 % präferieren die Rechnung

² Diese Frage wurde nur den Technologiegruppen E-Auto und Batteriespeicher gestellt.

³ Original Wortlaut: „Wenn es sich lohnt, würde ich auch meine eigene Nutzung der Komponente zu Gunsten der Nutzung des Prosumer Netzwerks einschränken oder verschieben.“

als Zusammenfassung, etwa 32% bevorzugen die Detailrechnung mit Einzelverbindungs-nachweis, circa 14 % finden beide Formen der Rechnungen als adäquat, lediglich 8 % stimmen zu keiner der beiden Varianten zu.

Zusätzlich wurde gefragt, wie häufig die Benachrichtigungen zur Nutzung der Komponente in der Flexibilitätsplattform seitens der BesitzerInnen gewünscht werden um sich ausreichend informiert zu fühlen. Diese Antworten sind weniger eindeutig; etwa 30% der Befragten finden einen täglichen Informationsbedarf passend, häufigere Benachrichtigungen werden mehrheitlich abgelehnt. Benachrichtigungen wöchentlich oder monatlich finden jeweils 23 bzw. 26 % der Befragten als passend.

Zeiträume für die Flexibilitätsnutzung

Als Teil der Einstellungsmöglichkeiten sollte es möglich sein auch Zeiträume einzugeben, zu denen die Komponente extern für die Flexibilitätsnutzung zur Verfügung steht. Es wurden verschiedene Zeiträume und Tageszeiten angegeben und diese jeweils separat hinsichtlich ihrer Verfügbarkeit bewertet. Während man im Urlaub ist, würden 87 % der Befragten ihre Komponente zur Verfügung stellen, unter der Woche würden 78,9 % die Komponente zur Verfügung stellen und am Wochenende etwa 66 % der Befragten.

Hinsichtlich der Tageszeit scheint der Abend am wenigsten geeignet zu sein, 46% lehnen eine Bereitstellung zu dieser Zeit ab. Vormittags könnten sich 52 % der Befragten vorstellen die Komponente zur Verfügung zu stellen, 66 % stimmen einer Nutzung nachts zu, während der Nachmittag sehr unterschiedlich bewertet wird. Immerhin 34,5 % geben an, dass ihre Komponente prinzipiell jederzeit für die Einbindung zur Verfügung stehen könnte.

Nutzung und Einschränkungen durch das Prosumer- Netzwerk

Die Einbindung der Komponente in Flexibilitätsplattform wird von einer großen Mehrheit (72 %) der Befragten als sinnvoll erachtet und immerhin 46 % erwarten, dass der Nutzen der Mitwirkung größer sein wird als der Schaden (Tabelle 12).

Tabelle 12 Nutzen und Einschränkung durch Prosumer Netzwerk, in %

Item	Beschreibung	stimme nicht zu	neutral	stimme zu	Gesamt	n
Spontanität	Spontanität wird eingeschränkt durch Mitwirkung.	29,5 %	34,3 %	36,2 %	100,0 %	668
Nutzen	Der Nutzen der Mitwirkung ist größer als der Schaden.	18,8 %	35,2 %	46,0 %	100,0 %	643
Komfortverlust	Befürchte Komfortverluste durch Mitwirkung.	35,0 %	29,5 %	35,6 %	100,0 %	678
Bedenken	Habe keine Bedenken, insofern vertragliche Rahmenbedingungen vorhanden.	16,7 %	24,3 %	59,0 %	100,0 %	687
Kontrollverlust	Sorge vor Kontrollverlust über eigene Nutzung.	37,4 %	28,5 %	34,2 %	100,0 %	682
Sinnvoll	Eindruck mit der Mitwirkung etwas Sinnvolles zu tun.	10,6 %	16,8 %	72,6 %	100,0 %	678

Dies zeigt einen überwiegend positiven Eindruck der Befragten hinsichtlich einer möglichen Einbindung. Die vertraglichen Rahmenbedingungen werden als wichtig erachtet um mög-

liche Bedenken einzudämmen. Hinsichtlich möglicher Komfortverluste sind im Gesamtsample keine eindeutigen Tendenzen zu erkennen, jeweils knapp 35% stimmen dieser Befürchtung zu bzw. nicht zu. Selbiges betrifft die mögliche eingeschränkte Spontanität.

Die Bewertungen sind hier wieder unterschiedlich je nach Technologiegruppe. WärmepumpenbesitzerInnen und E-AutobesitzerInnen haben größere Bedenken hinsichtlich der möglichen Einschränkung der Spontanität als dies bei BesitzerInnen von E-Boilern oder Batteriespeichern der Fall ist. Die E-Auto Gruppe unterscheidet sich signifikant, jedoch nur leicht in der Einstellung zum Nutzen (größer als bei anderen Komponenten), zudem haben im Durchschnitt E-Auto BesitzerInnen geringere Sorge vor Kontrollverlust⁴.

Motivatoren zur Mitwirkung

Ob die möglichen positiven gesellschaftlichen Effekte der Flexibilitätsaggregation auch ein Motivator zur Teilnahme für die EndkundInnen sein könnte wurde im Rahmen des Projektes vielfach diskutiert. Auch wenn die TeilnehmerInnen generell sich selbst als umweltbewusst bezeichnen und ihre Komponente auch angeschafft haben um beispielsweise die Umweltbelastung zu senken, muss dies nicht zwingend im Zusammenhang damit stehen, dass durch die Komponente die Netzbalance unterstützt werden soll.

Daher wurden mögliche Motivatoren für die Teilhabe abgefragt. Generell wird überwiegend zu allen Aspekten zugestimmt, dass diese für die Teilnahme an der Flexibilitätsaggregation motivierend wirken können (Tabelle 13).

Bei den Technologiegruppen unterscheiden sich diese Bewertungen leicht. Geringe, jedoch signifikante Unterschiede gibt es bei dem Motivator Stromnetzentlastung – dies motiviert im Durchschnitt die E-Auto Gruppe signifikant stärker als die Batteriespeicher und Wärmepumpe BesitzerInnen⁵. Dasselbe gilt für den Motivator Ausbau des erneuerbaren Energiesystems sowie Förderung der regionalen Stromversorgung. Auch hier bewertet die E-Auto Gruppe im Schnitt die Maßnahme als stärker motivierend als die Batteriespeicher Gruppe oder die Wärmepumpe Gruppe.

Tabelle 13 Motivatoren für die Teilnahme an einem Prosumer-Netzwerk, in %

Motiviert wenn ...	stimme nicht zu	neutral	stimme zu	Gesamt	n
.. Stromnetz entlastet wird.	13,7 %	19,6 %	66,7 %	100,0 %	723
.. ich Kosten sparen kann.	6,0 %	11,5 %	82,5 %	100,0 %	733
... EE Ausbau gefördert wird.	8,5 %	13,2 %	78,3 %	100,0 %	718
... regionale Stromversorgung aus EE gefördert wird.	8,2 %	11,9 %	79,9 %	100,0 %	717

Zusätzlich zur Einschätzung von generellen Aussagen zu Prosumer Netzwerken konnten die befragten Personen weitere Anmerkungen zu diesem Thema machen, was von 23 Personen genutzt wurde (Frage: „Falls die oben genannten Antwortoptionen nicht Ihre Meinung über Prosumer Netzwerke adäquat reflektieren, können Sie hier Kommentare oder Anmerkungen einfügen.“). Neben bereits genannten Themen, die gegen die Teilnahme in

⁴ Mittelwerte: EA 3.32; EB 2.91; BS 2.71; WP 3.13 [min.1, max.5], $\alpha=0,00$ zwischen EA/BS; WP/BS; $\alpha=0,03$ zwischen EB/EA.

⁵ Mittelwerte: EA 3.75; EB 3.92; BS 3.5; WP 3.66 [min.1, max. 5]; $\alpha=0,00$ zwischen EA/EB und WP/EA; $\alpha=0,03$ zwischen EB/BS.

einem Netzwerk sprechen, wurden weitere Vorschläge zur Gestaltung von Prosumer Netzwerken gegeben. („Vor allem die steuerrechtliche Fragestellung dazu würde mich brennend interessieren. Man wird dadurch zum Stromlieferant = Unternehmer, der daraus ggf. Gewinne erzielt.“ ID314; „Vorrangig ist, dass Betreiber von Batteriespeichern keine Nachteile/Verluste erfahren dürfen.“ ID825; „Die Beteiligten müssen Eigentümer sowohl der Hard- als auch der Software sein, ein Konzern, ein Stadtwerk oder eine andere Firma haben darin nichts zu suchen. Die Interessen gehen zu weit auseinander.“ ID331).

4.4.1.5 Flex + Prosumer Segmentierung

Zur Identifikation von Mustern in den Daten der Onlinebefragung, welche eine Segmentierung der TeilnehmerInnen entlang der zentralen Einstellungsvariablen im Kontext der jeweils genutzten Komponenten ermöglichen, wurden im Rahmen der Datenauswertungen Clusteranalysen durchgeführt.

Die 4 Cluster und ihre Eigenschaftsausprägungen

Die durchgeführten Clusteranalysen ergaben, basierend auf den berücksichtigten Variablen, ein schlüssiges Set von 4 Typen mit homogenen Eigenschaften innerhalb dieser Cluster/Segmente. Generell zeichnet sich die Stichprobe durch eine hohe Technikaffinität und ein eher hohes Energiebewusstsein aus. Eine starke Unterscheidung zeigt sich zwischen den Clustern jedoch hinsichtlich ihrer Gemeinschaftsorientierung.

Cluster 1 - die Modernen sozial Engagierten: Im ersten Segment finden sich einerseits jene Personen mit der höchsten Technikaffinität und andererseits einem vergleichsweise hohen Maß an gesellschaftlichem Engagement. Umweltbewusstsein und die Bedeutung von Energie- und Umweltthemen bei Gesprächen im sozialen Umfeld der TeilnehmerInnen ist hoch.

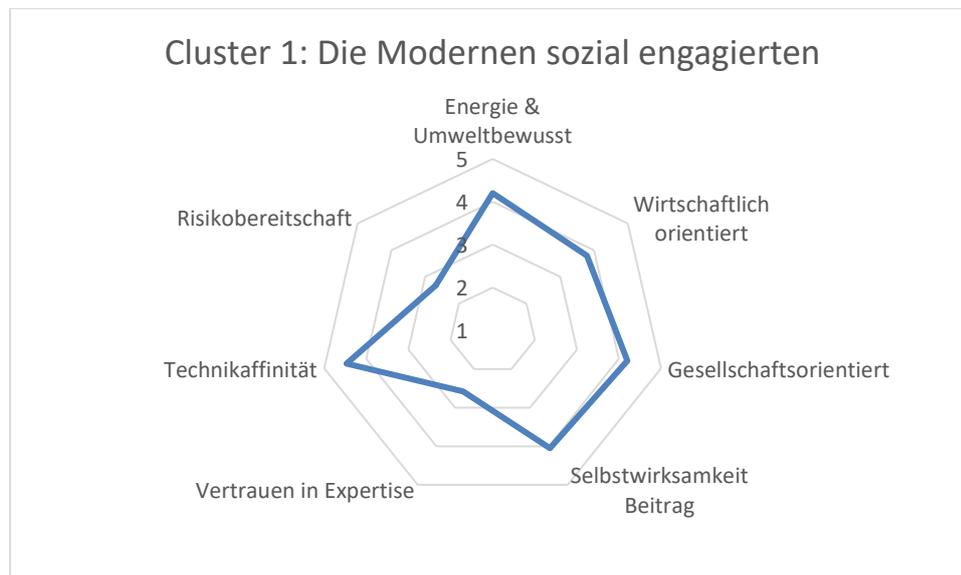


Abbildung 20 Ausprägungen der Eigenschaften für Cluster 1 (Werte von 1 bis 5)

Cluster 2 - die Technikaffinen: Das zweite Segment unterscheidet sich von der ersten Gruppe vor allem dadurch, dass das soziale Engagement der Mitglieder dieser Gruppe vergleichsweise niedrig ist und Energiethemen weniger im Bekanntenkreis thematisiert werden. In Hinblick auf die Technikaffinität ist auch diese Gruppe sehr an aktueller Elektronik interessiert und beschäftigt sich mit dieser, auch wenn keine Kaufabsicht besteht.

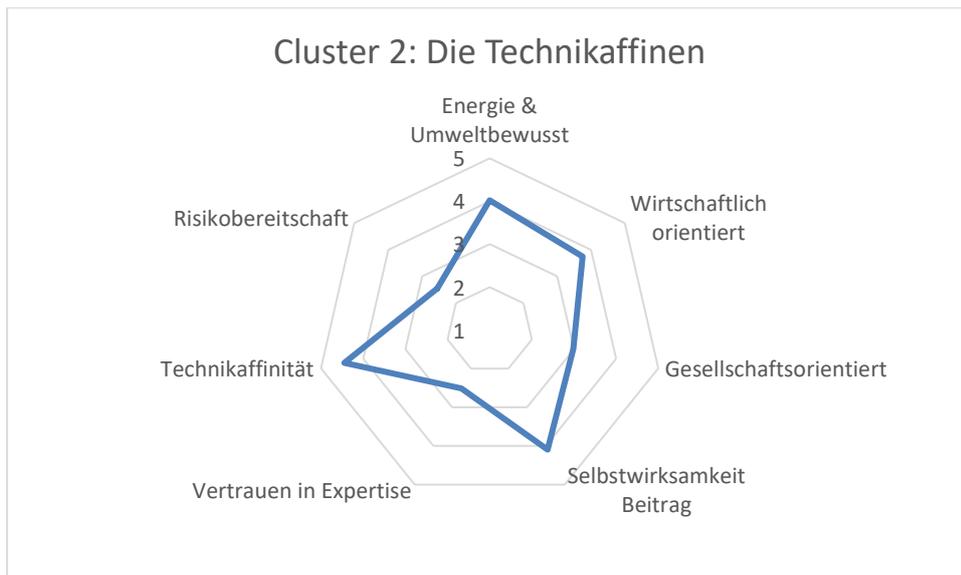


Abbildung 21 Ausprägungen der Eigenschaften für Cluster 2 (Werte von 1 bis 5)

Cluster 3 - *die Ökologischen*: Im dritten Segment finden sich jene Personen, die sich vor allem durch ihr persönliches Engagement in der Gemeinschaft und den Glauben an das Gelingen der Energiewende auszeichnen. Die Mitglieder dieses Clusters, schätzen sich im Gruppenvergleich umweltbewusster ein und sie achten auf Grund ihres Energiebewusstseins eher auf den Energieverbrauch. Diese Gruppe findet sich unter jenen beiden, die am wenigsten technikaffin ist. Die Gruppenmitglieder informieren sich beispielsweise eher nicht über elektronische Geräte, wenn keine Kaufabsicht besteht.

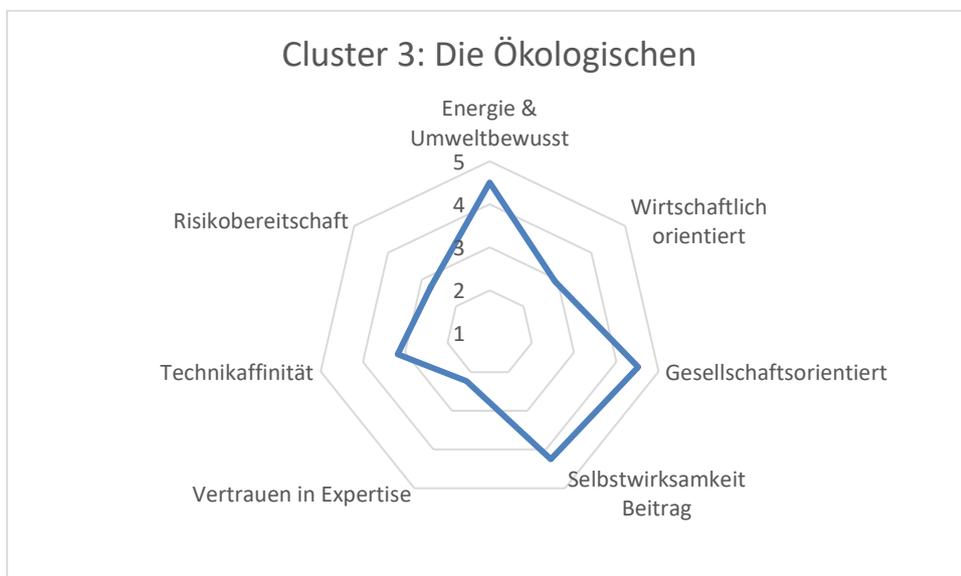


Abbildung 22 Ausprägungen der Eigenschaften für Cluster 3 (Werte von 1 bis 5)

Cluster 4 - *die Abgehängten*: Das vierte Segment ist durch ein vergleichsweise geringeres Umweltbewusstsein sowohl in Hinblick auf die Selbsteinschätzung als auch in Bezug auf das Energieverhalten charakterisiert. Die Mitglieder dieser Gruppe weisen auch die niedrigste Technikaffinität auf und sehen konträr zu den Mitgliedern der anderen Gruppen, die Verantwortung für das Gelingen der Energiewende bei ExpertInnen verortet. Die Mitglieder

dieser Gruppe haben gleichzeitig auch das geringste Vertrauen in die Wirkung des eigenen Beitrags zur Energiewende.



Abbildung 23 Ausprägungen der Eigenschaften für Cluster 4 (Werte von 1 bis 5)

Hinsichtlich des Wissensstands zu Prosumer-Netzwerken und der Bereitschaft zur Teilhabe zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen den Segmenten. Vor allem unter den sozial Abgehängten sind die Bereitschaft zur Teilhabe und der Kenntnisstand zu Prosumer-Netzwerken signifikant geringer als in den anderen Segmenten. Am höchsten ausgeprägt sind beide Aspekte unter den Ökologischen und den Modernen, die sich vor allem hinsichtlich der Teilhabebereitschaft unterscheiden, wobei die Ökologischen mit fast 50% der Gruppenmitglieder hier die höchste Zustimmung aufweisen. Dieses Segment weist dabei auch den höchsten Anteil (5%) an Personen auf, die bereits an einem Prosumer-Netzwerk mitgewirkt haben.

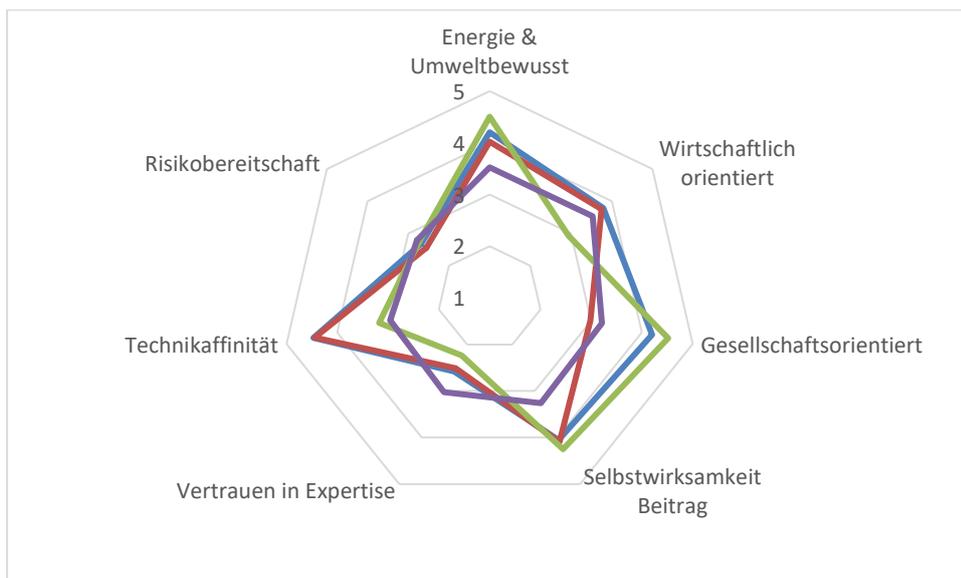


Abbildung 24 Überblick Eigenschaften alle Cluster (Werte von 1 bis 5)

In Hinblick auf die mit einer Teilhabe an einem Prosumer-Netzwerk verbundenen Befürchtungen zeigt die Analyse, dass vor allem die Abgehängten im Mittel größere Befürchtungen hinsichtlich Komfortverlusten und Kontrollverlust durch die Teilhabe aufweisen. Vor allem

die Ökologischen sehen in ihrer Beteiligung eine sinnvolle Aufgabe und haben die geringsten Bedenken hinsichtlich möglicher Komfort- und Kontrollverluste. Die Technikaffinen hingegen sind am ehesten durch Kosteneinsparungen zur Teilhabe zu motivieren.

Hinsichtlich der Faktoren, die motivierend für eine Teilhabe wirken, stellen der Ausbau der erneuerbaren Energien, sowie die Förderung der regionalen Stromversorgung durch Erneuerbare vor allem für die Technikaffinen, die Ökologischen und die Modernen relevante Faktoren dar. Die Ökologischen können dabei auch durch Spenden für einen ökologischen oder sozialen Zweck motiviert werden.

4.5 Prosumer Eigeninteressen – Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die BesitzerInnen und NutzerInnen der flexiblen Komponenten nehmen eine wichtige Rolle in der Aggregation von Flexibilitäten ein; nur durch ihre Zustimmung zur Einbindung ihrer Komponenten in die aggregierte Flexibilitätsvermarktung kann das theoretisch vorhandene Potenzial einer Marktteilnahme gehoben werden. Durch die Erkenntnisse aus Befragungen mit gegenwärtigen KomponentenbesitzerInnen können passende Maßnahmen und Anreize für zukünftige KomponentenbesitzerInnen abgeleitet werden, die als Grundlage für Geschäftsmodelle dienen können.

Im Rahmen des Projekts Flex+ wurde die Perspektive der KomponentenbesitzerInnen einerseits durch die Abhaltung von 4 Fokusgruppen, andererseits mit einer Onlineumfrage (n=850) erhoben.

Die Ergebnisse der qualitativen Fokusgruppendifkussionen mit KomponentenbesitzerInnen bieten einen breiten und diversen Einblick in die Nutzungsmotivation und gegenwärtige Anwendungen der Komponenten, zudem wurde die Perspektive zur Einbindung der Komponente in die Flexibilitätsplattform diskutiert. Hierbei zeigen sich für die vier Komponentengruppen welche Chancen und Risiken mit der Einbindung wahrgenommen werden und welche Maßnahmen und Rahmenbedingungen die DiskussionsteilnehmerInnen für angebracht halten, um die möglichen Nachteile und Risiken abzumildern oder zu beseitigen.

Die Ergebnisse der Onlinebefragungen validieren und vertiefen diese Erkenntnisse und bieten empirische Erkenntnisse zur Bereitschaft zur Teilnahme in der Flexibilitätsplattform im Zusammenhang mit der jeweiligen Komponente.

Über den Komponentenbesitz hinaus werden persönliche und kontextuelle Faktoren, wie etwa Vorwissen, Einstellungsmerkmale (Energie- und Umweltbewusstsein, Technikaffinität, Gesellschaftliches Engagement sowie das Vertrauen in Akteure des Energiesektors) sowie sozio-demografische Faktoren erhoben und hinsichtlich eines Zusammenhangs zu Einstellungen und Bereitschaft in einer Flexibilitätsplattform mit Prosumerkomponenten mitzuwirken analysiert.

Das Konzept eines Prosumer Netzwerkes, in dem die Komponenten in eine Flexibilitätsanwendung eingebunden werden, ist der Mehrheit der Befragten (67 %) unbekannt, dennoch wären immerhin 30 % generell bereit daran mitzuwirken, weitere 44 % sind vielleicht bereit sich einem solchen Netzwerk anzuschließen. Die Einbindung der Komponente in Flexibilitätsplattformen wird von einer großen Mehrheit (72 %) der Befragten als sinnvoll erachtet und immerhin 46 % glauben, dass der Nutzen der Mitwirkung größer sein wird als der individuelle Schaden. Dies zeigt einen überwiegend positiven Eindruck der Befragten hinsichtlich einer möglichen Einbindung. E-Auto und BatteriespeicherbesitzerInnen haben nicht nur im Durchschnitt häufiger von Prosumer Netzwerken gehört, sondern sind auch etwas mehr motiviert an den Netzwerken mitzuwirken als BesitzerInnen von Wärmepumpen und E-Boilern.

Die Anschaffung eines E-Boilers ist weniger mit einem motivationalen oder normativen Ziel verbunden, sondern erfolgt im Wesentlichen aufgrund der primären Funktion der Warmwasserbereitung. Die Erhaltung der Funktionalität als zuverlässiger, wartungsarmer, technologisch simpler sowie kostengünstiger Warmwasserbereiter sind hier zentrale Eigeninteressen, die es zu bewahren gilt.

E-Autos, Batteriespeicher und Wärmepumpen werden von den Fokusgruppen- und BefragungsteilnehmerInnen im Gegensatz zum E-Boiler nicht nur auf Grund ihrer primären Funktion angeschafft. Vielmehr dienen die Komponenten auch als Ausdruck und Verwirklichung von motivationalen und normativen Nutzungsvorstellungen. Sie dienen den BesitzerInnen teilweise als Ausdruck ihrer eigenen Position in Relation zum Energiesystem und ihrem Wertesystem und stellen eine Reaktion auf den sich wandelnden, innovativen Markt dar. Beispielsweise betonen insbesondere Befragte mit E-Auto sowohl in der Fokusgruppe als auch der Onlineumfrage einen gesellschaftlichen und ökologischen Wertekontext, dem diese als Pionier und Vorbild für schadstoffärmere Mobilität Ausdruck verleihen.

E-Auto BesitzerInnen sprechen auch signifikant stärker auf motivierende Faktoren zur Teilnahme an Prosumer Netzwerken an, die diesem Wertekontext entsprechen (EE-Ausbau, regionale Stromerzeugung fördern, etc.). Die BesitzerInnen von Batteriespeicher und Wärmepumpe zeigen auch einen starken Bezug zu Umwelt- und Energiethemen, in der qualitativen Beschreibung nennen TeilnehmerInnen als Nutzen der Mitwirkung neben dem Engagement für EE, auch die Unterstützung der regionalen Stromversorgung, sowie die Mitwirkung als Ausdruck der Solidarität für einen notwendigen gesellschaftlichen Beitrag.

Der Aspekt der Solidarität deutet auf einen kritischen Aspekt, der bei einer Vermarktung von Flexibilitätseinbindung zu beachten ist, hin, nämlich der Wahrnehmung der Befragten, dass der Nutzen stärker auf ökologischer, gesellschaftlicher und volkswirtschaftlicher Ebene zu verankern sei als auf individueller Ebene. Die Flexibilitätseinbindung von einzelnen Komponenten wird zur „Systemsicherung“ und „Zukunftsfähigkeit der Stromversorgung“ in den Fokusgruppen als relevant eingestuft. Der individuelle Nutzen für den oder die einzelne KomponentenbesitzerIn wurde kritisch diskutiert und bleibt als Argument für eine Mitwirkung jedoch schwer darstellbar.

Flexibilitätsvermarktung privater Haushaltskomponenten wird neben der Vermarktung an kurzfristigen Energiemärkten auch als Maßnahme zur Entlastung von Stromnetzen kommuniziert. Die Umfrageergebnisse zeigen jedoch, dass die Stromnetzentlastung weniger für die Mitwirkung im Prosumer Netzwerk motiviert, als andere Aspekte wie beispielsweise die Förderung des EE Ausbaus oder der Ausbau der regionalen Stromversorgung.

Neben dem Nutzen ist für die KomponentenbesitzerInnen die Frage von Kosten oder möglichen Gewinnen zentral. Sowohl in den Fokusgruppens Diskussionen als auch in der Onlinebefragung zeigt sich, dass es keine Mehrzahlungsbereitschaft zur Teilnahme am Prosumer Netzwerk gibt. Es wird mehrheitlich von den BefragungsteilnehmerInnen als angemessen wahrgenommen, dass mögliche Wertverluste und Abnutzungen der Komponenten (insbesondere bei der Lebensdauer der Batterien) kompensiert werden. Gewinne und monetäre Vergütungen stehen nicht im Vordergrund, werden aber teilweise als adäquate Vergütung erachtet.

Interessant erscheint hier der Bezug zu Anschaffungsmotiven – hier zeigt sich, dass die Anschaffungskosten deutlich weniger wichtig bewertet werden als die erwarteten laufenden Kosten. Dieser Zusammenhang öffnet weitere Fragen und bietet daher einen Ansatzpunkt für vertiefende Studien.

Die Angemessenheit verschiedener Tariftypen sowie nicht-monetärer Anreize, wie etwa Gutscheine oder Spenden, wurden abgefragt, die Erkenntnisse hierzu sind jedoch nicht eindeutig. Ebenso wurde nur ein begrenztes Set an Entscheidungsmöglichkeiten abgefragt. Dementsprechend sind auch hier weitere mögliche Anknüpfungspunkte für vertiefende Studien vorhanden, insbesondere im Umfeld des LivingLab oder Pilotumsetzungen mit Prototypen.

Die Risiken und Bedenken zur Einbindung wurden im Rahmen der Fokusgruppens Diskussionen vertiefend diskutiert. Hier zeigt sich, dass die TeilnehmerInnen eine Vielzahl an möglichen Bedenken äußern, diese jedoch mit vertraglich festgelegten, glaubhaften und nachweisbaren Rahmenbedingungen ausgeräumt werden können. Dies bestätigt auch die Umfrage: Die vertraglichen Rahmenbedingungen werden als wichtig erachtet, um mögliche Bedenken einzudämmen. Hinsichtlich möglicher Komfortverluste sind im Gesamtsample keine eindeutigen Tendenzen zu erkennen, jeweils knapp 35 % stimmen dieser Befürchtung zu bzw. nicht zu. Selbiges betrifft die mögliche eingeschränkte Spontaneität in der

Komponentennutzung. Dies betont die Wichtigkeit der Vertrauensbasis zwischen ProsumerInnen und Flexibilitätsvermarktern und die transparente, verlässliche Kommunikation.

Die Komponentengruppen stellen nur teilweise einen erklärenden Zusammenhang mit den Einstellungen und möglichen Rahmenbedingungen zur Einbindung der Prosumer in die Flexibilitätsvermarktung her. Hierzu bietet die Clusterung der Stichprobe in 4 Typen eine Erweiterung. Auf Basis der Einstellungsmerkmale wurden 4 homogene Typen erstellt („die modernen sozial Engagierten“, „die Technikaffinen“, „die Ökologischen“, „die Abgehängten“), die auf andere Anreize und Motivatoren bei der Flexibilitätsvermarktung ansprechbar sind und dementsprechend einen Hinweis für mögliche Zielgruppen und Geschäftsmodelle bieten.

Die Stichprobencharakterisierung deutet auf einen Non-Response Bias hin, aufgrund dessen die Repräsentativität der Ergebnisse kritisch betrachtet werden muss: Das Befragungssample entspricht nicht dem österreichischen Durchschnitt der Haushalte, trifft jedoch sehr passend die typischen Beteiligten bei Energieanwendungen. So sind die BefragungsteilnehmerInnen überwiegend männlich, haben einen hohen Bildungsgrad, und schätzen sich selbst als technikaffin und umweltbewusst ein. Über 50% der Befragten geben an, dass sie einen Ökostromtarif beziehen. Zudem lebt die Mehrheit im Einfamilienhaus im ländlichen Kontext.

Auch wenn im Rahmen der TeilnehmerInnenakquise der Fokusgruppe darauf Wert gelegt wurde, konnte eine diversere Zielgruppe nicht erreicht werden. Für zukünftige Studien besteht die Herausforderung und Notwendigkeit, die Akquisestrategien und Erhebungsmethoden für diversere Zielgruppen zu öffnen.

Schlussfolgerungen

Die Erhebung der Eigeninteressen im Rahmen des Projektes Flex+ zeigt die Wichtigkeit der Perspektive der NutzerInnen und darauf basierender Maßnahmen. Produkte und Dienstleistungen müssen die Menschen dort abholen, wo sie derzeit tatsächlich stehen und wie sie empfinden. Diese Entwicklungen müssen auf empirischen Erhebungen und Experimenten basieren, bei denen die zukünftigen Zielgruppen beteiligt und involviert werden.

Flexibilität ist ein unbekanntes Konzept, dementsprechend wichtig ist es, die möglichen Unsicherheiten und Sorgen vorweg zu nehmen, und als Eintrittsbarrieren aufzulösen. Dazu benötigt es simple und dennoch transparente Kommunikationswege.

Die Herausforderung wird es sein, Geschäftsmodelle für Prosumer zu entwickeln, die einen nachweisbaren und vermittelbaren Nutzen bieten und dadurch ein Vertrauensverhältnis mit verlässlichen Rahmenbedingungen etablieren. Eine Möglichkeit hierfür können neue Strategien der KundInnensegmentierung sein, die intensiver auf die individuellen Einstellungen und Erfahrungen Bezug nehmen.

5 Referenzen

- Austrian Power Grid AG, 2018. Primärregelreservekooperation. APG Marktforum, 9.10.2018.
- Baur, N., Blasius, J., 2014. Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Springer Fachmedien Wiesbaden 2014
- Fietkau, H., & Kessel, H. (1981). *Umweltlernen: Veränderungsmöglichkeiten des Umweltbewusstseins. Modell-Erfahrungen*. Königstein: Hain.
- Figgner et al., 2017. Wissenschaftliches Mess- und Evaluierungsprogramm Solarstromspeicher 2.0. Jahresbericht 2017, Aachen – Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe der FHWT Aachen.
- Helfferich, C., 2011. Die Qualität qualitativer Daten. Manual für die Durchführung qualitativer Interviews, 4. Auflage, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden.
- Henseling, C., Hahn, T., Noltring, K., 2006. Die Fokusgruppen-Methode als Instrument in der Umwelt- und Nachhaltigkeitsforschung. Werkstattberichte / IZT, Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung; Nr. 82.
- Hierzinger, R., Herry, M., Seisser, O., Steinacher, I., & Wolf-Eberl, S., 2011. *Energy Styles. klimagerechtes Leben der Zukunft – Energy Styles als Ansatzpunkt für effiziente Policy Interventions*. Wien: Österreichische Energieagentur. Jaksch, E., 2018. Stromkundentypen 2017. Linz: Energie AG Stromvertrieb.
- Leonhartsberger, K., Meisel, M., Pichler, M., Schidler, S., Fotiadis, L., Xypolytou, E., Werner, A., 2017. System relevant Applications for Battery Storage Systems, Proceedings of 33rd PLEA International Conference "Design to Thrive", Edingburgh, 2 th -5th July 2017.
- Corinaldesi, C., Lettner, G., Schwabeneder, D., Fleischhacker, B., Dallinger, B., Eibl, E., Diewald, N., Esterl, T., Spreitzhofer, J., Derflinger, D., Schmitz, S., Leonhartsberger, K., Werner, A., Zoergernitz, L., Knapp, M., 2019. Spezifikation der Geschäftsmodelle und deren Rahmenbedingungen. Deliverable Nr. D.5, Projekt Flex+ (*unveröffentlicht*)
- Schultz, M., Mack, B., Renn, O., 2012. Fokusgruppen in der empirischen Sozialwissenschaft. Von der Konzeption bis zur Auswertung. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- Statistik Austria, 2017. Bevölkerung nach dem Bildungsstand. https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/volkszaehlung-registerzaehlungen_abgestimmte_erwerbsstatistik/bevoelkerung_nach_dem_bildungsstand/index.html#index1 [10.02.2020]
- Sütterlin, B., Brunner, T., & Siegrist, M., 2011. Who puts the most energy into energy conservation? A segmentation of energy consumers based on energy-related behavioral characteristics. *Energy Policy*, 8137-8152.
- Weichbold, M., 2014. Pretest. In: Baur N., Blasius J. (ed.) Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden.

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



6 Anhang

6.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Überblick über die Flex+ Architektur	9
Abbildung 2: Ablaufdiagramm Day-Ahead Spotmarkt + TRL-/SRL-Regelenergie Vermarktung	15
Abbildung 3 Ablaufdiagramm TRL-/SRL-Regelenergieaktivierung	17
Abbildung 4 Ablaufdiagramm Intraday Spotmarkt	18
Abbildung 5 Kategorisierung von Einflussfaktoren (Mohaupt et al. 2018)	24
Abbildung 6 Aktuelle Einbindung des E-Auto im Energiesystem	27
Abbildung 7 Einbindung E-Auto in Flexibilitätsplattform (links)	28
Abbildung 8 Workshop Dokumentation Prozess Risiken (rote Pfeile) und Chancen (gelbe und grüne Pfeile) (rechts)	28
Abbildung 9 Textinput im Fragebogen "Einführung Prosumer Netzwerk" Beispiel Batteriespeicher	31
Abbildung 10 Altersverteilung in Kategorien, in % (n=841);	44
Abbildung 11 Bildungsabschlüsse, in % (n= 856).....	44
Abbildung 12 Herkunft der BefragungsteilnehmerInnen nach Land, in % (n=855) (links)	45
Abbildung 13 Wohnumfeld nach Besiedlungsdichte, in % (n=877) (rechts)	45
Abbildung 14 Haushaltsgröße Personen im Haushalt, in % (n=837).....	45
Abbildung 15 Zufriedenheit mit dem gegenwärtigen Stromtarif, in % (n=853)	47
Abbildung 16 Technologieauswahl, in % (n=877).....	48
Abbildung 17 Anschaffungsgründe für ausgewählte Technologie, unabhängig von der Technologie, in %	49
Abbildung 18 Kenntnis Prosumer Netzwerk, in % (n= 847) (links)	52
Abbildung 19 Bereitschaft zur Mitwirkung an einem Prosumer Netzwerk, in % (n=877) (rechts)	52
Abbildung 20 Ausprägungen der Eigenschaften für Cluster 1 (Werte von 1 bis 5)	58
Abbildung 21 Ausprägungen der Eigenschaften für Cluster 2 (Werte von 1 bis 5)	59
Abbildung 22 Ausprägungen der Eigenschaften für Cluster 3 (Werte von 1 bis 5)	59
Abbildung 23 Ausprägungen der Eigenschaften für Cluster 4 (Werte von 1 bis 5)	60
Abbildung 24 Überblick Eigenschaften alle Cluster (Werte von 1 bis 5)	60

6.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Ablauf der Fokusgruppen Workshops	26
Tabelle 2 Struktur und Themen des Fragebogen	29
Tabelle 3 Fragebogen Aussendungskanäle	32
Tabelle 4 Überblick Items und Variablen zur Einstellungen der Befragten.....	34
Tabelle 5 Anzahl PKWs im Haushalt (n=873)	46
Tabelle 6 Stromversorgung (n=873).....	46
Tabelle 7 Bekanntheit von Tarifmodellen.....	48
Tabelle 8 Anschaffungsgründe in Abhängigkeit von Technologieauswahl, Mittelwerte	49
Tabelle 9 Erwartung von Kompensationen, in %	53
Tabelle 10 Angemessenheit verschiedener (nicht- monetärer Kompensationen), in %	54
Tabelle 11 Zustimmung zu ausgewählten Rahmenbedingungen, in %.....	55
Tabelle 12 Nutzen und Einschränkung durch Prosumer Netzwerk, in %	56
Tabelle 13 Motivatoren für die Teilnahme an einem Prosumer-Netzwerk, in %.....	57

Kontakt



Hauptautor 1

Andrea Werner MSc.

FH Technikum Wien – Renewable Energy Systems

Höchstädtplatz 6 | 1200 Wien

T +43 1 333 40 77 - 2646

andrea.werner@technikum-wien.at | www.technikum-wien.at



Hauptautor 2 & Konsortialleitung

Tara Esterl MSc. MSc.

Center for Energy – AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Giefinggasse 2 | 1210 Wien

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

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