

IEA Nutzer:innen-zentrierte Energiesysteme (UsersTCP): Soziale Lizenz zum Automatisieren

R. Hemm, L. Diamond,
T. Esterl, P. Fröhlich

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

19/2022

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe
unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Interimistischer Leiter: DI Theodor Zillner

Auszugsweise Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet. Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Republik Österreich und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Nutzungsbestimmungen:
<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/impressum/>

IEA Nutzer:innen-zentrierte Energiesysteme (UsersTCP): Soziale Lizenz zum Automatisieren

Regina Hemm, Lisa Diamond, Tara Esterl, Dr. Peter Fröhlich
AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Wien, November 2021

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Programm FORSCHUNGSKOOPERATION INTERNATIONALE ENERGIEAGENTUR. Es wurde vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) initiiert, um Österreichische Forschungsbeiträge zu den Projekten der Internationalen Energieagentur (IEA) zu finanzieren.

Seit dem Beitritt Österreichs zur IEA im Jahre 1975 beteiligt sich Österreich aktiv mit Forschungsbeiträgen zu verschiedenen Themen in den Bereichen erneuerbare Energieträger, Endverbrauchstechnologien und fossile Energieträger. Für die Österreichische Energieforschung ergeben sich durch die Beteiligung an den Forschungsaktivitäten der IEA viele Vorteile: Viele Entwicklungen können durch internationale Kooperationen effizienter bearbeitet werden, neue Arbeitsbereiche können mit internationaler Unterstützung aufgebaut sowie internationale Entwicklungen rascher und besser wahrgenommen werden.

Dank des überdurchschnittlichen Engagements der beteiligten Forschungseinrichtungen ist Österreich erfolgreich in der IEA verankert. Durch viele IEA Projekte entstanden bereits wertvolle Inputs für europäische und nationale Energieinnovationen und auch in der Marktumsetzung konnten bereits richtungsweisende Ergebnisse erzielt werden.

Ein wichtiges Anliegen des Programms ist es, die Projektergebnisse einer interessierten Fachöffentlichkeit zugänglich zu machen, was durch die Publikationsreihe und die entsprechende Homepage www.nachhaltigwirtschaften.at gewährleistet wird.

DI Theodor Zillner

Interimistischer Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	7
2	Abstract	8
3	Ausgangslage	9
4	Projekthalt	11
4.1.	Spezifische Projektziele, Inhalte und verwendete Methodik	11
4.2.	Datenerhebungstemplate.....	13
4.3.	Workstreams.....	14
4.3.1.	Workstream Nutzer:inneninteraktion	14
4.3.2.	Workstream Energiepraktiken.....	15
4.3.3.	Workstream Soziotechnische Systeme	15
4.3.4.	Workstream Stakeholder und regulatorische Rahmenbedingungen.....	15
4.4.	Herausforderungen bei der Umsetzung	15
5	Ergebnisse	16
5.1.	Interaktionsbezogene Vertrauens- und Akzeptanzfaktoren	16
5.1.1.	Forschungsfragen	16
5.1.2.	Methodologie	16
5.1.3.	Use Case Analyse und Ergebnisse.....	17
5.1.4.	Länderspezifische Ergebnisse	27
5.1.5.	DSM Interaktions-Akzeptanzmodell.....	28
5.2.	Anreize und Businessmodelle	34
5.2.1.	Forschungsfragen	34
5.2.2.	Monetäre Anreize.....	34
5.2.3.	Nichtmonetäre Anreize	35
5.2.4.	Geschäftsmodelle	37
5.2.5.	Länderspezifischer Vergleich	48
5.3.	Ergebnisse aus internationalen Teilprojekten	49
5.3.1.	Workstream Energiepraktiken (Cecilia Kazeff, Sofie Nyström, SE; Ida Marie Henriksen, NO; Rishabh Ghotge, NL; Selin Yilmaz, CH)	49
5.3.2.	Workstream Sozio-technische Systeme (Sophie Adams, Declan Kuch, AU; Marianne Ryghaug, Ida Marie Henriksen, NO; Rishabh Ghotge, NL).....	49
5.3.3.	Workstream Stakeholder und regulatorische Rahmenbedingungen (Selin Yilmaz, CH; Declan Kuch, AU).....	50
6	Vernetzung und Ergebnistransfer	52
7	Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen	54
7.1.	Schlussfolgerungen	54
7.1.1.	Schlussfolgerungen zu interaktionsbezogenen Akzeptanzfaktoren.....	54
7.1.2.	Schlussfolgerungen zu Geschäftsmodellen und Anreizsystemen	55

7.2. Empfehlungen.....	56
7.2.1. Empfehlungen bezogen auf technische Umsetzungsaspekte:.....	56
7.2.2. Empfehlungen betreffend den Endnutzer:innen und der damit verbundenen Kommunikation:.....	57
7.3. Ausblick.....	59
8 Anhang: Use Case Übersicht für interaktionsbezogene Analyse (5.1).....	65

1 Kurzfassung

Die angestrebte Dekarbonisierung der Energieversorgung führt zu einem schnell wachsenden Anteil von fluktuierenden erneuerbaren Erzeugungsanlagen, wie Solar- oder Windanlagen. Damit verbunden ist ein notwendiger struktureller Wandel des Stromnetzes. Die fluktuierende, dezentrale Erzeugung, welche nicht oder nur schwer gespeichert werden kann, führt sowohl für Strommärkte als auch für das Netz zu neuen Herausforderungen. Flexible Verbrauchseinheiten sollen dabei helfen, Erzeugung und Verbrauch trotz der fluktuierenden Erzeugung zu jedem Zeitpunkt im Gleichgewicht zu halten und Netzengpässe zu vermeiden. Demand-Side-Management (DSM)-Technologien auf Haushaltsebene, wie beispielsweise Wärmepumpen, Boiler, Batteriespeicher oder Elektroautos, können dabei in Zukunft eine bedeutende Rolle spielen. Der Energiebezug dieser Komponenten kann beispielsweise zeitlich verschoben oder bei Bedarf erhöht oder verringert werden. Das Nutzer:innenverhalten sowie die Akzeptanz für solch automatisierte Technologien spielen dabei eine entscheidende Rolle.

Im IEA Task: „Soziale Lizenz zum Automatisieren“ im Rahmen des UserTCP wurden verschiedene internationale Demand Side Management-Projekte analysiert. Ziel sämtlicher Projekte war es, Haushaltskomponenten von Endkund:innen automatisiert anzusteuern oder diesen über Preissignale zu ermöglichen, kurzfristig selbst den Verbrauch anzupassen. Dabei wurden die wichtigsten sozialen, organisatorischen, wirtschaftlichen und regulatorischen Parameter für eine erfolgreiche Kund:innenbindung in den teilnehmenden Ländern identifiziert. Der Fokus lag auf der Analyse von Akzeptanzfaktoren von DSM in Verbindung mit über Interaktionsplattformen bestehenden Angeboten an Teilnehmer:innen, sowie auf der Analyse des Erfolges unterschiedlicher Anreizsysteme und Geschäftsmodelle. Ein gemeinsam mit den internationalen Partnern entwickeltes Datenerhebungstemplate wurde zur Analyse verschiedener nationaler und internationaler Projekte verwendet. Die Daten wurden dabei mithilfe von Interviews und der Durchsicht von zur Verfügung stehenden Report-Dokumenten erhoben. Für jedes Land wurde weiters ein detailliertes Länderprofil erstellt, welches jeweils einen allgemeinen Überblick über Strommix, aktuelle Herausforderungen hinsichtlich der Energiewende sowie sozio-ökonomische Hintergründe zur Bevölkerung enthält. Weiters wurde jeweils der Status verschiedener DSM Applikationen (technische Voraussetzungen, User Interfaces usw.) und ihre Umsetzung sowie bestehende Projekte beschrieben. Zusätzlich wurde auch auf existierende Literatur zurückgegriffen, um die Erkenntnisse aus der Fallanalyse zu ergänzen.

Es konnte gezeigt werden, dass sich Anreize für die Teilnahme an DSM-(Forschungs-)projekten keineswegs auf einer rein finanziellen Ebene verorten lassen. Weitere Aspekte wie ökologische Hintergründe, ein Beitrag zu stabilen Netzen und der Gemeinschaftsgedanke sind dabei als besonders starke Motive hervorzuheben. Die Ergebnisse zeigen weiters die Aufgaben von Interaktionsangeboten auf, die sich stark nach Auswirkungsgrad auf das Nutzer:innenerleben sowie dem erwarteten Aufwand von Nutzer:innen im Rahmen des Projektes unterscheiden. Es lässt sich feststellen, dass sowohl Aufwand als auch Auswirkung auf Endnutzer:innen mit eingesetztem Automatisierungsgrad sinken. Besonders relevant für die Vertrauensbildung sind des Weiteren eine klare, maßgeschneiderte Nutzenkommunikation, sowie die Gewährleistung von Automatisierungstransparenz und angemessene Kontrollmöglichkeiten, die von der Angabe der Flexibilitätsverfügbarkeit bis hin zur Möglichkeit des Vetos gegen eine geplante oder laufende Automatisierung reichen.

2 Abstract

The striving for decarbonization of the energy system leads to a rapidly growing share of intermittent renewable generation technologies such as solar or wind power plants. This is associated with a necessary structural change in the transmission and distribution grid. The fact that intermittent and decentralised generation cannot be stored easily leads to new challenges for both electricity markets and the grid. Flexible consumption units shall contribute to keep generation and demand balanced at any point in time to avoid grid bottlenecks. Demand-side management (DSM) technologies at the household level, such as heat pumps, boilers, battery storage or electric cars, can play a significant role in this regard in the future. The energy consumption of these components can for instance be shifted, increased, or decreased as required at any point in time. The user's behaviour and the acceptance of such automated technologies plays a decisive role in this context.

In the IEA Task "Social License to Automate" within the UsersTCP, an analysis of international DSM projects was carried out, which had the goal to automate the control of end user's household components or to enable users to adjust their consumption at short notice via varying price signals. The most important social, organizational, economic and regulatory parameters for successful customer engagement in the participating countries were identified. The focus was on the analysis of acceptance factors of DSM in connection with existing interaction offers to participants via interaction platforms, as well as on the analysis of the success of different incentive systems and business models. A data collection template, which has been developed together with the international partners, was used to analyse various national and international projects. Data was collected through interviews and review of available report documents. For each country, a detailed country profile was created, which contains a general overview of the electricity mix, current challenges regarding the energy transition, and socio-economic background information about the population. Furthermore, the status of different demand side management applications (technical requirements, user interfaces, etc.) and their implementation as well as current projects are described. In addition, existing literature was also used to complement the findings from the case analysis.

It could be shown that incentives for participation in DSM (research) projects can by no means be located on a purely financial level. Other aspects such as ecological considerations, a contribution to stable networks and the idea of community have been identified as particularly strong motives. The results also show the tasks of interaction offers, which differ strongly according to the degree of impact on the user experience as well as the expected effort of users in the context of the project. Both effort and impact on end users decrease with the degree of automation used. Furthermore, clear, tailored benefit communication, as well as the guarantee of automation transparency and appropriate control options, ranging from the indication of flexibility availability to the possibility of vetoing a planned or ongoing automation, are particularly relevant for trust building.

3 Ausgangslage

Die durch das europäische Ziel der CO₂-Reduktion getriebene wachsende Anzahl an erneuerbaren Erzeugungsanlagen führt zu einem höheren Flexibilitätsanspruch an das Stromnetz (Liang, 2017). Im Energiesystem der Zukunft wird zum Ausgleich dieser schwankenden Erzeugung das sogenannte Demand Side Management (DSM) eine wichtige Rolle spielen (Gelazanskas & Gamage, 2014; Palensky & Dietrich, 2011). Darunter versteht man Verbrauchskomponenten, deren Strombezug sich automatisiert entweder zeitlich verschieben, erhöhen oder abregeln lässt. Ein hoher Digitalisierungsgrad und Echtzeit-Automatisierungszugriff sind dafür bis zu einem gewissen Grad Voraussetzung. Für diese Zweck nutzbare flexible Komponenten, wie beispielsweise Wärmepumpen, Boiler, Batterien und Elektroautos finden sich sowohl in Haushalten als auch in Gewerbe- und Industriebetrieben.

In liberalisierten Energiemärkten wird davon ausgegangen, dass die freiwillige Bereitstellung von DSM sowohl einen direkten Kund:innennutzen (möglicherweise auch nicht-finanzieller Natur) als auch netz- und systemrelevante Vorteile bietet. Durch die Untersuchung aktueller Anwendungsfelder und regulatorischen Entwicklungen, welche direkt mit der Adaption und dem Betrieb von flexiblen Technologien verbunden sind, gibt der IEA Task „Soziale Lizenz zum Automatisieren“ im Rahmen des UsersTCP einen umfangreichen Einblick in notwendige Voraussetzungen für den Aufbau und die Aufrechterhaltung von Vertrauen zwischen DSM-Nutzer:innen und anderen involvierten Stakeholdern.

Der Begriff „Soziale Lizenz“ umschreibt das Vertrauen zwischen beteiligten Bewohnern oder Anrainern und Gemeinschaften in einem Industrieprojekt. Das Konzept bezieht sich historisch auf die Befürwortung von Bergbau- und Windparkprojekten (Boutilier & Thomson, 2011), wurde jedoch in Folge auch auf andere Bereiche wie das Gesundheitswesen (Shaw et al., 2020) ausgeweitet. Das Konzept der sozialen Lizenz wurde für den Projektkontext übernommen, um zu beschreiben, inwieweit Demand Response Technologien in einem sozial relevanten Kontext Vertrauen entgegengebracht wird (Adams et al., 2021). Ganz im Sinne dieses Konzepts stellt das Clean Energy Package der Europäischen Union (Regulation (EU) 2019/943 of the European Parliament, 2019) die Kund:innen in das Zentrum des Energiesystems. Allerdings ist noch offen, wie die benötigte Flexibilität der Endkund:innen verfügbar gemacht werden kann, um Erneuerbare Energien erfolgreich zu integrieren. Obwohl bereits ausgereifte technische Lösungen vorhanden sind, ist noch offen, welche Rahmenbedingungen Kund:innen benötigen, damit sie ihre Zustimmung geben, dass ihre Komponenten automatisiert angesteuert werden können.

Folgende allgemeine Ziele wurden für das Projekt Social Licence to Automate definiert:

- Erfahrungen zu internationalen Studien und Projekten bezüglich der Implementierung von DSM werden gesammelt und evaluiert. In Anbetracht des frühen Stadiums der Forschung in diesem Bereich, sollen sowohl Beispiele aus der wissenschaftlichen Forschung als auch empirische Studien ausgewertet werden, um die Nutzung, mögliche politische Instrumente, sowie das Feedback von Prosumer:innen zu analysieren.
- Im Rahmen dieses Projektes sollen hervorragende Forschungsansätze und -ergebnisse aus Sozialwissenschaften, Technik und Politik identifiziert werden, um die Hauptfaktoren für eine erfolgreiche Entwicklung von Demand Side Management zu ermitteln.

- Es werden DSM-Projekte und -Studien evaluiert, in denen Haushalte automatisiert werden oder in denen Kund:innen ihre Nachfrage über flexible Tarife variieren können. Dazu werden relevante ökonomische, regulatorische, organisatorische und soziale Parameter für eine erfolgreiche Kund:innenbindung, Implementierung sowie reibungslose Schnittstellen zwischen den Akteuren identifiziert.
- Akzeptanzfaktoren für teil- und vollautomatisierte DSM-Lösungen werden in internationaler Zusammenarbeit untersucht und weiters Gemeinsamkeiten und Unterschiede verglichen. Relevante Grundüberzeugungen, Motivationsfaktoren und Barrieren werden herausgearbeitet und im Hinblick auf kulturelle Unterschiede berücksichtigt. Ziel ist es herauszufinden, wie Vertrauen innerhalb unterschiedlicher nationaler Rahmenbedingungen aufgebaut und erhalten werden kann, um eine "Soziale Lizenz zum Automatisieren" in unterschiedlichen kulturellen Kontexten erfolgreich zu betreiben.

Es lässt sich zwischen strommarktgetriebenen Anwendungsfällen für Flexibilität (Corinaldesi et al., 2019), wie beispielsweise erhöhtem Strombezug zu Zeiten mit günstigen Elektrizitätsmarktpreisen, und netzgetriebenen Anwendungsfällen, wie die Lösung von Engpässen oder Spannungshaltung (Kherzadeh, 2016), unterscheiden. Die Lastanpassung kann dabei entweder durch vollautomatisierten externen Zugriff in Echtzeit, als auch indirekt durch variable Preissignale für Endnutzer:innen, oder auch teilautomatisiert durchgeführt werden. Variable Preissignale können außerdem zusätzlich manuell verwendet werden, indem gezielt Lasten (beispielsweise Waschmaschine o.Ä.) von Endnutzer:innen zu- oder abgeschaltet werden. Die technische Komplexität des Anwendungsfalls steigt dabei mit der Höhe des Automatisierungsgrades. Variable und unterbrechbare Tarife können in Österreich bereits kommerziell in Anspruch genommen werden, automatisierte Lösungen werden im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsprojekten untersucht.

In Bezug auf die Akzeptanzfrage ist zwischen unterschiedlichen Modellen zu unterscheiden, welche den Endnutzer:innen unterschiedliche Rollen zukommen lassen und damit auch unterschiedliche Erwartungen und Barrieren mit sich bringen (Goulden et al., 2018). Nehmen Nutzer:innen eine aktive Rolle ein, so aktivieren sie selbst die Flexibilität via Verhaltensanpassung oder manueller Programmierung. Passive Teilnehmer:innen erlauben eine automatisierte Lastverschiebung innerhalb ihres Haushalts via externem Zugriff von Netzbetreibern oder Aggregatoren. Für aktiv teilnehmende Nutzer:innen steht im Kontext der Akzeptanz vor allem die Frage des zu gewinnenden Vorteils (persönlich und gemeinschaftlich) jener des Aufwands sowie auch Sorgen um Privatsphäre gegenüber (Annala et al., 2014; Paetz, Dütschke, et al., 2012; Paetz, Kaschub, et al., 2012). Bei vollautomatisiertem DSM treten andere Aspekte wie Sorge um Komfort- und Kontrollverlust in den Vordergrund (Fell et al., 2015; Xu et al., 2018). Entsprechend der Variation der Ausgangssituation sind Nutzer:innen-Schnittstellen je nach Automatisierungsgrad unterschiedlich zu gestalten. Im Rahmen von DSM Projekten umgesetzte Lösungen wurden im Projektrahmen auf ihre Gestaltung, ihren Erfolg und ihre Schwächen untersucht um darauf aufbauend ein Akzeptanzmodell zu entwickeln, das bei der Gestaltung von Nutzer:innen-Oberflächen Automatisierungslevel-spezifisch unterstützen kann.

4 Projektinhalt

Partner:innen aus den folgenden Ländern waren im IEA Task des UsersTCP beteiligt:

- Australien (Leitung)
- Niederlande
- Norwegen
- Österreich
- Schweden
- Schweiz

Sowohl Österreich als auch die anderen teilnehmenden Länder waren in alle nachfolgende Sub-Tasks aktiv involviert:

In **Sub-Task 1 „Gemeinsames Template für die soziale und technische Analyse“** wurde unter der Leitung des AIT eine Methodik konzipiert, welche im Laufe des Projekts in allen Ländern verwendet wurde. Das Template, welches zu einer konsistenten Erhebung relevanter Daten beigetragen hat, wurde im Rahmen der österreichischen Beteiligung erstellt.

In **Sub-Task 2 „Desktop- und Case Study-Datenerfassung und -analyse“** wurden herausragende Projekte und bereits veröffentlichte Berichte aus unterschiedlichen Ländern ausgewählt. Anhand der in Subtask 1 entwickelten Methodik wurden relevante Informationen eingeholt und verarbeitet.

In **Sub-Task 3** wurde eine Analyse zum „**Verständnis von Zustimmung und Vertrauen in die Automatisierung: soziale, wirtschaftliche, institutionelle und technische Dimensionen**“ durchgeführt. Es wurden dabei die Faktoren für eine erfolgreiche Implementierung von Automatisierungs-Services anhand der analysierten Fallstudien ermittelt, wobei der Fokus des österreichischen Teilprojekts auf interaktionsbezogenen Akzeptanzfaktoren, Geschäftsmodellen und Anreizsystemen lag.

In **Sub-Task 4** wurden individuelle Länderprofile erarbeitet. Hierbei wurden die wichtigsten Faktoren aufgezeigt, die in Zukunft für Kund:innen und Projektverantwortliche entscheidend sind.

4.1. Spezifische Projektziele, Inhalte und verwendete Methodik

Spezifische Projektziele in den einzelnen oben aufgeführten Sub-Tasks für das österreichische Teilprojekt waren dabei:

- Sub-Task 1: Leitung und damit verbundene maßgebliche Definition der Methodik
- Sub-Task 2: Analyse von relevanten Projekten in Österreich und ausgewählten europäischen Ländern
- Sub-Task 3: Erarbeiten der Akzeptanz-Faktoren für die von AIT analysierten Projekte, Beiträge zur Gesamtbeschreibung
- Sub-Task 4: Länderprofil für Österreich und ein zusätzliches Land, Unterstützung bei der Erstellung der restlichen Länderprofile

Tabelle 1 beschreibt die Inhaltsbereiche, in denen der Fokus der österreichischen Analyse gelegen hat.

Tabelle 1: In Workstreams abgedeckte Inhaltsbereiche des IEA Tasks „Soziale Lizenz zum Automatisieren“ mit Fokus auf das österreichische Teilprojekt und die dabei angewandte Methodik

Inhaltsbereich	Angewandte Methodik	Fokus in österreichischen Teilprojekten
Akzeptanz der Endnutzer:innen, Einfluss verschiedener Formen der Automatisierung auf das Vertrauen	Desktop-Recherche, qualitative Meta-Analyse von Nutzer:innenstudien, Expert:innenbefragung	Mit dem entwickelten Template erhobene Use Cases der teilnehmenden Partnerländer wurden in Bezug auf die Gestaltung von Interfaces von Endnutzer:innen, Nutzung und Erleben derselben, sowie allgemeines Projekterleben analysiert. Dabei wurde nach Automatisierungsniveau unterschieden und betroffene Lasten wurden
Analyse von Stakeholderbeziehungen und -anforderungen	Soziologisch orientierte Datenanalyse	Aus österreichischer Sicht wurden Inputs geliefert und bei der Erarbeitung des thematisch verknüpften Fragebogens Know-How eingebracht. Der Task wurde von den Schweizer Projektpartnern im Rahmen des Workstreams „Akteure und Regulation“ geleitet.
Technologische Rahmenbedingungen	Desktop-Recherche, Technische Expertisen	Bei der Erarbeitung des Datenerhebungstemplates wurde in diesem Bereich Expertise eingebracht. Im Rahmen der Evaluierung von möglichen Geschäftsmodellen wurden die verschiedenen Anwendungsfälle ebenfalls erhoben und die Kompetenzen im Bereich anderer Umsetzungsarten (z.B. in Australien) von DSM vertieft.
Geschäftsmodelle	Desktop-Recherche, qualitative Meta-Analyse der Geschäftsmodelle in ausgewählten Forschungsprojekten und DSM-Programmen	Geschäftsmodelle für verschiedene Fragestellungen wurden mithilfe von Literaturanalyse und den Anwendungsfällen aus den untersuchten DSM-Projekten erhoben.
Regulatorische Bedingungen	Regulatorische Expertise	Nur Beiträge, keine Koordination

4.2. Datenerhebungstemplate

Im Rahmen des Subtask 1 wurde das Datenerhebungstemplate konzipiert und entwickelt, welches als gemeinsame Basis für Datenerhebung zu Parametern rund um die Gewährung einer „Social License to Automate“ durch Endnutzer:innen dient, und die Identifikation von entsprechenden Schlüsselkomponenten erleichtern soll. Im Betrachtungsmittelpunkt stehen dabei soziale, organisatorische, wirtschaftliche und regulatorische Aspekte, die sich auf das Engagement der Verbraucher, ihr Vertrauen, und die Gewährung der „sozialen Lizenz“ auswirken. Das Template wurde modular gestaltet, da davon auszugehen ist, dass nicht alle Bereiche in jedem analysierten Projekt zutreffen bzw. entsprechende Informationen nicht in allen Fällen zugänglich oder überhaupt vorhanden sind.

Es soll zur Beschreibung eigener Projekte, für Interviews mit Projektmanager:innen/Expert:innen, und Workshops genutzt werden können. Das Template wurde in zwei Formen umgesetzt: einerseits als Fragebogen, der bei persönlichen Interviews oder Workshops mit Expert:innen zum Einsatz kommen kann, andererseits als Excel-Dokument, in dem die unterschiedlichen Fragen und Antwortkategorien innerhalb der Module im Detail ausformuliert wurden und in das eigene Projekte direkt eingetragen und erhobene Projektinformationen übertragen werden können. Es besteht aus acht Abschnitten, die folgende Themenbereiche abdecken:

1. **Basisinformationen zum Projekt:** im ersten Teil werden einige allgemeine Projektinformationen, wie Projektname, federführende Organisation, Start- und Enddatum und Kontaktinformationen gesammelt. Ein Projekt kann verschiedene Fallstudien enthalten, im besten Fall mit Demos, die sich innerhalb ihres Forschungsthemas unterscheiden.
2. **Kontext, Ziele und Rahmung:** Dieser Abschnitt des Templates behandelt die lokale Ausgangslage einschließlich der Merkmale des regionales Energiesystems und des beteiligten Benutzer:innen-Segments, das Automatisierungsziel und die Einbeziehung der Endbenutzer, um es zu erreichen. Dazu gehören die kommunizierte Begründung, die Erwartungen an die Endnutzer:innen und die Möglichkeiten für Feedback und Dialog.
3. **Beteiligte Akteure und regulatorische Aspekte:** Dieser Abschnitt des Templates befasst sich mit den beteiligten Akteuren, ihren Rollen und Aufgaben, sowie mit Beziehungsaufbau und Interaktionen zwischen den Beteiligten. Weitere Themen sind der regulatorische Rahmen, der Marktrahmen und Richtlinien rund um Rechenschaftspflichten der Akteure.
4. **Technische Parameter der Automatisierung und Auswirkungen:** Dieser Abschnitt behandelt die Einzelheiten der implementierten Automatisierungsverfahren, einschließlich Automatisierungslevel, zu aktivierende Lastarten, Einschränkungen bezüglich der Aktivierung (Häufigkeit und Dauer) und der Kommunikation einer solchen Einschränkung an die Endnutzer:innen, der Vorankündigung der Aktivierung der Automatisierung und der Optionen für die Endnutzer:innen, ein Veto gegen diese einzulegen.
5. **Anreize:** Dieser Teil der Vorlage befasst sich mit Fragen im Zusammenhang mit Verbraucheranreizen, z.B. ob den Verbraucher:innen Anreize für die erstmalige Teilnahme geboten wurden und wenn ja, welcher Art und Größe, sowie Einzelheiten zu den gebotenen Anreizen zur Lastverlagerung und den Preissignalen, die als Grundlage dienten (TOU, CPP, RTP usw.)
6. **Bereitstellung von Informationen und Datenaustausch:** Dieser Abschnitt umfasst Informationen und Daten, die den Verbraucher:innen zur Verfügung gestellt werden, sowie die dafür genutzten Kanäle. Dazu gehören Automatisierungsinformationen (nur dann, wenn diese nicht bereits vorher behandelt wurden / wenn sie pro Automatisierungsfall mitgeteilt wurden),

Status- und Prozessinformationen, Angaben zu den konkret gewonnenen Vorteilen, sowie Informationen zu Datenschutz- und Sicherheitsmaßnahmen und Möglichkeiten des Datengriffs.

7. **Endbenutzer:innen-Interaktion mit dem Automatisierungssystem:** Dieser Abschnitt des Templates befasst sich mit Fragen zu Interaktionsangeboten, die Verbrauchern zur Verfügung gestellt werden, wie z.B. einer Nutzer:innen-Oberfläche, eingesetzte Engagement-Strategien einschließlich der aktiven Kontaktaufnahme mit den Endbenutzer:innen, und Einstellungsoptionen, die den Endbenutzer:innen über das System angeboten werden. Alle weiteren verfügbaren Informationen sind dabei ebenso von Interesse.
8. **Projektergebnisse (falls verfügbar):** Im letzten Abschnitt des Templates werden alle verfügbaren Informationen über relevante Ergebnisse des Projekts gesammelt. Dazu gehören beispielsweise der erreichte Flexibilisierungsgrad (im Vergleich zur erwarteten Flexibilisierung), erfasste Akzeptanzparameter sowie erlebtes Vertrauen. Weiterhin wird behandelt, ob das Leben der Benutzer:innen als verändert erlebt wurde, ob Benutzer:innen innerhalb des Programms weitermachen möchten und warum / warum nicht, sowie alle weiteren relevanten Erkenntnisse.

Bereiche mit speziellem Interesse des österreichischen Teilprojektes pro Fall:

1. **Faktoren der Interaktionsakzeptanz** - was wurde den Endnutzer:innen über die Schnittstelle geboten? Gab es eine aktive Beteiligung und in welcher Form? Wurde die Schnittstelle genutzt? Gab es spezifisches positives oder negatives Feedback? Welche Lehren wurden in dieser Hinsicht gezogen?
2. **Geschäftsmodelle:** Wer sind die beteiligten Akteure? Wie werden die Gewinne zwischen ihnen aufgeteilt? Vorschläge für Preisgestaltungen/Verträge
3. **Erfahrungen mit der Gesamtakzeptanz:** Was waren die wichtigsten Faktoren für den Erfolg bzw. Misserfolg in Bezug auf die Akzeptanz durch die Endnutzer und das Gesamtziel des Projekts?

4.3. Workstreams

Zur umfassenden und tiefgehenden Analyse relevanter Faktoren in DSM-Projekten, die für die Erteilung einer sozialen Lizenz ausschlaggebend sind, wurde eine Reihe fokussierter Analysen der verschiedenen Projektpartner mit unterschiedlichen Schwerpunkten innerhalb von „Workstreams“ durchgeführt. Diese waren wie folgt:

4.3.1. Workstream Nutzer:inneninteraktion

Innerhalb des Workstreams zu Nutzer:inneninteraktion wurden interaktionsbezogene Akzeptanzfaktoren bei DSM-Schnittstellen für Nutzer:innen untersucht. Dabei wurde betrachtet, wie und unter Nutzung welcher Interaktionselemente Nutzer:innen-Schnittstellen in diesem Kontext konkret eingesetzt werden, welche Aspekte als besonders positiv erlebt werden, welche Probleme beobachtet wurden, und wie der Einsatz solcher Schnittstellen noch besser zur Akzeptanzerhöhung beitragen kann. Dabei wurde nach DSM Projekten mit niedrigem, mittlerem und hohem Automatisierungsniveau unterschieden.

4.3.2. Workstream Energiepraktiken

Dieser Workstream zielte auf die Beantwortung folgender Fragen ab: Welche Faktoren ermöglichen und behindern die Lastverschiebung und Peak-Shaving in bestimmten Wohnumgebungen? Welche Energiepraktiken sind für eine Lastverschiebung geeignet bzw. nicht geeignet? Unter welchen Bedingungen sind Energienutzer:innen bereit, ihren Verbrauch zeitlich zu verschieben, zu reduzieren oder darauf zu verzichten? Welchen Einfluss haben das Geschlecht und andere soziale Faktoren auf die Bereitschaft der Haushalte zu automatisiertem DSM? Unter welchen Bedingungen sind die Nutzer:innen bereit, einen Teil der Kontrolle über ihren Energieverbrauch aufzugeben (z. B. bei DLC-Programmen)?

4.3.3. Workstream Soziotechnische Systeme

Dieser Workstream widmete sich den Fragen welche Probleme DSM aus der Sicht unterschiedlicher Akteure lösen soll, wie DSM aus diesen verschiedenen Verständnissen heraus verhandelt wird, inwiefern DSM aus Nutzer:innensicht mit ihren persönlichen Werten und Erwartungen übereinstimmt, wer unterschiedliche Gruppen im DSM-Kontext repräsentiert, was von ihnen erwartet wird und warum gerade an diese Gruppen eben jene Erwartungen gestellt werden. Besondere Aufmerksamkeit wurde zudem der Analyse der Rolle von vermittelnden Akteuren wie niedergelassenen Elektriker:innen, Verkaufspersonal von Smart Home Equipment, DSO Customer Service Personal u.ä. gewidmet

4.3.4. Workstream Stakeholder und regulatorische Rahmenbedingungen

Im Rahmen dieses Workstreams wurden die institutionellen Settings von DSM Projekten in Australien, Österreich, Norwegen und der Schweiz vergleichend untersucht. Dabei wurden institutionelle Rahmenbedingungen zur Planung und Implementierung von DSM Projekten unter Berücksichtigung der am häufigsten involvierten Akteure und deren Positionen und Aufgaben innerhalb der Projekte abgebildet. Zudem wurden eingesetzte Anreizsysteme und Businessmodelle in unterschiedlichen Kontexten untersucht.

4.4. Herausforderungen bei der Umsetzung

Zur Ausarbeitung der Länderprofile wurde bestehendes Knowhow sowie Ergebnisse aus der Desktoprecherche genutzt. Der zum Projektbeginn angedachte direkte Ländervergleich konnte aufgrund der Unterschiedlichkeit der einzelnen Projekte letztendlich nicht durchgeführt werden.

Weiters stellte sich heraus, dass einige Kategorien bei den meisten Projekten nicht oder nur unzureichend beantwortet werden konnten, wie beispielsweise die Frage nach den Businessmodellen. In den meisten untersuchten Projekten lag der Hauptfokus auf der Testung und Implementierung der technischen Umsetzung und/oder rein auf Aspekten bezüglich des Nutzer:innen-Verhaltens/Empfindens, ohne dabei allerdings auf die möglichen Erlöse einzugehen. Daher können aus diesen beiden Betrachtungsweisen alleine keine Businessmodelle abgeleitet werden. Der Schritt zur Entwicklung von „klassischen“ Businessmodellen, bei denen eine Aufteilung der Erlöse auf verschiedene Stakeholder und eine Kosten-Nutzen-Analyse vorgesehen ist, wurde in den betrachteten Projekten nicht ausgeführt. Daher beschränkte sich die Datenerhebung für die Businessmodelle auf die verschiedenen möglichen in den Projekten vorkommenden technischen Anwendungsfälle, welche mit einer umfangreichen Literaturliteraturanalyse ergänzt wurden.

5 Ergebnisse

5.1. Interaktionsbezogene Vertrauens- und Akzeptanzfaktoren

5.1.1. Forschungsfragen

Die Use Case Analyse zu Vertrauens- und Akzeptanzfaktoren in der technologiegestützten Nutzer:innen-Interaktion in DSM Projekten widmete sich den folgenden Forschungsfragen:

- Wie werden digitale Interaktionskanäle in DSM Projekten eingesetzt?
- Was hat gut funktioniert und welche Probleme sind aufgetreten?
- Wie könnte die Akzeptanz von DMS bei variierendem Automatisierungslevel weiter erhöht werden?

5.1.2. Methodologie

Um Mensch-Computer-Interaktion (HCI)-bezogene Akzeptanzfaktoren für Demand Side Management zu identifizieren, wurden 15 Fälle aus sechs verschiedenen Ländern (Österreich, Schweiz, Deutschland, Norwegen, Spanien und Australien) analysiert. Die reduzierte Anzahl basiert auf einer Begrenzung auf jene Use Cases, in denen Nutzer:innen im Rahmen ihrer Projektteilnahme digitale Interaktionskanäle zur Verfügung gestellt wurden. Die ausgefüllten Templates für die geeigneten Use Cases wurden für die Umsetzung der Analyse detailliert betrachtet und Kontext- und Interaktionsfaktoren systematisch für eine anschließende vergleichende Analyse erfasst, die sich auf auffällige Unterschiede der Interaktionsaspekte und relevanter Kontextfaktoren in Bezug auf das Automatisierungslevel konzentrierte. Das jeweilige Automatisierungslevel wurde als Basis für die Analyse gewählt, da es einen starken Einfluss auf die Rolle von Nutzer:innen im Projektrahmen hat und daher zu erwarten war, dass sich Ansprüche an und Umsetzung von Interaktionsangeboten entsprechend unterscheiden. Im Detail wurden sechs verschiedene Automatisierungsstufen unterschieden:

- **Automatisierungsstufe 1: Manuell.** Lastverschiebung oder -einsparung erfolgt manuell durch Nutzer:innen (Automatisierungsaspekt nur in Bezug auf automatische Benachrichtigung über Zielverbrauchszeiten / Peak-Shaving-Phasen)
- **Automatisierungsstufe 2: Manuelle Automatisierung.** Die Lastverschiebung oder -einsparung erfolgt durch manuelle Programmierung von Geräten oder Systemen durch Nutzer:innen
- **Automatisierungsstufe 3: Einvernehmliche Automatisierung mit Zustimmung.** Nutzer:innen werden aktiv vom System kontaktiert und müssen einem Automatisierungsereignis zustimmen, sonst wird es nicht ausgeführt
- **Automatisierungsebene 4: Einvernehmliche Automatisierung mit Veto.** Nutzer:innen werden aktiv vom System kontaktiert und haben die Möglichkeit, ein Veto gegen den Automatisierungsvorgang einzulegen; passiert dies nicht, wird die Automatisierung durchgeführt.
- **Automatisierungsstufe 5. Begrenzte Automatisierung.** Nutzer:innen haben die Möglichkeit, die Automatisierung auf bestimmte Anforderungen wie Zeiträume oder Komfortzonen zu beschränken und können die Automatisierung überwachen und gegebenenfalls über das System unterbrechen.

- **Automatisierungsstufe 6: Vollständige Automatisierung.** Nutzer:innen haben keine Möglichkeit, über das bereitgestellte Interaktionssystem die Automatisierungsvorgänge zu unterbrechen.

Für die Analyse wurden diese detaillierten Automatisierungsstufen zu allgemeineren Stufen wie folgt zusammengefasst:

- **Niedriges Automatisierungslevel:** AS 1 oder AS 2
- **Mittleres Automatisierungslevel:** AS 3 oder AS 4
- **Hohes Automatisierungslevel:** AS 5 oder AS 6

Darüber hinaus wurde eine Expert:innen-Umfrage innerhalb des Projektteams durchgeführt, um mögliche zusätzliche Erkenntnisse über die bereitgestellte Interaktion innerhalb der Fälle von den jeweils aufzeichnenden Projektpartner:innen zu gewinnen. Die Umfrage umfasste vier qualitative Fragen für jeden Fall, drei quantitative Fragen, in denen die Teilnehmer:innen gebeten wurden, ihre Eindrücke in Bezug auf einige traditionelle Faktoren der Nutzer:innenerfahrung zu bewerten, und Raum für weitere Kommentare. Die gesammelten Daten wurden wiederum auf der Grundlage von verallgemeinerten Automatisierungslevels analysiert.

5.1.3. Use Case Analyse und Ergebnisse

Template-basierte Use Case Analyse – Fallkontext und Interaktionsdesign

Die folgende Tabelle enthält eine Übersicht und einen Vergleich relevanter allgemeiner Use Case Aspekte und Interaktionsdesignaspekte innerhalb der verwendeten Interaktionskanäle und bereitgestellten Schnittstellen, wobei zwischen verschiedenen Automatisierungsstufen unterschieden wird. Eine Beschreibung der Use Cases ist in Kapitel 8 - Anhang zu finden.

Tabelle 2: Übersicht und Vergleich relevanter Use Case Aspekte und Interaktionsdesignaspekte unterschieden nach Automatisierungsstufen

Use Case Aspekte	Beobachtungen zu Unterschieden nach Automatisierungslevel
Automatisierungsebene im Analysefokus	Vier Fälle hatten ein niedriges Automatisierungslevel (AL) von 1 bis 2 (typischerweise wurden sowohl manuelle als auch manuell programmierte Lastverschiebungen kombiniert), 4 Fälle hatten ein mittleres AL (3 mit AS 3 und 1 mit AS 4), und 7 Fälle hatten ein hohes AL (3 mit AS 5 und 4 mit AS 6).
Sekundäre Automatisierungsebene	AS 1 und AS 6 wurden am häufigsten kombiniert; AS 3-5 wurden in der Regel miteinander kombiniert. Einzelereignis-Automatisierung (mittlere AL) ist auch bei Fällen mit hoher AL häufig zu finden.
Land	Niedrige AL-Fälle kamen aus AT, DE und ES, mittlere AL-Fälle aus AU und CH, und hohe AL-Fälle aus AT, DE, CH, AU und NO
Dauer des Trials	Durchschnittlich etwa 10-12 Monate, keine nennenswerten Unterschiede hinsichtlich der AL

Use Case Aspekte	Beobachtungen zu Unterschieden nach Automatisierungslevel
Wohnform	Niedrige ALs wurden häufiger in Mehrfamilienhäusern umgesetzt, während hohe ALs häufiger in Einfamilienhäusern umgesetzt wurden; mittleres Niveau gemischt (aber auch weniger Fälle, auf die man zurückgreifen kann)
Anzahl der teilnehmenden Haushalte	Spanne von 10 bis 6000+ (Business-Case-Projekte haben eine viel höhere Teilnehmer:innenzahl), große Spanne bei allen ALs; niedrige AL-Projekte haben im Vergleich etwas niedrigere Teilnehmer:innenzahlen, da sie keine Business-Case-Projekte beinhalten.
Kommunizierte Begründungen für Automatisierung	Das mit Abstand häufigste Argument auf allen Automatisierungsebenen sind finanzielle Vorteile, die in 13 von 15 analysierten Projekten (87 %) genannt wurden. Der Netzausgleich war der nächste Grund, der in 6 Projekten (60 %) genannt wurde, der Zugang zu neuen Technologien, der Beitrag zur Zukunft des Energienetzes und Umweltvorteile wurden 5-mal (33 %) genannt, der lokale Verbrauch und die Verbesserung der Kontrolle 4-mal (27 %). Am seltensten wurden die Unabhängigkeit (2x) und die Zugehörigkeit zu einer Gemeinschaft (1x) genannt.
Betroffene Lasten	Die meisten Gründe waren in allen ALs vertreten, obwohl die größere Unabhängigkeit bei niedrigem AL nicht angegeben wurde und die Gemeinschaft nur bei hohem AL betont wurde.
Von Nutzer:innenseite notwendige Handlungen	Die betroffenen Lasten hängen stark mit dem Automatisierungslevel zusammen. Bei niedrigen ALs sind Geräte, Licht und Warmwasser betroffen. Bei mittlerem AL gibt es die größte Vielfalt, die von Geräten, EV-Ladung, Heizung, Klimaanlage bis hin zu Wärmepumpen und Speicherbatterien reicht.
Genutzte Interaktionskanäle	Bei hohem AL sind typischerweise Warmwasserboiler, Wärmepumpen und Speicherbatterien betroffen, seltener auch Heizungen und Speicherheizungen. Insgesamt am häufigsten betroffen waren Geräte und Heizung (7 bzw. 6 Fälle, 47 % bzw. 40 %) sowie Heizung, Wärmepumpen und Speicherbatterien (alle in 5 Fällen, 33 %).
Interface-Features	Beobachtungen zu Unterschieden nach Automatisierungsniveau
Feedback	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Allgemeines Verbrauchsfeedback</u> war ein sehr beliebtes Merkmal der Interaktionskanäle, die den Nutzer:innen zur Verfügung gestellt wurden, und war in 13 Fällen (87 %) zu finden. In den meisten Fällen umfasste es Informationen über den aktuellen Status und die Verbrauchshistorie mit der Möglichkeit, den betrachteten Zeitraum zu spezifizieren, häufig die Möglichkeit, den eigenen Verbrauch mit dem Verbrauch in der Vergangenheit zu vergleichen und manchmal konkrete Informationen über den Selbstversorgungsgrad in %. In einem Fall mit

Use Case Aspekte	Beobachtungen zu Unterschieden nach Automatisierungslevel
	<p>geringem AL wurde der Verbrauch in konkrete Angaben (z. B. Fernsehstunden) übersetzt. Es gibt keine nennenswerten Unterschiede bei der Bereitstellung von Verbrauchsrückmeldungen in Abhängigkeit vom Automatisierungslevel.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Gerätespezifisches Verbrauchsfeedback</u>: Dies wurde nur in 3 Fällen (20 %) mit mittlerem oder hohem AL eingesetzt, bei niedrigem AL überhaupt nicht. • <u>PV-Produktionsfeedback</u>: Produktionsrückmeldungen wurden in allen 9 Fällen implementiert, die eine PV-Produktion auf der Ebene der Nutzer:innen-Wahrnehmung beinhalteten. Das Produktionsfeedback (und die damit verbundene PV-Produktion) wurde häufiger in Fällen mit hohem AL (6x) und am seltensten in Fällen mit niedrigem AL (1x) eingesetzt. • <u>Smart-Home-Feedback</u>: Smart-Home-bezogenes Feedback (meist in Bezug auf sensorbasierte Informationen wie Temperatur und Luftqualität) wurde in den 5 untersuchten Fällen gegeben, die ein Smart-Home-System enthielten. Zwei davon waren Fälle mit niedrigem AL, 2 mit hohem und 1 mit mittlerem AL. • <u>Batteriestatus</u>: Informationen zum Batteriestatus wurden in 2 Projekten mit hohem AL-Niveau bereitgestellt (von 5 Projekten, die eine Batterieautomatisierung beinhalteten).
<p>Transparenz der Automatisierung</p>	<p>Die Möglichkeiten der Automatisierungstransparenz hängen auch stark vom Automatisierungslevel ab.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Informationen über Smart-Home-Einstellungen</u> wurden in 2 Fällen mit niedrigem AL bereitgestellt • <u>Tarifbezogene Informationen</u> wurden in 2 Fällen mit niedrigem AL bereitgestellt • <u>PV-Produktionsprognosen</u> wurden in 1 Fall mit niedrigem und 1 Fall mit hohem AL bereitgestellt • Informationen über den Beginn und das Ende von Ereignissen wurden in 2 Fällen mit mittlerem AL angeboten • <u>Informationen zu den Einstellungen der Automatisierungsparameter</u> wurden in 1 Fall mit mittlerem AL bereitgestellt • <u>Informationen zur Flexibilitätsnutzung</u> wurden in 3 Fällen mit hohem AL bereitgestellt • <u>Informationen zu Energieflüssen</u> wurden in 3 Fällen mit hohem AL und 1 Fall mit niedrigem AL bereitgestellt.
<p>Kontrollmöglichkeiten</p>	<p>Viele der verfügbaren Kontrolloptionen waren an das Automatisierungslevel des Use Cases gebunden.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Verbrauchs- und Komfortkontrolle</u> über Smart-Home-Einstellungen war in 2 Fällen mit niedrigem AL verfügbar

Use Case Aspekte

Beobachtungen zu Unterschieden nach Automatisierungslevel

Informationen zu Vorteilen

- Interaktionskontrolle (über die Einstellung eines Mindestinsparpotenzials, das eine Benachrichtigung rechtfertigt) war in 1 Fall mit niedrigem AL möglich
 - Preissteuerung war in 1 Fall mit niedrigem AL (Tarifauswahl) und 1 Fall mit mittlerem AL (Einstellung des Preises, zu dem lokal erzeugte Energie gekauft/verkauft wird) möglich
 - Die Steuerung der Automatisierung über einzelne Parametereinstellungen war in 1 Fall mit mittlerem AL (die Automatisierung wurde über die Einstellung einzelner Automatisierungsereignisse gesteuert, z. B. die Beendigung der Waschmaschine, des Geschirrspülers und des Ladens von Elektrofahrzeugen) und in 4 Fällen mit hohem AL (alle bezogen sich auf einzelne Ereigniseinstellungen für das Laden von Elektrofahrzeugen) möglich.
 - Eine einvernehmliche Steuerung der Automatisierung war in 3 Fällen mit mittlerem AL möglich, wobei es in 2 Fällen um die aktive Annahme von Einladungen zur Automatisierung ging und in einem Fall um die Möglichkeit, als Antwort auf die aktiv angebotene Information über eine geplante Automatisierung ein Veto einzulegen
 - Allgemeine Parametereinstellungen zur Automatisierungsbegrenzung war in 1 Fall mit mittlerem AL und 2 Fällen mit hohem AL in Form von allgemeinen Automatisierungsparametereinstellungen in Bezug auf Komfortbereiche und in 1 Fall mit hohem AL als Möglichkeit, ein Veto gegen eine Automatisierung über die bereitgestellte Schnittstelle einzulegen, verfügbar; ein telefonisches Veto war in 2 Fällen mit hohem AL möglich, wurde aber nicht als eingeschränkte Automatisierungssteuerung registriert, da es nicht über einen dedizierten und kontinuierlich genutzten Interaktionskanal abgewickelt wurde, sondern eher als letzter Ausweg in Fällen von echten Problemen
 - Interfacebezogene Steuerungsoptionen waren in 1 Fall mit niedrigem AL und 1 Fall mit hohem AL verfügbar und betrafen in beiden Fällen die Gestaltung des Armaturenbretts und boten in einem Fall die Möglichkeit, die beteiligten Geräte mit einem Spitznamen zu versehen und im anderen Fall das farbliche Erscheinungsbild zu beeinflussen
-
- Einsparungen in € waren die häufigste Form der Vorteilskommunikation und wurden in 1 Fall mit niedrigem AL, 1 Fall mit mittlerem AL und 2 Fällen mit hohem AL verwendet (in einem Fall wurde das Feedback in allgemeine Einsparungen, Einsparungen aufgrund von Batterie und Solar und Einsparungen nur aufgrund von Solar aufgeteilt)
 - Einsparungen bei den CO₂-Emissionen wurden in 3 Fällen kommuniziert, die gleichmäßig über die AL-Stufen verteilt waren.

Use Case Aspekte	Beobachtungen zu Unterschieden nach Automatisierungslevel
	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Einsparungen in kWh</u> wurden ebenfalls in 3 Fällen kommuniziert, von denen 2 ein niedriges AL und einer ein mittleres AL waren. • Das <u>Einsparungspotenzial</u> wurde in 2 Fällen mit niedrigem AL angegeben. <p>Von den 15 überprüften Fällen wurden in 8 Fällen (53 %) die Vorteile über die vorgesehenen Interaktionskanäle überhaupt nicht kommuniziert.</p>
Informationen zu Datenschutz und Datensicherheit	<p>Informationen zu Datenschutz und Datensicherheit wurden Nutzer:innen nur begrenzt zur Verfügung gestellt. Wenn vorhanden, waren sie in allen analysierten Use Cases in Form einer <u>allgemeinen Datenschutzerklärung</u> verfügbar, die entweder als Teil des ursprünglich unterzeichneten Vertrags oder innerhalb des Webportals oder der App bereitgestellt wurde. In 2 Fällen mit niedrigem AL und 3 Fällen mit hohem AL wurde dies ausdrücklich vermerkt. Es scheint, dass nirgendwo spezielle datenschutzbezogene Kontrollmöglichkeiten (z. B. welche Daten erhoben werden, wer darauf zugreifen kann, wofür sie verwendet werden) oder transparenzbezogene Informationen (wohin werden die Daten übermittelt, wer hat wann darauf zugegriffen usw.) angeboten wurden, obwohl die Teilnehmer:innen in den meisten Fällen einige ihrer persönlichen Daten in Form von Feedback einsehen konnten.</p>
Soziale Informationen (Soziale Vergleiche oder gemeinschaftliche Perspektive)	<ul style="list-style-type: none"> • Informationen zum <u>sozialen Vergleich</u> des Eigenverbrauchs, mit dem anderer Haushalte, wurden in 2 Fällen mit niedrigem AL (in einem Fall auf Bausteinebene) und in 2 Fällen mit hohem AL bereitgestellt. • <u>Feedback auf Gemeinschaftsebene</u> wurde in 4 Fällen gegeben, davon in 1 Fall mit niedrigem, 1 Fall mit mittlerem und 2 Fällen mit hohem AL. In 3 dieser Fälle umfasste das Feedback Informationen über den Verbrauch und die Produktion in der Gemeinschaft, in einem Fall betraf es nur den Status der Gemeinschaftsbatterie <p>Von den 15 überprüften Fällen enthielten 8 (53 %) keinerlei soziale Informationen</p>
Gamifizierung	<p><u>Gamifizierung</u> wurde nur in 2 Fällen mit niedrigem AL eingesetzt.</p> <ul style="list-style-type: none"> • In einem Fall handelte es sich um ein Energiespar-Wettbewerbspiel auf Apartment-Block-Ebene. • In dem anderen Fall basierte der Wettbewerb auf der Schätzung des erwarteten Verbrauchs für einen Tag. Das Spiel beinhaltete die Möglichkeit, den registrierten Verbrauch durch fiktives „Einschalten von Geräten“ zu „erhöhen“, mit dem Ziel, die ursprüngliche Selbsteinschätzung zu erreichen. Dadurch sollte parallel auch die Energiekompetenz von Teilnehmer:innen verbessert werden. <p>Elf Fälle beinhalteten ausdrücklich keine Gamifizierung.</p>

Use Case Aspekte	Beobachtungen zu Unterschieden nach Automatisierungslevel
Handlungsanleitende Informationen	<p>In allen 4 Fällen mit niedrigem AL wurden Informationen bereitgestellt, um Nutzer:innen bei der Umsetzung gewünschter Energieverbrauchsmuster zu unterstützen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • In 2 Fällen mit niedrigem AL wurden <u>Energiespartipps</u> gegeben • In 2 Fällen mit niedrigem AL wurden <u>Zielverbrauchszeiträume für höhere Energienutzung</u> angegeben • In einem Fall mit niedrigem AL wurden <u>Zielverbrauchszeiten für energiesparendes Verhalten</u> kommuniziert
Systeminitiierte Interaktion	<p>Durch das System aktiv initiierte Interaktion wurde nur in Fällen mit niedrigem und mittlerem AL festgestellt.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Textnachrichten oder Push-Benachrichtigungen mit Zielverbrauchszeiträumen (mit dem Ziel, die Teilnehmer:innen zu ermutigen, ihren Verbrauch in den angegebenen Zeitraum zu verlagern) wurden in 2 Fällen mit niedrigem AL bereitgestellt; in einem dieser Fälle erfolgte die Benachrichtigung während des Versuchszeitraums (fast) täglich - immer dann, wenn eine nennenswerte PV-Produktion zu erwarten war -, während im anderen Fall die Häufigkeit der Benachrichtigung vom angegebenen Mindesteinsparpotenzial abhing, von fast nie bis max. 3-5x pro Woche. • Push-Benachrichtigungen mit Zielvorgaben für die Verbrauchsreduzierung wurden im Fall der niedrigem AL 1-2x pro Woche während des Versuchszeitraums verwendet.

User Experience Ergebnisse aus der Use Case Analyse

Fälle mit niedrigem Automatisierungslevel:

- *Interfacenutzung:* In drei der Fälle mit niedrigem Automatisierungslevel wurden die bereitgestellten Schnittstellen in sehr geringem Umfang bis gar nicht genutzt. Im vierten Fall gaben die Teilnehmer:innen hohe Engagementraten und Verhaltensänderungen an, weshalb davon ausgegangen werden kann, dass die angebotenen Kommunikationskanäle in höherem Maße genutzt wurden.
- *Interaktionserfahrungen:* Das Feedback wurde insgesamt positiv aufgenommen und als interessant erachtet, obwohl in einem Projekt Bedenken hinsichtlich der Genauigkeit des Feedbacks geäußert wurden. In einem Projekt passten die Verbrauchszielphasen in Bezug auf die Flexibilität nicht gut zusammen (Wohnungen, einkommensschwache Teilnehmer:innen, nur der Stromverbrauch war betroffen, nicht aber Heizung oder Warmwasser), und es wurde ausdrücklich darauf hingewiesen, dass eine Option zur Personalisierung der Flexibilitätsverfügbarkeiten hilfreich wäre, während in einem anderen Projekt die Zielphasen gut angenommen wurden (insbesondere durch Programmierung). In den zwei Projekten, die Smart-Home-Systeme nutzen, bestand Interesse an mehr Fernsteuerungsmöglichkeiten, in einem Projekt wurden die Temperatureinstellungen nicht gut verstanden.

- *Projekterfahrungen:* Das Projektziel der Lastverschiebung war für viele Teilnehmer:innen aufgrund eines schlechten Kommunikationsmanagements zu Beginn und/oder zu seltener Interaktionen nicht im Bewusstsein. Außerdem waren die möglichen finanziellen Vorteile, die ihnen mitgeteilt wurden, in drei von vier untersuchten Fällen zu gering, um eine Verhaltensänderung zu motivieren, und in einem Projekt verhinderten ausgeprägte Datenschutzbedenken die Nutzung des bereitgestellten Systems (in diesem Projekt wurde den Teilnehmer:innen ein spezielles Tablet mit der installierten App zur Verfügung gestellt). Es gab nur ein Projekt, bei dem es gelang, die Teilnehmer:innen einzubinden, und bei dem die Mehrheit der Teilnehmer:innen ihr Energieverhalten änderte. Es handelte sich um ein Projekt in einer bereits bestehenden Gemeinschaft von Einfamilienhaus-Besitzer:innen mit umfassender Nutzenkommunikation, Betonung des Gemeinschaftsaspekts und einem Einsparpotenzial von bis zu 60 € pro Jahr.

Fälle mit mittlerem Automatisierungslevel:

- *Interfacenutzung:* In einem Fall wurde die Schnittstelle regelmäßig von 50-75 % der Teilnehmer:innen genutzt, in den anderen Fällen wurden die bereitgestellten Schnittstellen nur minimal genutzt. In einem Fall lagen uns keine Informationen zu dieser Frage vor.
- *Interaktionserfahrungen:* Auch bei diesem AL wurde das Feedback insgesamt gut aufgenommen und es wurden positive Erfahrungen mit der Kontrolle und Transparenz der Automatisierung berichtet. Vorgeschlagene Automatisierungen wurden nur teilweise akzeptiert (20%; 52%) und bei hoher Automatisierungshäufigkeit (40% der Zeit aufwärts) in 20-22% der Fälle abgelehnt. Die Einstellung einzelner Parameter wurde eher für Geräte (Waschmaschinen und Geschirrspüler, ca. 50%) als für Elektrofahrzeuge genutzt (die Teilnehmer:innen wünschten sich eine Nutzer:innen-Oberfläche im Auto, anstatt die Automatisierungseinstellungen über eine App zu verwalten). Es wurden unzureichende Möglichkeiten zur Personalisierung der Automatisierungswünsche festgestellt, und die Rückmeldung über den Nutzer:innen in Form von Einsparungen bei kWh und CO₂-Emissionen wurde nicht gut verstanden (während die finanzielle Rückmeldung gut war). In dem Fall, in dem die Automatisierung eher abgelehnt als akzeptiert wurde (mit einer hohen Auswirkung auf die Erfahrung, da neben Wein-/Bierkühlschränken und einer Schalttafel, die bei einigen Nutzer:innen elektrische Heizungen und/oder IT-Geräte beherbergte, auch andere Geräte betroffen waren), gab es Beschwerden über einen Mangel an Transparenz bei der Automatisierung.
- *Projekterfahrungen:* Der finanzielle Nutzen war für die Teilnehmer:innen in den meisten Fällen erneut begrenzt - nur ein Projekt brachte spürbare Vorteile (im Bereich von 10 \$ pro Automatisierungsereignis). In einem Projekt kam es zu einer spürbaren Verringerung des empfundenen Komforts, in einem anderen wurde die Automatisierung von 24 % der Teilnehmer:innen als spürbar bezeichnet, und in einem dritten Fall wurden spezifische Probleme im Zusammenhang mit der Nichtverfügbarkeit der Heizung und dem Verlust der Arbeit bzw. einem unzureichend aufgeladenen Laptop aufgrund der Automatisierung der Stromversorgungseinheit gemeldet. In einem Projekt wurde über eine positive Erfahrung von größerer Unabhängigkeit und Gemeinschaftserfahrung berichtet.

Fälle mit hohem Automatisierungslevel:

- *Interfacenutzung:* Die insgesamt gemeldete Nutzung war, soweit Daten verfügbar sind, begrenzt. Die höchste gemeldete Zahl lag bei bis zu 26 % der Teilnehmer:innen, die das Webportal regelmäßig in einem Fall nutzten (ein Fall mit einer relativ hohen Auswirkung aufgrund der betriebenen Lasten und Transparenzprobleme - siehe unten).
- *Interaktionserfahrungen:* Das verfügbare Feedback wurde erneut geschätzt und gelobt, um das Bewusstsein und das Verständnis zu erhöhen, obwohl die Nutzer:innen-Freundlichkeit in einem Fall kritisiert und in einem anderen Fall als nicht besonders nützlich (in Bezug auf die Handlungsfähigkeit) bezeichnet wurde. In einem Fall fühlten sich die Teilnehmer:innen nicht ausreichend über die Vorgänge im Haus informiert und vermissten Informationen über die Vorteile der erfolgten Automatisierung sowie die Möglichkeit, den Verbrauch mit ähnlichen Haushalten zu vergleichen. Die Interaktion wurde auch als zu unregelmäßig bezeichnet, was dazu führte, dass die Teilnehmer:innen ihre Projektteilnahme völlig vergaßen. Bei einem anderen Projekt wurde den Teilnehmer:innen die Notwendigkeit der Parametereinstellung nicht ausreichend vermittelt, was zu Problemen führte.
- *Projekterfahrungen:* Insgesamt wurde die Teilnahme als positiv bis sehr positiv empfunden, und in den meisten Fällen mit hohem AL wurden keine negativen Auswirkungen festgestellt. Das Engagement hing von der Ausgestaltung des Projekts und der Gemeinschaft ab.

Interaktionsfokussierte Expert:innenbefragung zu Use Cases

Die qualitativen Fragen der Umfrage, die im offenen Textformat zu beantworten waren, lauteten wie folgt:

- "ERFOLGE: Hatten Sie den Eindruck, dass die Nutzer:innen-Oberfläche (Webportal, App o.ä.) die Akzeptanz beeinflusst hat? Welche Aspekte waren Ihrer Meinung nach am wichtigsten?"
- "MÄNGEL: Gibt es Aspekte der Nutzer:innen-Oberfläche, die Ihrer Meinung nach wirklich zu kurz gekommen sind und nicht wie beabsichtigt funktioniert haben? Welche und was war das Problem?"
- "VERPASSTE GELEGENHEITEN: Sind Ihnen Probleme aufgefallen, mit denen die Endnutzer:innen konfrontiert waren und die Ihrer Meinung nach durch eine Schnittstelle (teilweise) hätten gelöst werden können? Welche und was hätte die Schnittstelle Ihrer Meinung nach zu ihrer Lösung beitragen können?"

Tabelle 3: Qualitative Ergebnisse der Expert:innenbefragung zu Erfolgen, Mängeln und verpassten Gelegenheiten im Interaktionsdesign

Automatisierungslevel	Ergebnisse der Expert:innenbefragung
<p>Niedriges Automatisierungslevel</p>	<p>Interaktionserfolge: Am positivsten wurde in den Fällen mit niedrigem AL das zur Verfügung gestellte Verbrauchsfeedback sowie die Kommunikation des Einsparpotenzials und der erzielten Einsparungen bewertet. Ebenfalls positiv erwähnt wurde das Ermöglichungspotenzial der bereitgestellten Prognosen.</p> <p>Interaktionsprobleme: Bemängelt wurden fehlende Personalisierungsmöglichkeiten, um Flexibilitätspotenziale zu bestimmten Zeiten aufzuzeigen, eine unzureichende oder gänzlich fehlende Nutzenkommunikation und ein unzureichendes Maß an Interaktion, um zu manuellen Verbrauchsverschiebungen oder Einsparungen zu motivieren. In einem Fall erwies es sich auch als problematisch, dass die Benachrichtigungen nicht genügend Informationen über Einsparmöglichkeiten enthielten, um direkt darauf zu reagieren, ohne eine andere Plattform zu besuchen. In einem Fall im Smart-Home-Kontext wurde eine unzureichende Kommunikation über den Umgang mit Daten und den Schutz der Privatsphäre festgestellt, was dazu führte, dass die Interaktionsplattform gemieden wurde.</p>
<p>Mittleres Automatisierungslevel</p>	<p>Interaktionserfolge: Den Teilnehmer:innen gefiel sehr gut, dass sie so viel Kontrolle über Annahme/Ablehnung und Parametereinstellungen hatten, sie mochten die Einblicke in das Geschehen über die Automatisierungstransparenz und die wöchentlichen Berichte, die Möglichkeit für detaillierte Einblicke über Feedback und die Bereitstellung von Markttransparenz in einem Fall. Positiv erwähnt wurden auch die Einfachheit der Nutzer:innen-Oberfläche und die Verfügbarkeit mehrerer Kanäle. In einem anderen Fall zeigte eine LED den Status der PV-Produktion an, was ebenfalls gut ankam.</p> <p>Interaktionsprobleme: Nur eine begrenzte Anzahl von Personen akzeptierte die Automatisierung aktiv und es gab Probleme mit dem Verständnis der bereitgestellten Rückmeldungen zu CO₂-Emissionen und kWh-Einsparungen. Die Teilnehmer:innen vermissten Informationen über soziale Vergleiche, die Möglichkeit, Präferenzen für Automatisierungswünsche anzugeben, mehr Informationen über die erreichbaren/erreichten Vorteile der Automatisierung und mehr umsetzbare Informationen. In einem Fall wurden die Informationen darüber, wie sich die Automatisierung auf die Teilnehmer:innen auswirken würde, als unzureichend empfunden.</p>
<p>Hohes Automatisierungslevel</p>	<p>Interaktionserfolge: Die Teilnehmer:innen schätzten die Möglichkeit, Automatisierungsparameter einzustellen, wenn dies möglich war, die Transparenz der Automatisierung (am häufigsten genannt) und die vermittelten Vorteile. Es wurde geschätzt, dass eine Nutzer:innen-Oberfläche zur Verfügung stand und mehrere verfügbare</p>

Automatisierungslevel	Ergebnisse der Expert:innenbefragung
	<p>Kanäle wurden positiv erwähnt. Es wurde hervorgehoben, dass der Hauptwert des Interfaces eher darin bestand, die Teilnehmer:innen zu informieren, als sie zum Handeln zu bewegen. Insgesamt war die Interaktion bei hohem AL sehr begrenzt (das Interface wurden kaum genutzt).</p> <p>Interaktionsprobleme: Es gab Probleme bei der Einstellung von Automatisierungsparametern und in einem Fall gab es deutliche Transparenzprobleme, was zu Beschwerden von Teilnehmer:innen führte, die nicht wussten/verstanden, was in ihren Häusern geschah. Es wurde festgestellt, dass Informationen über den Nutzen und den sozialen Vergleich fehlten, und in Fällen, in denen kein Veto möglich war, vermissten die Teilnehmer:innen eine Möglichkeit, Parameter einzustellen oder ein Veto über das Interface einzulegen. Es wurden Probleme hinsichtlich der geringen Benutzerfreundlichkeit festgestellt.</p>

Die quantitativen Fragen der Umfrage, die auf einer 5-stufigen Bewertungsskala von 1 = *sehr niedrig* bis 5 = *sehr hoch* zu beantworten waren, lauteten wie folgt:

- Wie beurteilen Sie die NÜTZLICHKEIT der Nutzer:innenoberfläche?
- Wie bewerten Sie die EINGESCHÄTZTE BENUTZBARKEIT der Nutzer:innenoberfläche ?
- Hat die Nutzer:innenoberfläche zur Schaffung von VERTRAUEN beigetragen und wie?

Die durchschnittliche Bewertung insgesamt und differenziert nach allgemeinen Automatisierungslevels ist in der nachstehenden Tabelle aufgeführt:

Tabelle 4: Quantitative Ergebnisse der Expert:innenbefragung zu Nützlichkeit, Nutzungsfreundlichkeit und Vertrauenswürdigkeit von Interfaces unterschieden nach Automatisierungslevel

Use Cases	Wahrgenommene Nützlichkeit	Wahrgenommene Nutzungsfreundlichkeit	Vertrauenswürdigkeit
Alle Use Cases	3,53	3,80	3,53
Use Cases mit niedrigem AL	3,25	3,50	2,75
Use Cases mit mittlerem AL	4,00	4,75	4,25
Use Cases mit hohem AL	3,43	3,43	4,00

Die wahrgenommene Nützlichkeit erhielt insgesamt niedrigere Bewertungen als die wahrgenommene Nutzbarkeit, wobei die niedrigste durchschnittliche Bewertung in Fällen mit niedrigem AL zu verzeichnen war. Die Nutzungsfreundlichkeit des Interfaces wurde in Fällen mit hohem AL am niedrigsten bewertet, was auf die komplexe Herausforderung hinweist, die die Gewährleistung der Transparenz der Automatisierung darstellt. Schließlich zeigen die Ergebnisse, dass das Interface in Fällen mit niedrigem AL am wenigsten zur Vertrauensbildung beitrug und auch als am wenigsten nützlich angesehen wurde, was die sehr begrenzte Akzeptanz von Shifting/Shaving auf der Grundlage der bereitgestellten Informationen widerspiegelt.

5.1.4. Länderspezifische Ergebnisse

Hinsichtlich der Nutzung und der Erfahrungen mit der Interaktion konnten nicht viele länderspezifische Ergebnisse festgestellt werden. Der Datenschutz war in zwei Fällen in Österreich und Deutschland ein zentrales Thema (beide auf niedrigem Automatisierungslevel und im Zusammenhang mit Smart Home). Der österreichische Fall (SIM4BLOCKS) wurde in dieser Hinsicht sehr erfolgreich gehandhabt, da der Datenschutz als relevantes Thema von Anfang an offen angesprochen wurde, detaillierte Informationen zur Verfügung gestellt wurden und die Teilnehmer:innen wiederholt nach ihren Erfahrungen in diesem Zusammenhang gefragt wurden. Im deutschen Fall (GrowSmarter) wurde dies versäumt, was zu einer Ablehnung des angebotenen Interaktionskanals und letztlich zu einem Scheitern der Engagement-Strategie führte. Ein interessanter Fall aus der Schweiz (FHNW) beim Übergang vom niedrigen zum mittleren Automatisierungslevel wurde als Einzelautomatisierungsaktivierung auf Geräteebene (Waschmaschinen und Geschirrspüler) realisiert, bei der die Teilnehmer:innen individuelle Parameter (auf Wunsch pro Automatisierung) einstellen konnten, wann ein Zyklus abgeschlossen werden muss, und dann die Automatisierung aktivieren konnten, so dass eine externe Kontrolle darüber möglich war, wann innerhalb des festgelegten Zeitfensters die Flexibilität aktiviert werden würde. Dies wurde von den Teilnehmer:innen gut angenommen und regelmäßig genutzt. Ein anderes erfolgreiches Beispiel aus Österreich (LEAFS, ebenfalls mit niedrigem Automatisierungslevel) interagierte mit einer (bereits bestehenden, bereits engagierten) Gemeinschaft auf einer sehr häufigen Basis mit Nachrichten für die Solarbonusperiode im Laufe eines Jahres, was dazu führte, dass die Leute manuell über Programmierung oder Zeitschaltuhren automatisierten. In einem australischen Fall (REDgrid, mittleres Automatisierungslevel), bei dem die Automatisierung auf empfindliche Geräte über ein Power Board abzielte, konnte eine schwierige Konstellation identifiziert werden, die keine Ergebnisse zeigte, welche den Ansatz der Automatisierung solch empfindlicher Lasten empfehlen. Im selben Projekt wurden auch aktive Aufforderungen an die Nutzer:innen getestet, die Automatisierung per Flexibilitätsaktivierung solcher empfindlicher Lasten zu akzeptieren, was ebenfalls nicht in einem vielversprechenden Ausmaß angenommen wurde. Dies führt zu der Schlussfolgerung, dass die Fremdsteuerung sensibler Lasten ohne die Möglichkeit für die Nutzer:innen, Parameter anzugeben, wann eine Flexibilitätsaktivierung für sie möglich ist, problematisch ist. Auf hohem Automatisierungslevel verliefen die Fälle insgesamt reibungsloser, wobei ein deutscher Fall (SHINE-Gemeinschaft) als sehr erfolgreiches Beispiel mit einem funktionierenden Geschäftsmodell identifiziert werden kann, das die Menschen erfolgreich zur Teilnahme und zur Steigerung des lokalen Verbrauchs anregt und ein Schweizer Fall (GoFlex), der eine relativ hohe Anzahl automatisierter Lasten in Haushalten umfasste und es versäumte, klar zu kommunizieren, was automatisiert wurde (mangelhafte Automatisierungstransparenz), was zu Irritationen und geringer Akzeptanz führte.

5.1.5. DSM Interaktions-Akzeptanzmodell

Was die Nutzer:innenoberfläche bieten muss, um das Vertrauen und die Akzeptanz zu fördern, hängt stark davon ab, welche Auswirkungen auf das Leben der Menschen zu erwarten sind (Auswirkungserleben) und wie hoch der Aufwand ist, den die Menschen investieren müssen, um ein erfolgreiches DSM zu gewährleisten (Aufwandserleben).

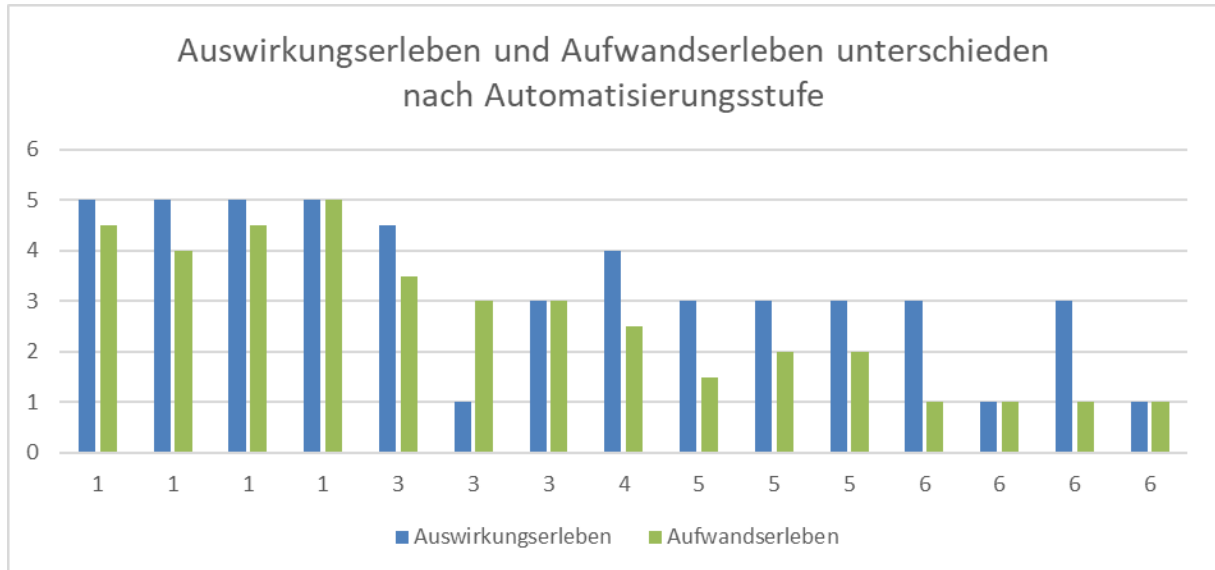
Auf der Grundlage der erfassten betroffenen Lasten und der erwarteten aktiven Beteiligung der Endnutzer:innen wurden der Grad der Auswirkungen und der Grad des erforderlichen Aufwands für alle untersuchten Fälle bewertet. Die Einstufung erfolgte nach Folgendem Schema:

Tabelle 5: Einstufungsschema für Aufwandserleben und Auswirkungserleben entsprechend zu setzende Aktionen und betroffene Lasten

Ratingschema Aufwandserleben <i>Aktion möglich / notwendig</i>		Ratingschema Auswirkungserleben <i>Betroffene Last</i>	
Kein Veto möglich	1	Batteriespeicher	1
Veto via aktive Überwachung möglich	1,5	Getränke-Kühlschrank	2
Einstellung der allgemeinen Automatisierungsparameter	2	Elektrischer Boiler	2
passive Akzeptanz der Verschiebung (Veto möglich)	2,5	Warmwasserboiler	2
aktive Akzeptanz der Verschiebung	3	Elektrische Speicherheizung	2
programmiertes Schalten	4	Klimatisierung	3
Einstellung einzelner Automatisierungsparameter	4	Elektrischer Heizlüfter	3
manuelles Schalten	5	Wärmepumpe	3
manuelles Speichern	5	Heizung allg.	3
		Elektrisches Auto	4
		Power-Board	4
		Geräte allg. (e.g. Waschmaschine, Geschirrspüler)	5
		Beleuchtung	5

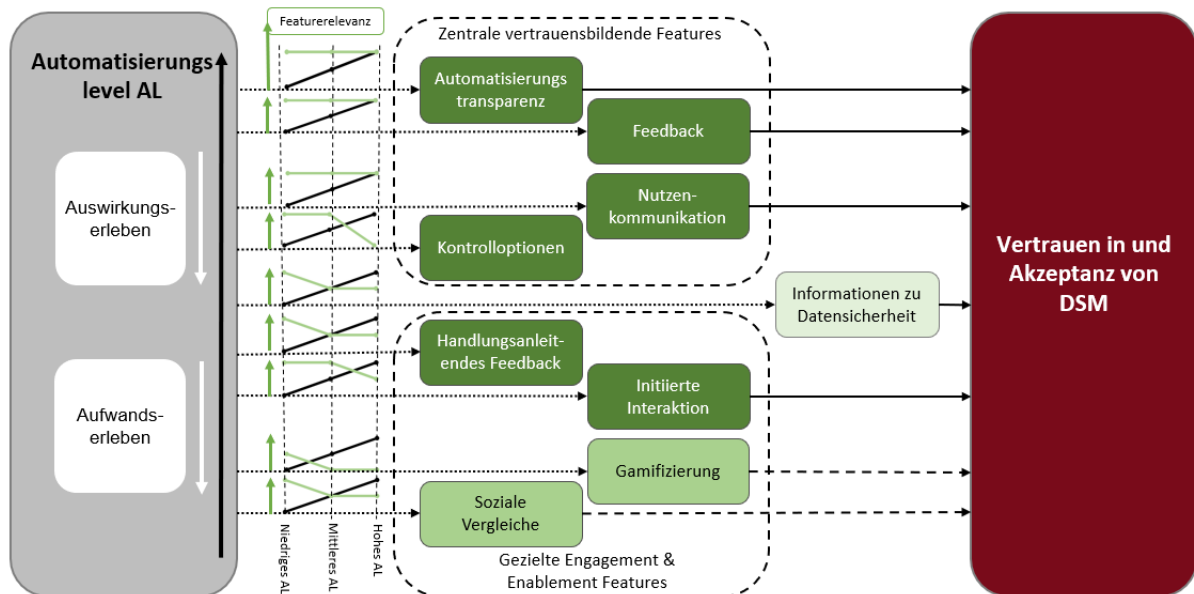
Das nachstehende Diagramm zeigt die Verteilung auf die einzelnen Fälle (die Zahlen auf der x-Achse geben die einzelnen Automatisierungsstufen an):

Abbildung 1: Auswirkungserleben und Aufwandserleben nach Automatisierungsstufe



Auswirkungserleben und Aufwandserleben nehmen beide typischerweise mit einem Anstieg der AS ab, Impact Experience jedoch in geringerem Maße. Es wurde ein Modell für DSM-Interaktions-Vertrauensfaktoren entwickelt, das die Kernmerkmale von DSM-Interaktionskanälen aufzeigt und es ermöglicht, die Bedeutung eines Merkmals für die Akzeptanz und die Vertrauensbildung in Bezug auf dieses Merkmal abzuleiten. Das Akzeptanzmodell ist in Abbildung 2 dargestellt und wird im Folgenden beschrieben.

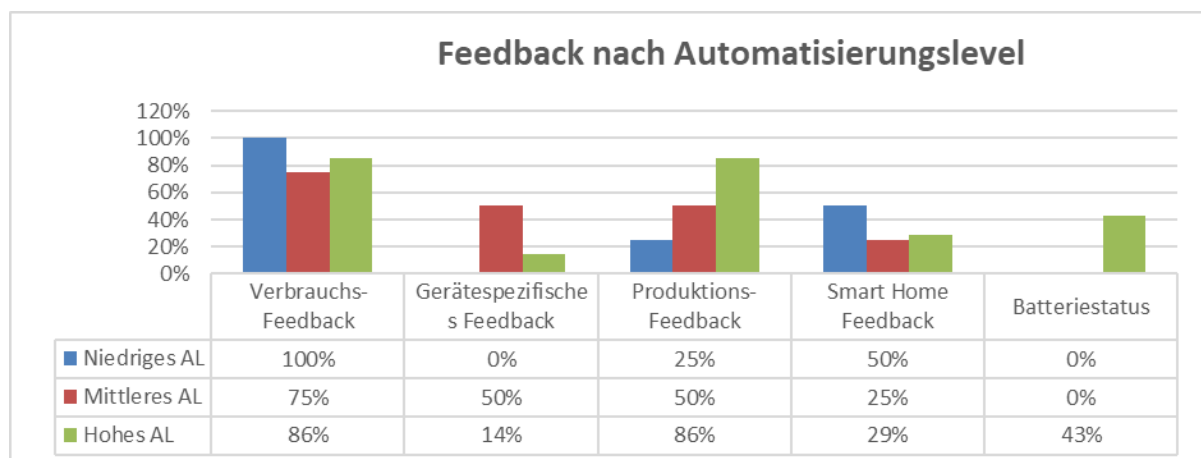
Abbildung 2: DSM Interaktions-Akzeptanzmodell zur Darstellung zentraler vertrauensbildender Features und deren sich in Abhängigkeit vom Automatisierungslevel verändernder Relevanz



Im obigen Modell wird die dynamische Beziehung zwischen dem Automatisierungslevel und der Relevanz eines bestimmten Interaktionsmerkmals (Featurerelevanz, FR) durch die schwarzen (AL) und grünen (FR) Linien dargestellt. Die Beobachtungen und Schlussfolgerungen, auf denen diese Darstellung beruht, werden im Folgenden ausführlich beschrieben.

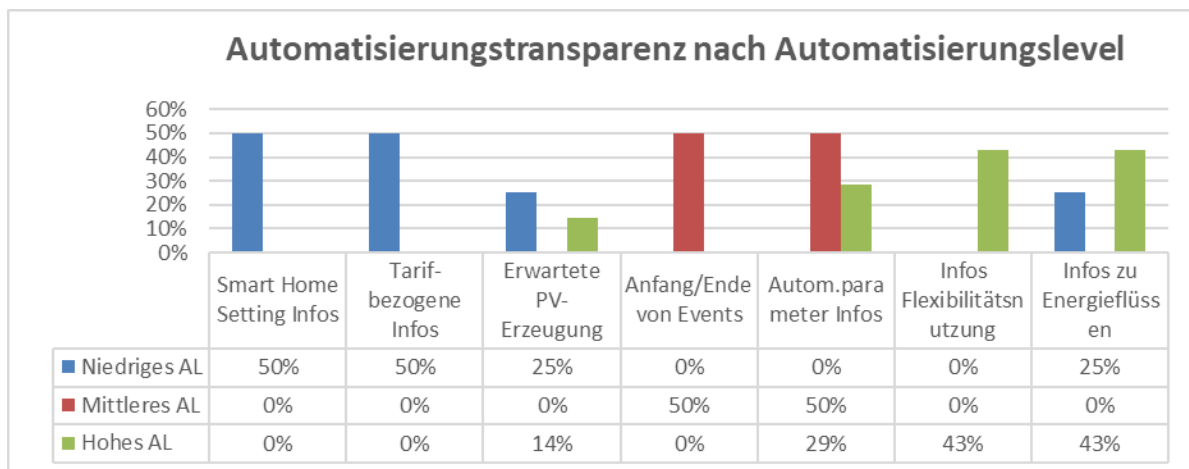
- **Allgemeines Feedback** ist wertvoll und wird in der Regel auf allen ALs gegeben, wobei komponentenspezifisches Feedback im Rahmen der Einrichtung des Anwendungsfalls relevant ist. Gerätespezifisches Feedback wird insbesondere in Fällen mit niedrigen ALs nicht ausreichend genutzt, wo es für die Entwicklung von umsetzbarem Energiewissen von Nutzen wäre.

Abbildung 3: In Interfaces eingesetzte Feedbackformen unterschieden nach Automatisierungslevel



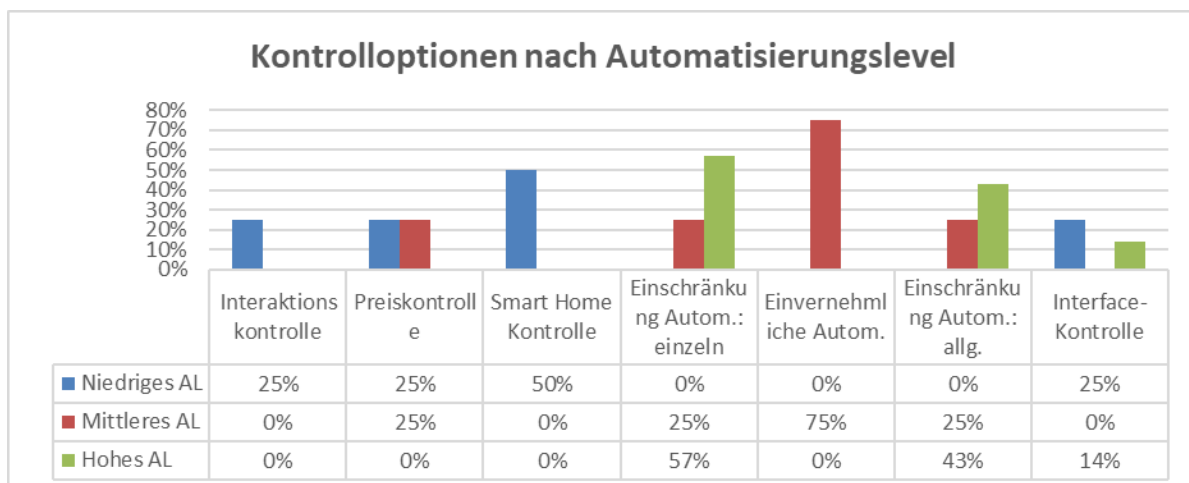
- **Automatisierungstransparenz** ist auf allen Automatisierungslevels von anhaltender Bedeutung, aber die Art der erforderlichen Transparenz ändert sich je nach Automatisierungslevel (von der Bereitstellung umsetzbarer Informationen bei niedrigem AL bis zur Bereitstellung von Informationen über die Nutzung der Flexibilität auf niedrigeren oder höheren Detailebenen bei mittlerem und hohem AL). Die Automatisierungstransparenz ist, abgesehen von einigen wenigen Ausfällen, auf allen Automatisierungslevels gut integriert.

Abbildung 4: In Interfaces eingesetzte Transparenz bietende Informationen zu Automatisierungsaspekten unterschieden nach Automatisierungslevel



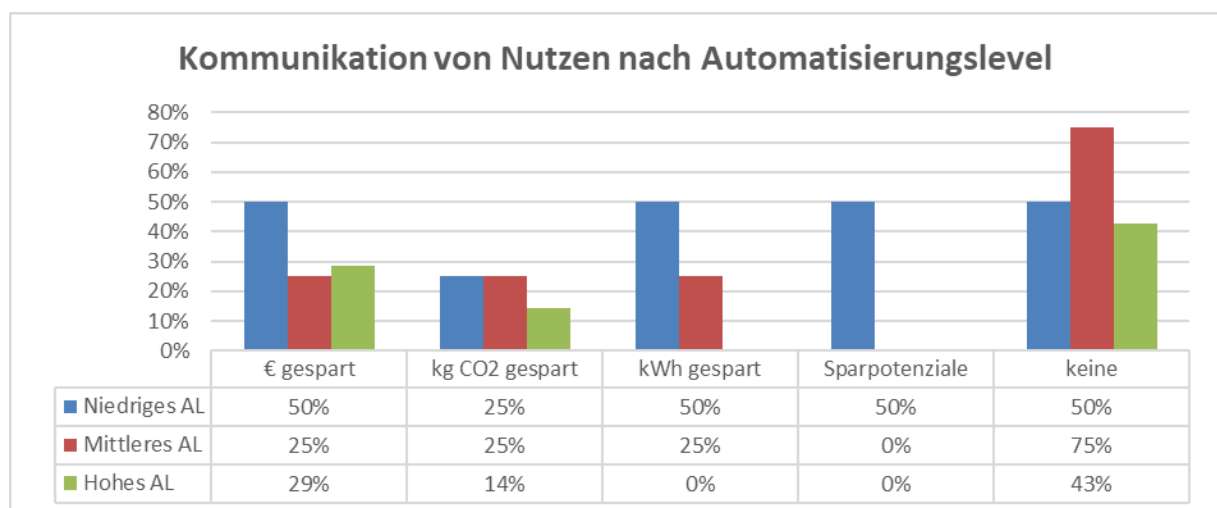
- **Kontrolloptionen** zum Setzen von Automatisierungsparametern und Interaktionspräferenzen sind vor allem dann von Bedeutung, wenn die Sorge erlebt wird und/oder der Aufwand hoch ist, und nehmen im Verhältnis zu diesen Faktoren ab (wobei der Bedarf bei hohem Automatisierungslevel nicht ganz verschwindet). Steuerungsmöglichkeiten werden bei niedrigem Automatisierungslevel stark und bei mittlerem Automatisierungslevel hinsichtlich der Steuerung durch Präferenz-/Verfügbarkeitsvorgaben etwas zu wenig genutzt.

Abbildung 5: In Interfaces angebotene Kontrolloptionen unterschieden nach Automatisierungslevel



- Die **Nutzenkommunikation** wird am häufigsten auf niedrigem Automatisierungslevel eingesetzt und besteht eher aus Informationen über Einsparungen in € oder kWh als über CO₂-Emissionseinsparungen. Insgesamt ist die Kommunikation von Vorteilen auf allen Automatisierungsebenen von entscheidender Bedeutung, wird aber nicht ausreichend genutzt, am stärksten auf mittlerem Automatisierungslevel. Besonders vernachlässigt wird die Kommunikation von Umweltvorteilen, die in der Regel ein entscheidender Faktor für die Teilnahme sind, was dieses Versäumnis noch deutlicher macht. Dies steht im Zusammenhang mit der fehlenden Kommunikation von Vorteilen auf Gemeinschaftsebene, die ebenso wichtig ist. In Bezug auf die Kommunikation des Umweltnutzens sind die verwendeten Messgrößen ein heikler Punkt, und es ist ratsam, sie in leicht verständliche Einheiten zu übersetzen, die über die eingesparten kg CO₂-Emissionen hinausgehen.

Abbildung 6: In Interfaces eingesetzte Kommunikationsformen zum Nutzen der Automatisierung unterschieden nach Automatisierungslevel



Gezieltes Engagement und Enablement

- Informationen zum sozialen Vergleich werden am häufigsten auf niedrigem Automatisierungslevel genutzt (50 %) und sind auf mittlerem oder hohem Automatisierungslevel weit weniger verfügbar (0 % bzw. 29 %). Es besteht jedoch auf allen Ebenen ein ausdrückliches Interesse daran und es kann daher empfohlen werden, sie unabhängig vom Automatisierungslevel einzubeziehen.
- Gamifizierung wurde nur in Fällen mit niedrigem Automatisierungslevel eingesetzt. Es zielt meist auf Wettbewerb ab und schafft in der Regel kein hohes Maß an Engagement. Ein besserer Einsatz von Gamifizierungs-Techniken könnte darin bestehen, die Energiekompetenz und die wahrgenommene Befähigung der Endnutzer:innen durch kleine Quizfragen oder Ähnliches zu erhöhen, was auf allen Automatisierungslevels von Nutzen wäre, wobei der Nutzen auf niedrigen Levels am größten ist.
- Handlungsrelevante Informationen in Form von Zielverbrauchs-/Sparphasen und Energiespartipps wurden nur auf niedrigem Automatisierungslevel eingesetzt. Die Bereitstellung von umsetzbaren Informationen für interessierte Endnutzer:innen, die sich auf mittlerem oder hohem

Automatisierungslevel stärker engagieren möchten, könnte jedoch zu den erfahrenen Vorteilen beitragen und die Teilnehmer:innen in höherem Maße einbinden.

- Systeminitiierte Interaktion ist ein integraler Bestandteil bei niedrigem und mittlerem Automatisierungslevel und wird bei höherem Automatisierungslevel in weit geringerem Maße eingesetzt. Interaktion ist wichtig und muss auf den erforderlichen Aufwand und bis zu einem gewissen Grad auf die Erfahrung abgestimmt sein. Je mehr Aufwand erforderlich ist, desto mehr Interaktion ist nötig (obwohl eine Personalisierung der Frequenzpräferenzen möglich sein sollte). Doch selbst wenn der Aufwand für die Nutzer:innen bei hohem AL minimal ist, sollte eine regelmäßige Kommunikation (z. B. ein monatlicher Bericht) beibehalten werden, um die Beteiligung aufrechtzuerhalten und die Erfolge/Vorteile aktiv zu kommunizieren.
- Kommunikation zu Datenschutz und Datensicherheit nahm in keinem der Projekte einen herausragenden Platz ein, und Datenschutzbedenken führten in einem Projekt mit niedrigem Automatisierungslevel zum Scheitern des Engagements. Die Kommunikation zum Schutz der Privatsphäre ist bei niedrigem Automatisierungslevel wahrscheinlich von größerer Bedeutung, wenn die Endnutzer:innen das Gefühl haben, dass ihr Verhalten in ihren Haushalten genau beobachtet wird. Wenn Transparenz und Nutzenkommunikation erfolgreich sind und die Gründe für die Einbeziehung der Nutzer:innen, einschließlich der Datenerfassung, klar sind und mit den Interessen und Werten der Endnutzer:innen übereinstimmen, ist es unwahrscheinlich, dass Datenschutzbedenken zu Vertrauensproblemen führen. Um derartige Bedenken weiter abzubauen, könnten den Endnutzer:innen zusätzlich Kontrollmöglichkeiten und Transparenz in Bezug auf die Erhebung, den Zugang und die Verwendung ihrer Daten geboten werden.

Was die genutzten Kanäle betrifft, so sind Apps der häufigste und erfolgreichste Kanal, da ein großer Prozentsatz der Nutzer:innen ihr Mobiltelefon immer bei sich trägt, was den Zugriff auf die Nutzer:innen-Oberfläche und das Erhalten von Benachrichtigungen besonders einfach macht. Webportale hingegen erforderten oft zusätzliche Anmeldungen, die eine Barriere darstellten. E-Mails sind ein guter Kanal für regelmäßige Berichte und um Personen zu erreichen, die Probleme mit der App oder den Benachrichtigungen haben und um diese zu beheben.

Schließlich sollte hinzugefügt werden, dass sich die Rolle von HCI im DSM in Abhängigkeit von Automatisierungslevel und damit verbundenem Auswirkung- und Aufwandserleben ändert. Wenn das Automatisierungslevel niedrig ist und die Auswirkungserfahrung und der Aufwand hoch sind, fungieren Interaktionssysteme unterstützend, handlungsanleitend, ermutigend, und Feedback anbietend. Mit steigendem Automatisierungslevel geht die Aufgabe, die Nutzer:innen zum Handeln zu bewegen, von einer Schlüsselphase der Kontrollbereitstellung zu einer Phase der Rechenschaftslegung, Transparenz und Rechtfertigung durch die Kommunikation von Ergebnissen über. Daher verschiebt sich die Erfolgsmessung von HCI innerhalb von DSM weg von der aktiven Auseinandersetzung mit und der Reaktion auf bereitgestellte Interaktion (Kanäle) hin zur Erfahrung von Vertrauen aufgrund der Verfügbarkeit von Informationen und der Möglichkeit, zu überwachen, Automatisierungsparameter einzustellen und/oder ein Veto gegen eine Flexibilitätsaktivierung einzulegen, wenn ein:e Teilnehmer:in zu einem bestimmten Zeitpunkt ein besonderes Bedürfnis danach verspürt.

5.2. Anreize und Businessmodelle

Der Begriff „Businessmodel“ kann folgendermaßen beschrieben werden (Ritter, 2018):

Ein Geschäftsmodell erklärt die Position eines Akteurs innerhalb eines Wertschöpfungsnetzes oder einer Lieferkette, und die Umwandlung von monetären Inputs in Outputs eines Unternehmens unter Berücksichtigung der Erfüllung seiner Ziele.

5.2.1. Forschungsfragen

Das Ziel der Analyse war es, folgende Fragestellungen zu beantworten:

- Welche finanziellen Anreize wurden den Prosumer:innen in den Projekten geboten?
- Wie hoch sind die Gesamteinsparungen beim Einsatz von DSM-Technologien in verschiedenen Projekten?
- Steht die Motivation zur Teilnahme im Zusammenhang mit der Höhe der finanziellen Anreize?
- Wie können die Gesamteinsparungen (durch geringere Kosten für die Netzbetreiber, günstigere Einkäufe auf den Strommärkten usw.) unter den beteiligten Akteur:innen aufgeteilt werden, sodass am Ende ein lohnender Business Case für alle Parteien entsteht?

5.2.2. Monetäre Anreize

Es wurden ausschließlich Projekte untersucht und verglichen, bei denen durch den gegebenen Forschungscharakter auch nicht-finanzielle Anreize eine große Rolle neben den finanziellen Anreizen spielen. Diese Ergebnisse zu den Anreizen können daher nicht eins zu eins auf die allgemeine Bevölkerung übertragen werden, da sich die Anreize zur Teilnahme an Forschungsprojekten zu denen vom Erwerb von kommerziellen Technologien unterscheiden können. Neben der Untersuchung von Projekten mit dem inhaltlichen Fokus auf realen Feldversuchen, wurden in einigen Projekten auch zusätzliche Fragebögen entwickelt. Diese wurden an eine größere Bevölkerungsgruppe verschickt, um ein breiteres Spektrum an Ansichten und Motivationen zu erfassen.

Die Forschungsprojekte lassen sich bezüglich der Anreizarten in zwei verschiedene Kategorien unterteilen. Auf der einen Seite wurden Gutscheine, Rabatte auf Komponenten oder auf das Energiemanagementsystem (EMS) sowie die Teilnahme an Gewinnspielen angeboten. Die Höhe dieser Gutscheine hat sich relativ großzügig in einem Rahmen von einigen hundert Euro bewegt, da die technischen Konzepte oft noch nicht marktreif waren und die Projektträger eine angemessene Teilnehmer:innenzahl für die ersten Versuche erreichen wollten. Andererseits wurden reale flexible Tarife angewandt, um das Flexibilitätspotenzial zu testen und zu untersuchen, wie das Verhalten der Geräte durch unterschiedliche Preise beeinflusst wurde.

Der Wert der Gutscheine war in den meisten Projekten mit bis zu 300 Euro relativ hoch angesetzt. In Simulationen konnte gezeigt werden, dass ungefähr zwischen 40€ (AUT: LEAFS¹) und 400 € (CH: Quartierstrom²) pro Jahr an Stromkosten eingespart werden können, indem die Flexibilität von Boilern

¹ Austrian project: <https://www.energy-innovation-austria.at/article/leafs-2/?lang=en>

² Swiss project: <https://quartier-strom.ch/index.php/en/2020/08/17/final-report-on-project-quartierstrom/>

(LEAFS¹, Flex+³, Warm-up⁴), Batterien (Quartierstrom², Flex+³), Wärmepumpen (Flex+³, Warm-up²), Klimaanlage oder Elektroautos (Flex+³) genutzt wird. Nur für einige wenige Projekte wurden die möglichen Einnahmen über einen längeren Zeitraum erhoben, und dabei wurden außerdem unterschiedliche Methoden angewandt. Weiters wurde bei den meisten Projekten die tatsächliche Höhe der Anreize für die Verbraucher nicht mit den berechneten möglichen Anreizen verknüpft, so dass nur wenige Schlussfolgerungen unter Berücksichtigung dieser Zahlen getroffen werden können. Für die Entwicklung von realen Geschäftsmodellen müssen die möglichen Gesamteinsparungen zwischen den verschiedenen Beteiligten aufgeteilt werden. Die Entwicklung dieser Geschäftsmodelle wurde in den meisten Projekten nicht durchgeführt, da der Schwerpunkt eher auf den umsetzungsrelevanten Aspekten gelegen hat.

Außerdem sind die berechneten Einsparungen aus Simulationen und die real erzielbaren Einsparungen für die Verbraucher nicht immer vergleichbar. In den Feldversuchen hat sich gezeigt, dass sich die Automatisierungskonzepte oft erst in der Testphase befinden, mit einem Fokus auf den technischen Randbedingungen. Während der Testzeiträume wurden ebenfalls häufig Anpassungen vorgenommen, der Zeitrahmen für die Demonstrationen war in den meisten Fällen kürzer als ein Jahr. Im Gegensatz dazu wurden die Simulationen oft für ein Jahr durchgeführt, wobei meist von idealen Bedingungen ausgegangen wurde und das tatsächliche Nutzerverhalten nur annähernd erfasst werden konnte.

In vielen Projekten wurde den Verbraucher:innen versprochen, dass keine finanziellen Einbußen entstehen können, auch wenn es keine Einsparungen geben sollte. Diese Tatsache kann zu einer höheren Akzeptanz der Vollautomatisierung führen, bei der die Prosumer:innen lediglich die zu automatisierenden Geräte bereitstellen müssen. Wenn von den Nutzer:innen allerdings eine sich wiederholende aktive Handlung verlangt wird, sollte eine Art Belohnung zur Verfügung gestellt werden, da in diesem Fall häufig eine sinkende Teilnahmequote beobachtet werden konnte.

Die wichtigsten Vergütungsmodelle in den untersuchten Projekten waren variable Tarife/Echtzeitpreise oder indirekte Einsparungen durch die Reduktion von Netzkosten oder die Vermeidung alternativer Flexibilitätsmaßnahmen durch die Verteilnetzbetreiber. In einigen australischen Projekten war auch eine Vergütung pro Aktivierung während Erzeugungs- oder Verbrauchsspitzen vorgesehen. Für Anwendungen durch den Verteilnetzbetreiber können Einsparungen für Gemeinden und einzelne Haushalte zwischen 2 und 5 % als realistisch erachtet werden.

Allgemein lässt sich feststellen, dass der Wert von Flexibilitätsmaßnahmen derzeit relativ gering ist. Erhebungen aus den zusätzlich ausgesendeten Fragebögen zeigen, dass Nutzer:innen auch an einer Teilnahme interessiert sind, wenn Vorteile für das Netz und/oder Umweltaspekte klar dargestellt werden und die Gewissheit besteht, dass keine finanziellen Einbußen entstehen können.

5.2.3. Nichtmonetäre Anreize

Zur Bestimmung von nichtmonetären Anreizen wurde zuerst die Ausgangslage evaluiert. Die nachfolgenden Faktoren konnten entweder als für die Teilnahme erschwerend oder erleichternd identifiziert werden:

³ Austrian project: <https://www.flexplus.at/>

⁴ Swiss project: <https://www.aramis.admin.ch/Default?DocumentID=61797&Load=true>

Erschwerende Faktoren:

- Bei den meisten Projekten konnte nur eine eingeschränkte Zielgruppe erreicht werden: Die Zusammensetzung der Teilnehmer:innen bestand hauptsächlich aus technikaffinen, männlichen Personen mittleren Alters, mit einer guten sozioökonomischen Stellung.
- Aufgrund der Verschiedenheit der Projekte und ihrer Anwendungsfälle ist es schwierig, einen universellen Nutzen für Teilnehmer:innen zu schildern.
- Manche Anwendungen lassen sich leichter für eine breite Zielgruppe erklären als andere. Variable Strompreise, mit günstigen Preisen zu Zeiten mit viel erneuerbarer Erzeugung, können beispielsweise besser erklärt werden als das Thema „Spannungshaltung im Netz“.
- Es konnte festgestellt werden, dass das Interesse der Nutzer:innen sinkt, wenn der Hintergrund und Sinn der Anwendung nicht verstanden wird.

Erleichternde Faktoren:

- Bei persönlicher Kontaktaufnahme und der Möglichkeit von direkten Gesprächen, bei denen auch Fragen und Sorgen der Teilnehmer:innen beantwortet werden, kann tendenziell eine höhere Erfolgsrate bei der Kund:innenakquise festgestellt werden.
- Wenn es schon existierende Gemeinschaften mit Vorerfahrung, beispielsweise aus anderen Forschungsprojekten oder mit einer regional sehr hohen Dichte an Photovoltaikanlagen („Vorzeigeregion“) gibt, sind die Nutzer:innen offener für eine Teilnahme an weiteren Projekten.
- Die Erfolgsrate ist höher, wenn sogenannte „Moments of Change“ genutzt werden können. Dies kann beispielsweise ein Umzug in eine neue Wohnung sein oder die Neuerrichtung von Wohnblöcken, bei denen die Technologien beispielsweise schon standardmäßig vorhanden sind.
- Gibt es Interaktionsangebote, oder zumindest die Möglichkeit eines Monitorings der Lastverschiebung, lässt sich eine höhere Akzeptanz feststellen.
- Die intrinsische Motivation der Teilnehmer:innen basierend auf ihrem Lebensstil, ist unterschiedlich hoch.

Folgende nichtmonetäre Anreize konnten für Teilnehmer:innen evaluiert werden, und sollten sowohl bei der Bewerbung der Technologien stark berücksichtigt als auch im Vergleich zu den monetären Anreizen hervorgehoben werden:

- Viele Personen wollen einen Teil zur „Energie der Zukunft“ beitragen, besonders wenn dies ohne viel Aufwand möglich ist. Unter diesen Umständen, lassen sich Teilnehmer:innen auch motivieren ohne eine hohe monetäre Vergütung zu erhalten.
- Das Gemeinschaftsdenken, das beispielsweise im Rahmen von Energiegemeinschaften eine Rolle spielt, sollte bei Flexibilitätsanwendungen ebenfalls als Motivationsgrund hervorgehoben werden.
- Eine Betonung der „grünen“ und nachhaltigen Aspekte führt zu einer höheren Teilnahmemotivation.
- Die ursprüngliche Motivation zur Anschaffung der Flexibilität spielt ebenfalls eine große Rolle für die Bereitschaft, an verschiedenen Anwendungskonzepten teilzunehmen.

- Bei Alltagsgeräten, bei denen die Funktion zur Automatisierung einfach mitgeliefert wird, aber die Motivation zur Anschaffung eine rein praktische war (beispielsweise Waschmaschine, Geschirrspüler...), spielt diese Ursprungsmotivation keine große Rolle.
- Wenn Kund:innen allerdings beispielsweise mit hohem Wunsch zur Autarkie und Energieeffizienz eine Anschaffung getätigt haben, bieten sie voraussichtlich mit geringerer Wahrscheinlichkeit an Strommärkten an (widerspricht dem Autarkiegedanken).
- Nutzer:innen von Elektroautos wollen je nach Anschaffungsgrund eventuell eher nachhaltig erzeugten Strom oder aber auch günstigen Strom nutzen. Bei der Bewerbung von DSM-Technologien sollten diese Aspekte miteinbezogen werden.

5.2.4. Geschäftsmodelle

Bei fast keinem der untersuchten internationalen Projekte wurden spezifischen Geschäftsmodelle entwickelt. Es wurden entweder verschiedene Tarife verglichen oder das Automatisierungskonzept auf seine technische Umsetzbarkeit geprüft.

Um trotzdem die Frage nach Geschäftsmodellen zu beantworten, die den Erfolg von Demand-Side-Management-Technologien fördern, wurden verschiedene Aspekte zur Beantwortung dieser Frage untersucht.

Es gibt viele Haushalte, in denen nur wenige oder keine Geräte mit ausreichendem Automatisierungsgrad installiert sind, welche die erforderliche Tiefe an Automatisierungsmöglichkeiten bieten. Insbesondere sozioökonomisch schlechter gestellte Haushalte haben insgesamt einen schlechteren Zugang zu Photovoltaik- oder Batteriespeichern, sowie anderen flexiblen Geräten. Um zu vermeiden, dass diese Haushalte in Zukunft durch volatile Strompreise eher von Energiearmut betroffen sein werden, sind neue Geschäftsmodelle erforderlich, die dieser vulnerablen Zielgruppe den Zugang zu Flexibilität gewähren.

Darüber hinaus muss existierende Flexibilität durch attraktive Geschäftsmodelle zugänglich gemacht werden. Zu diesem Zweck wurden Anwendungsfälle aus Forschungsprojekten untersucht und eine Literaturrecherche über bestehende und mögliche Anwendungsfälle und Erlösmöglichkeiten durchgeführt.

Um eine breite Gruppe potenzieller Kund:innen abzudecken, werden darüber hinaus weitere nicht-finanzielle Geschäftsmodelle untersucht, in denen sich besonders umweltfreundliche oder komfortbewusste Nutzer:innen wiederfinden können. Aus dem Projekt LEAFs ist beispielsweise hervorgegangen, dass Prosumenten ihre Geräte gerne selbst automatisieren, wenn die Absicht klar ist und sie sich als Bonus ihres Energieverbrauchs bewusster werden. Dies zeigt auch, dass die Art und Weise, wie das Thema präsentiert wird, eine große Rolle für Prosumer:innen spielt. Im Gegensatz dazu gewinnen Plattformen und Dienstleistungen auch in anderen Sektoren wie der mobilen Kommunikation und der Unterhaltungselektronik an Popularität und könnten daher als praktikabler Business Case dienen.

Die verschiedenen Gruppen von Geschäftsmodellen sind in Tabelle 6 bis Tabelle 9 dargestellt. Die vorgestellten Kategorien können ebenfalls miteinander kombiniert werden: Die Geschäftsmodelle in Tabelle 6 und Tabelle 8 zielen vor allem auf die Beantwortung der Frage ab, wie eine höhere Investition in flexible Komponenten erreicht werden kann, um eine höhere Anzahl von steuerbaren Geräten für Flexibilitätsanwendungen zur Verfügung zu haben. Die verschiedenen Formen der Flexibilitätsnutzung

werden durch die Anwendungsfälle in Tabelle 7 abgedeckt. Tabelle 9 zeigt alternative Geschäftsmodelle auf, die auf alternative/nicht-monetäre Anreize für Prosumenten abzielen.

Problemstellung 1: Der Großteil öffentlicher Ladeinfrastruktur in Europa stellt sich nicht als rentabel dar, 42 % der europäischen Haushalte leben in Wohnungen ohne die Möglichkeit, ein privates Ladegerät zu installieren. Probleme beim Laden und der allgemeine Mangel an Ladeinfrastruktur behindern die Einführung der Elektromobilität. Andererseits gibt es zu wenige Nutzer:innen von E-Fahrzeugen, um eine gewinnorientierte Einführung neuer Ladeinfrastruktur zu fördern (Azarova, Cohen, Kollmann, & Reichl, 2020). Ladeinfrastruktur kann als Flexibilität genutzt werden, indem der Verbrauch zeitlich verschoben wird. Um mehr Ladestationen bereitzustellen, könnten folgende Geschäftsmodelle (Tabelle 6) angewendet werden:

Tabelle 6: Business Modelle, welche die Problemstellung des Ladeinfrastrukturmangels für Elektroautos behandeln.

Lösung	Halb-öffentliche Ladestationen	Private Ladestationen, die Ladekapazitäten für andere EV-Nutzer:innen bereitstellen	Solarbetriebene Ladestation in Kombination mit Eigenverbrauchsoptimierung.	Vehicle to grid (V2G) Anwendungen
Funktionsweise	Die Ladestationen sind im Besitz mehrerer Haushalte, befinden sich in unmittelbarer Nähe ihres Wohnsitzes und werden nach einem vereinbarten Zeitplan gemeinsam genutzt. (Azarova, Cohen, Kollmann, & Reichl, 2020)	Private Ladestationen können anderen Personen mithilfe von Peer-to-Peer Handel angeboten werden, wenn sie gerade frei sind. (crowdstrom, 2021)	Der Eigenverbrauch kann durch die Nutzung von Photovoltaik-Strom zum Aufladen verbessert werden. Die ideale solarbetriebene Ladestation besteht aus 27 m ² Solarmodulfläche auf einer Überkopfkonstruktion mit einer Leistung von etwa 3-4 kW und einer elektrischen Ladestation der Stufe 1 oder 2 darunter. (Robinson, Brase, Griswold, Jackson, & Erickson, 2014)	V2G kann in verschiedenen Bereichen eingesetzt werden, z. B. wenn die Ladestation vom DSO für netzstabilisierende Maßnahmen genutzt wird, zur Optimierung des Eigenverbrauchs in Haushalten, oder für Regelenergiebereitstellung. (Rezania & Prügler, 2012)
Zielgruppen	Besitzer:innen von Elektrofahrzeugen, Besitzer von PV-Anlagen, einkommensstarke Haushalte, stark umweltbewusste Haushalte	Besitzer:innen von Elektrofahrzeugen, Haushalte mit hohem Einkommen, Besitzer:innen von PV-Anlagen, alleinstehende Haushalte	Unternehmen (Gewerbe- und Industriestandorte), Haushalte mit hohem Einkommen, Besitzer:innen von PV-Anlagen	EV-Besitzer:innen mit bidirektionaler Lademöglichkeit, Unternehmen, DSOs, Betreiber:innen von Ladestationen

Lösung	Halb-öffentliche Ladestationen	Private Ladestationen, die Ladekapazitäten für andere EV-Nutzer:innen bereitstellen	Solarbetriebene Ladestation in Kombination mit Eigenverbrauchsoptimierung.	Vehicle to grid (V2G) Anwendungen
Weitere Stakeholder	Anbieter:innen von Elektromobilitäts-Ladeservices, Elektrizitätsversorger, Hersteller von Ladestationen, andere Technologieanbieter	Anbieter:innen von EV-Ladediensten, Elektrizitätsversorger, Hersteller von Ladestationen, andere Technologieanbieter	Anbieter von intelligenten Ladestationen, Anbieter von Energiemanagementsystemen für Privathaushalte	Betreiber von Regelleistungsmärkten, Elektrizitätsversorger /Aggregatoren, Hersteller von Ladestationen
Vergütung	<p>Monatliche Miete (Pauschalpreis);</p> <p>Crowd-Investment: jeder kauft einen Anteil;</p> <p>Miete mit Kaufoption</p>	"Gäste" zahlen für die bezogene Energiemenge	<p>In Gewerbegebieten kann es als kostenloses zusätzliches Serviceangebot für Elektroauto-Besitzer:innen genutzt werden;</p> <p>Freie Wahl der Vergütung, z.B. Bezahlung nach kWh/Zeit;</p> <p>Zusätzliche Möglichkeit eines an Spotpreise gekoppelten Tarifs für den Ladestationsbetreiber;</p> <p>Nutzung von Verteilnetzbetreibern für das Spitzenmanagement;</p> <p>Power-Purchase-Agreement (PPA) möglich</p>	Netzdienstleistungen werden von DSO oder TSO vergütet
Umsetzungs-status	Derzeit nicht vorhanden mit der oben genannten Definition in AUT.	Als Ergebnis eines Projektes gibt es in Deutschland eine Plattform: Crowd-Strom	Gibt es in den USA (Robinson, Brase, Griswold, Jackson, & Erickson, 2014)	Erprobt im Rahmen von Demonstrationen in NL und GER.
Pro	<p>+ hohe Ladegeschwindigkeit</p> <p>+ Möglichkeit zum leichteren Umstieg auf eine umweltfreundlichere Mobilitätsform</p>	<p>+ höhere Auslastung der Ladekapazitäten bei privaten Ladestationen</p> <p>+ die private Ladestation</p>	<p>+ 96 % weniger Schadstoffausstoß als bei E-Fahrzeugen, die das Stromnetz nutzen (USA)</p> <p>+ Kann an vielen verschiedenen Orten</p>	<p>+ Senkung der Kosten durch verschiedene zusätzliche Erlösmöglichkeiten</p> <p>+ Kann die Erhaltung der Netzqualität unterstützen</p>

Lösung	Halb-öffentliche Ladestationen	Private Ladestationen, die Ladekapazitäten für andere EV-Nutzer:innen bereitstellen	Solarbetriebene Ladestation in Kombination mit Eigenverbrauchsoptimierung.	Vehicle to grid (V2G) Anwendungen
	+ besseres Service-Niveau und höhere Zuverlässigkeit als bei privaten Ladestationen	amortisiert sich früher + Erzeugungsspitzen können effektiver genutzt werden, wenn in Kombination mit Photovoltaik	installiert werden, sodass die Menschen ihr Fahrzeug häufiger aufladen können, während sie ihren täglichen Aktivitäten nachgehen + PV-Paneele spenden zusätzlichen Schatten, der das Auto vor Schäden schützt + verbessertes Image für Unternehmen	
Kontra	-keine Möglichkeit, das Auto über Nacht stehen zu lassen -Entfernung zum Haus -Problem die Ladezeitfenster gerecht zwischen den Besitzern zu verteilen	- ein Parkplatz muss verfügbar sein - E-Autos in Privatbesitz müssen von der Ladestation entfernt werden, damit sie anderen Kund:innen zur Verfügung stehen - Externe Personen parken evtl. auf dem Privatgrundstück	- Evtl. zusätzlich Batterie für die Spitzenlastreduzierung notwendig, wenn der Verbrauch aus dem Netz erforderlich ist. Andernfalls könnte sie Spitzen verursachen und die Netzsicherheit verringern	-Verschlechterung der Batterieleistung (muss mit den derzeitigen Vergütungsregelungen kompensiert werden)
Regulatorischer Kontext in Österreich erlaubt das?	Ja	Ja	Ja, dieser spezielle Geschäftsfall stammt allerdings aus den USA.	In Österreich sind E-Ladestationen bereits für ein Projekt präqualifiziert worden. Vehicle to Grid wäre möglich, wird aber in Österreich aufgrund fehlender Vergütungsmöglichkeiten nicht wirklich verfolgt (Preise sind zu niedrig).

Problemstellung 2: Auch wenn die Komponente die Funktionalität für flexible Anwendungen bietet und von externen Aggregatoren automatisiert werden kann, brauchen Prosumer:innen eine Motivation, ihre Komponente zu diesem Zweck anzubieten. Auf monetärer Ebene besteht die Möglichkeit, verschiedene Tarife zu nutzen.

Tabelle 7: Businessmodelle, welche verschiedene Möglichkeiten zur Monetarisierung von bestehenden Flexibilitäten an Elektrizitätsmärkten oder zur Nutzung durch Verteilnetzbetreiber beschreiben.

Lösung	Flexible Tarife	Unterbrechbare Tarife durch VNB (Verteilnetzbetreiber)	Flexibilität für Regelenenergiemärkte	Verteilnetzbetreiber (VNB) hat Recht, Flexibilität zu nutzen, reduzierter Netztarif	Peak Shaving
Funktionsweise	Die Kund:innen nutzen einen flexiblen Tarif, der sich an den Spotmarktpreisen orientiert. Lasten können manuell oder mit Hilfe eines Energiemanagementsystems verlagert werden. ⁵	Zusätzlicher Zähler, der vom VNB während des ganzen Tages oder in bestimmten Zeitfenstern 1-2 Stunden unterbrochen werden kann. (Kostková, 2013)	Ein detaillierter Fahrplan wird im Voraus berechnet, freie Kapazitätskontingente werden auf Regelenenergiemärkten angeboten.	VNB kann einen Sollwert für die Geräte senden, so dass die Spannungsqualität eingehalten werden kann. Das Energiemanagementsystem aktiviert/verringert den Setpoint der Geräte entsprechend.	Besitzer von PV-Batterie-speicher-Anlagen können ein intelligentes Ladeverhalten an den Tag legen, um die Einspeisung in das Netz zum Zeitpunkt von Sonnenspitzen zu vermeiden. (peak-shaving)
Zielgruppen	Wärmepumpen (WP)/ Boiler/ PV-Batterie (BESS)/ Elektroauto (EV)/ Energiemanagementsystem (EMS) Besitzer, energiebewusste Kund:innen, die ihren Verbrauch überwachen möchten	WP/Boiler/PV-BESS/EV/EMS-Besitzer, energiebewusste Kund:innen, die ihren Verbrauch überwachen möchten	Technisch versierte Kund:innen, Besitzer:innen von WP, Boiler, PV-BESS, EV	Technisch versierte Kund:innen, Besitzer:innen von WP, Boiler, PV-BESS, EV	PV-BESS Eigentümer:innen

⁵ <https://www.awattar.at/>

Lösung	Flexible Tarife	Unterbrechbare Tarife durch VNB (Verteilnetzbetreiber)	Flexibilität für Regelenenergiemärkte	Verteilnetzbetreiber (VNB) hat Recht, Flexibilität zu nutzen, reduzierter Netztarif	Peak Shaving
Weitere Stakeholder	Lieferant, EMS-Anbieter	Verteilnetzbetreiber	Lieferant/Aggregator, Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB)	VNB, IT-Hersteller	EMS-Hersteller
Vergütung	Variabler Stunden-/Viertelstundentarif- Smart Meter misst entsprechend die erforderlichen Leistungswerte, Bezahlung nach Verbrauch	Niedrigerer Netztarif	Niedrigerer Netztarif, zusätzliche Erlöse an Regelenenergiemärkten werden vom Lieferanten pauschal oder je nach erbrachter Regelenenergie auf die Kund:innen umgelegt	Reduzierte Netztarife	Derzeit können nur auf der Hochspannungsebene Netzkosten eingespart werden, da es auf der Niederspannungsebene in Österreich noch keine Leistungspreise gibt, in anderen Ländern (z.B. Norwegen, Frankreich) aber schon.
Umsetzungsstatus	Innerhalb Österreichs sind die Tarife bereits verfügbar.	In Österreich bei einigen Verteilernetzbetreibern verfügbar.	In Österreich möglich, aber erst in der Erprobungsphase, auch in der Schweiz wurde die Teilnahme an Regelenenergiemärkten mit Wärmepumpen/Kesseln bereits getestet.	Getestet im Rahmen von Versuchen, hauptsächlich für Batteriespeicher (z.B. im österreichischen Projekt LEAFS für einen Gemeinschaftsbatteriespeicher)	Vorhanden
Pro	+ leicht verständliches Konzept + erweiterte Überwachung von Haushaltsgeräten	+ keine zusätzlichen Kosten möglich, nur Einsparungen	+ vollständige Automatisierung	+ vollständige Automatisierung	+Notwendigkeit für Kund:innen einfach zu verstehen +kann mit flexiblen Tarifen kombiniert werden

Lösung	Flexible Tarife	Unterbrechbare Tarife durch VNB (Verteilnetzbetreiber)	Flexibilität für Regelenergiemärkte	Verteilnetzbetreiber (VNB) hat Recht, Flexibilität zu nutzen, reduzierter Netztarif	Peak Shaving
Kontra	- es können auch höhere Kosten entstehen, wenn die Nutzung von nicht automatisierten Geräten nicht ausreichend überwacht wird - keine Möglichkeit eines Pauschaltarifs für "normale" Geräte und eines variablen Tarifs für "flexible" Geräte (wäre aber eine weitere Möglichkeit für Businesscase)	- Temperaturen können unter die Komfortgrenze fallen - Wärmepumpen/ Kessel müssen oft größer geplant werden als ursprünglich notwendig, höhere Kosten	- das technische Konzept ist noch nicht zu 100% realisierbar - jemand muss für die Kosten aufkommen, die entstehen, wenn der vorher geplante Bezug nicht eingehalten wird	- Energiemanagementsystem muss die Anforderungen erfüllen können	- derzeit kein finanzieller Vorteil (nur für EV-Ladestationen auf höheren Spannungsebenen)
Regulatorischer Kontext in Österreich erlaubt das?	Ja	Ja	Ja	Ja	Es müsste ein Spitzennetzentgelt eingeführt werden

Problemstellung 3: Sozioökonomisch schwachen Haushalten fehlen häufig die finanziellen Möglichkeiten, um PV-Batterie-Systeme oder andere flexible Komponenten zu erwerben. Es müssen Geschäftsmodelle eingeführt werden, die es auch diesen Haushalten ermöglichen, an diesen neu entstehenden Konzepten und Technologien zu partizipieren und Energiearmut in Zukunft zu verhindern. Einige der bereits durchgeführten Projektdemonstrationen bieten Beteiligungsmöglichkeiten insbesondere im Rahmen von Energiegemeinschaften, bei denen für die Kund:innen keine zusätzlichen Kosten entstehen, diese aber auch von den Vorteilen profitieren können.

Tabelle 8: Businessmodelle, welche sozioökonomisch schwache Haushalte durch verschiedene Ansätze miteinbeziehen.

Lösung	Peer-to-peer(P2P)- Handel innerhalb der Energiegemeinschaft	Crowd Invest	Gemeinschafts PV/Batteriespeicher (BESS)	Sharing-Konzept
Funktionsweise	Einige Teilnehmer:innen einer so genannten Energiegemeinschaft verfügen über eine PV-Anlage und können ihre Überproduktion an ihre Nachbar:innen verkaufen. Die Verbraucher können von niedrigeren Netztarifen und niedrigeren Energiepreisen profitieren, als wenn sie "direkt" aus dem Netz beziehen. Auf diese Weise können auch einkommensschwache Haushalte von der lokalen Produktion profitieren. ⁶	Jede:r Teilnehmer:in kann einen Teil einer Photovoltaikanlage kaufen, welche im Anschluss Einnahmen generiert. Je nach Höhe der Investition kann der/die Investor:in entweder direkt die Einnahmen erhalten oder Rabatte auf die Stromrechnung bekommen. Das gleiche Konzept kann auch für andere Formen von elektrischen oder elektro-chemischen Speichern verwendet werden.	Es kann entweder ein Leasingmodell verwendet werden, oder jede:r Teilnehmer:in kauft einen Teil der Anlage. Ziel ist die Optimierung des Eigenverbrauchs der gesamten Gemeinschaft ⁷ .	Unabhängig vom Standort können Prosumer:innen ihren produzierten Energieüberschuss teilen. Das Unternehmen E-friends zum Beispiel betreibt einen eigenen Bilanzkreis und bietet seinen Kund:innen diese Sharing-Dienste an. Es gibt auch kombinierte Investitionsmodelle, bei denen man in PV-Anlagen anderer Prosumer:innen investieren kann und dafür Gutscheine sowie kostenlose Überschussenergie aus dieser PV erhält.
Zielgruppen	Umweltfreundliche Kund:innen, PV-Besitzer:innen, Nicht-PV-Besitzer:innen	Umweltfreundliche Kund:innen, Investor:innen (auch von kleinen Geldbeträgen)	Umweltfreundliche Kund:innen, PV-Besitzer:innen, Nicht-PV-Besitzer:innen	Umweltfreundliche Kund:innen, PV-Besitzer:innen, Nicht-PV-Besitzer:innen
Weitere Stakeholder	IT-/Abrechnungsinfrastruktur-Anbieter	PV-/Batteriehersteller	VNB, Energielieferant, EMS-Hersteller, IT-/Abrechnungs-Infrastrukturanbieter	Energielieferant und/oder Bilanzierungsverantwortlicher, IT/Abrechnungs-Infrastrukturanbieter
Vergütung	Stündlich/viertelstündlich wechselnder Tarif, Bezahlung nach Verbrauch	produktionsabhängige Vergütung, fester/prozentualer Rabatt auf die Stromrechnung	Einsparungen durch Eigenverbrauchsoptimierung (der Gemeinschaft) oder P2P-Handel, Bereitstellung von Hilfsdiensten oder	Günstigere Tarife durch Einkauf bei anderen Nutzer:innen, kostenlose

⁶ <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/peer2peer-im-quartier.php>

⁷ <https://project-clue.eu/>

Lösung	Peer-to-peer(P2P)- Handel innerhalb der Energiegemeinschaft	Crowd Invest	Gemeinschafts PV/Batteriespeicher (BESS)	Sharing-Konzept
Umsetzungs- status	Unsetzung in Forschungsprojekten, Reduzierte Netztarife sind in Österreich bereits verfügbar.	Möglich über verschiedene Crowdfunding- Plattformen. ⁸	Im Rahmen von Forschungsprojekten untersucht, es gibt in Österreich bereits reduzierte Netztarife.	Überschussenergie im Investitionsmodell
Pro	+ Keine Notwendigkeit für den Kauf eigener BESS/PV	+ Möglichkeit von Einnahmen ohne eigene PV	+ eine große technische Einheit ist ökologisch besser und wirtschaftlich rentabler als Einzelhausspeicher und PV-Anlagen	+ standortunabhängige s Konzept
Kontra	- Haushalte ohne PV/BESS sind abhängig (auch tariflich) von Haushalten mit PV/BESS, das Problem der Energiearmut ist dadurch nicht zu 100% gelöst	- je nach Vertragsmodell können Nachteile auftreten / die Einsparungen sind möglicherweise nicht unbegrenzt verfügbar	- Es fallen noch Investitions- /Mietkosten an	- Kein Gewinn aus reduzierten Netztarifen möglich
Regulatorisch er Kontext in Österreich erlaubt das?	Ja	Ja	Ja	Ja

Problemstellung 4: In dem Fall, dass die Hauptmotivation für die Teilnahme an Flexibilitätskonzepten das Streben nach umweltfreundlichem Verhalten oder Eigenverbrauchsoptimierung darstellt, kann beispielsweise die Teilnahme an Strommärkten für die Verbraucher möglicherweise nicht sehr plausibel erscheinen. In der folgenden Tabelle sind weitere mögliche Geschäftsmodelle mit nicht-finanziellen Anreizen aufgeführt.

⁸ <https://www.collective-energy.at/individuelle-energieloesung/collective-solar/>

Tabelle 9: Ansätze für alternative Businessmodelle, bei denen die finanzielle Motivation im Hintergrund steht.

Lösung	CO ₂ -Optimierung	Heat as a service	Comfort as a service (i.E. 20°C)	Regionale Motive	Visualisierung
Funktionsweise	Ziel ist es, die Geräte dann zu betreiben, wenn der CO ₂ -Ausstoß des derzeitigen Produktionsmixes gering ist (viele erneuerbare Energien).	Der Dienstleister vermietet das Heizgerät und liefert auch den zu verbrauchenden Brennstoff. Die Kund:innen zahlen pro erzeugter Wärmeeinheit. Mehrere deutsche Hersteller wie Thermondo und Viessmann bieten diese Art von Service für Gasheizkessel an.	Wie „Heat as a service“, nur dass den Kund:innen die Wärme und nicht die erzeugte Wärme in Rechnung gestellt wird. Der Energieversorger Eneco beispielsweise bietet in den Niederlanden versuchsweise 20°C für eine feste monatliche Gebühr, bereitgestellt durch Wärmepumpen, an.	Die Motivation, regionale Energie zu verbrauchen, ist bei einigen Kund:innengruppen hoch. Konzepte wie lokale Energiegemeinschaften oder Tarife, die sich an der regionalen PV-Produktion orientieren, sind daher dafür geeignet.	Die Kund:innen haben die Möglichkeit, ihren Energieverbrauch über den Tag hinweg zu überwachen und können so ihr Verhalten und dessen Auswirkungen besser verstehen. Für einige Anwendungsfälle können auch bereitgestellte genaue Wettervorhersagen von Kund:innen als nützlich angesehen werden. (LEAFS)
Zielgruppen	Umweltfreundliche Kund:innen	Komfortorientierte Kund:innen, umweltfreundliche Kund:innen (bei CO ₂ -Einsparmodell)	Komfortorientierte Kund:innen, umweltfreundliche Kund:innen	Umweltfreundliche Kund:innen	Umweltfreundliche Kund:innen, Kund:innen mit hoher Technikaffinität
Weitere Stakeholder	Energieversorger	Energiedienstleister, Energieversorger, Hersteller von Heizgeräten	Energiedienstleister, Energieversorger, Hersteller von Heizgeräten	Energieversorger, Netzbetreiber (reduzierte Netzkosten)	Energiedienstleister, Energieversorger, Hersteller von EMS
Vergütung	Günstigere Preise in Zeiten mit mehr erneuerbaren Energien oder gar keine Vergütung.	Bezahlung erfolgt für die erzeugte Wärme und nicht für das Gerät und/oder den Brennstoff	Feste monatliche Rate für eine bestimmte Temperatur	Geringere Netzkosten/ Tarife für lokal erzeugten Strom	Flexible Tarife könnten die Motivation zur aktiven Überwachung des Stromverbrauches erhöhen

Lösung	CO ₂ -Optimierung	Heat as a service	Comfort as a service (i.E. 20°C)	Regionale Motive	Visualisierung
Umsetzungsstatus	Innerhalb von Demos	Vorhanden, aber nur für bestimmte Technologien/bestimmte Länder (UK, Catapult ⁹)	Demos in den Niederlanden	Lokale Energiegemeinschaften sind bereits vorhanden, regionale Tarife für PV sind nicht verfügbar	Manchmal Teil von Paketen mit variablen Tarifen
Pro	+ In Zukunft sollten Zeiten mit geringem CO ₂ -Verbrauch mit niedrigeren Preisen einhergehen (da zu diesen Zeiten viel erneuerbare Einspeisung vorhanden ist).	+ professionelle Energiedienstleister entscheiden, welche Technologie für jedes Haus die beste ist. + Ermöglicht energieeffizientes und/oder CO ₂ -armes Heizen + Die Kund:innen sparen Investitionskosten + Schaffung eines Marktzugangs für CO ₂ -arme Technologien	+ professionelle Energiedienstleister entscheiden, welche Technologie für jedes Haus die beste ist. + Ermöglicht energieeffizientes und/oder CO ₂ -armes Heizen + Die Kund:innen sparen Investitionskosten + Schaffung eines Marktzugangs für CO ₂ -arme Technologien	+ Für Prosumer:innen leicht verständliches Ziel + Leicht realisierbar bei Kopplung mit lokaler PV-Produktion	+ Erweitertes Bewusstsein für strombezogene Themen kann auch komplexere Anwendungen ermöglichen + Kann immer als zusätzliches Feature genutzt werden und schafft zusätzlichen Wert
Kontra	- Zurzeit kann es insgesamt höhere Kosten verursachen. - Schwierig zu verstehen für Prosumer:innen, die bereits einen grünen Tarif haben.	- Kund:innen können trotzdem hohe Kosten haben, weil sie nur "effizientes Anlagenleasing" betreiben	- Energiepreisisiko - Verhaltensrisiko (Einfluss der Kund:innen) - finanzielle und technische Risiken für den Anbieter	- Komplexe Abrechnung für lokale Energiegemeinschaften	- Keine
Regulatorischer Kontext in Österreich erlaubt das?	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

⁹ <https://www.smart-energy.com/industry-sectors/new-technology/industrys-first-uk-utilities-pilot-selling-heat-as-a-service/>

5.2.5. Länderspezifischer Vergleich

Bei den untersuchten australischen Projekten stellt meist die Abregelung während der Spitzenlast- bzw. Erzeugungszeiten das betrachtete Kernziel dar, welches vor allem auf die hohe Photovoltaikproduktion zu bestimmten Zeiten zurückzuführen ist. Dazu gibt es Finanzierungsprogramme von Bundesregulierungsbehörden für DNSPs (Distribution Network Service Provider), die es ihnen ermöglichen, Zahlungen für die Verzögerung von Netzausbauten zu erhalten. Die Anreize sind bei diesen Projekten in der Regel höher, meist gibt es Anreize zwischen 5 und 30 AU\$ pro Aktivierung für die Kund:innen. Die Anzahl solcher Spitzenereignisse werden derzeit grob mit 8- bis 15-Mal pro Jahr angegeben.

In Europa stellt sich die Situation anders dar, die Projekte weisen eine größere Vielfalt an Netzanwendungen auf. Unabhängig von den Forschungsprojekten bauen viele europäische Länder Flexibilitätsplattformen auf, auf denen Flexibilitätsgebote für Redispatch oder Regelenergiesreserven genutzt werden können, die Bestimmungen im Clean Energy Package (Regulation (EU) 2019/943 of the European Parliament, 2019) fördern die Nutzung von Flexibilitäten durch Verteilnetzbetreiber. Die Flexibilitätsdienste können über Plattformen gehandelt werden, welche die Produkte über Auktionen z.B. für Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) und Verteilnetzbetreiber (VNB) anbieten (Handelsplattformen: DA/RE¹⁰, GOPACS¹¹, NODES¹²). Einige der untersuchten Forschungsprojekte haben ebenfalls die Nutzung von Flexibilität für Regelenergieanwendungen getestet und evaluiert (AUT: Flex+¹³; CH: Tiko¹⁴, OKEE¹⁵; Norwegen: ECHOES¹⁶).

Indirekte Nutzung von Flexibilität kann durch Optimierung des Eigenverbrauchs oder intelligente Energiesysteme erfolgen. Das Schweizer Projekt "Warm-up"¹⁷ zum Beispiel optimiert und berücksichtigt sowohl die Strompreise, um Einspeise- oder Verbrauchsspitzen zu vermeiden, als auch variable Tarife, um in Zeiten niedriger Preise zu vermehrt Energie zu konsumieren. Die norwegische Fallstudie INVADE¹⁸ zielt darauf ab, Leistungsspitzen im Netz zu bewältigen und gleichzeitig die Abrechnung auf der Ebene der Endverbraucher zu optimieren. Auch lokale Energiegemeinschaften mit P2P-Handel (AUT: P2PQ¹⁹; CH: Quartierstrom²⁰) wurden in manchen Projekten untersucht.

Die Anzahl der Zeitpunkte, zu denen Flexibilität aktiviert wird, kommt in den europäischen Projekten häufiger vor als die oben erwähnten Spitzleistungsereignisse in Australien, daher muss das Anreizsystem dementsprechend anders gestaltet werden. Die Höhe der Vergütung muss niedriger sein und an die Gesamteinnahmen angepasst werden. Außerdem ist ein Anreizdesign, bei dem pro Aktivierung ein festgelegter Betrag vergütet wird, nicht immer sinnvoll. Besonders in europäischen Projekten ist das Ziel der Anwendung häufig, die Verbrauchskurve über den Tag zu variieren (Eigenverbrauchsoptimierung, Optimierung nach Day-Ahead-Preisen). Es besteht eine große Anzahl von Zeitpunkten an

¹⁰ <https://www.dare-plattform.de/>

¹¹ <https://en.gopacs.eu/>

¹² <https://nodesmarket.com/>

¹³ <https://www.flexplus.at/>

¹⁴ <https://tiko.energy/>

¹⁵ <https://www.zhaw.ch/de/engineering/institute-zentren/ine/nachhaltige-energiesysteme/okee-projekt-basel/>

¹⁶ <https://echoes-project.eu/>

¹⁷ <https://www.aramis.admin.ch/Default?DocumentID=61797&Load=true>

¹⁸ <https://h2020invade.eu/the-project/>

¹⁹ <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/peer2peer-im-quartier.php>

²⁰ <https://quartier-strom.ch/>

(mitunter kleinen) Abweichungen von der ursprünglichen Bezugskurve. Flexibilität wird daher eher kontinuierlich verwendet, anstatt nur an gewisse Spitzenlast- oder Erzeugungseignisse gekoppelt zu sein.

Das australische Projekt Ausgrid²¹ bot den Teilnehmer:innen eine Gesamtprämie an, die bei jedem Ausstieg aus einer geplanten Aktivierung um 20 Dollar reduziert wurde. Es wurden zwei Demoversuche durchgeführt, wobei in einem Versuch 0 % und im anderen 11 % der Teilnehmer:innen diese sogenannte Override-Funktion genutzt haben.

5.3. Ergebnisse aus internationalen Teilprojekten

5.3.1. Workstream Energiepraktiken (Cecilia Kazeff, Sofie Nyström, SE; Ida Marie Henriksen, NO; Rishabh Ghotge, NL; Selin Yilmaz, CH)

Dieser Workstream untersuchte die Energiepraktiken in den Haushalten, und was diese über die Flexibilität der Energienutzung und das Potenzial für automatisiertes DSM aussagen.

- **Kernergebnis:** Menschen sind mit höherer Wahrscheinlichkeit offener für automatisiertes DSM, wenn es ihre Energiepraktiken im Haushalt unterstützt bzw. zumindest nicht stört. So haben sich beispielsweise verschiedene Weisen für das Laden von Elektrofahrzeugen herausgebildet. Diese zeichnen sich durch ihre unterschiedlichen zeitlichen Taktungen aus, welche von „Laden, um die Batterie fast voll zu halten“, „Erst dann Laden, wenn die Batterie bis zu einem bestimmten Mindestladezustand entladen ist“, „Laden bei Bedarf“ über „Laden nach Vorgabe“ bis hin zu „Laden im Zusammenhang mit anderen Aufgaben“ reichen kann. Weiters gibt es noch die Möglichkeit, nur mit verfügbarer Solarenergie oder mit dem Ziel der Kostenminimierung zu Laden. Personalisierungsoptionen und Raum für die Angabe von Präferenzen sind daher von entscheidender Bedeutung. Die Art und Weise, wie die Endnutzer:innen Energie in ihren Häusern nutzen und wie flexibel sie in Bezug auf diese Nutzung sind, ist sehr unterschiedlich, daher muss das Programm- oder Produktdesign eine individualisierte Art der Teilnahme ermöglichen.

5.3.2. Workstream Sozio-technische Systeme (Sophie Adams, Declan Kuch, AU; Marianne Ryghaug, Ida Marie Henriksen, NO; Rishabh Ghotge, NL)

In diesem Workstream wurden die Wechselwirkungen zwischen Mensch und Technologie im Kontext des automatisierten Nachfragemanagements untersucht, und wie diese sich gegenseitig beeinflussen und formen. Es wurde untersucht, wie sich der Prozess der Adaption von automatisiertem DSM gestaltet, beginnend bei der Problemdefinition über die Artikulation von dessen Lösung durch eine Vielzahl von beteiligten Akteuren bis hin zu der Frage, wie diese Teilnehmer:innen die Lösung angenommen oder abgelehnt haben. Speziell betrachtet wurden Fallstudien zur direkten Laststeuerung, zum Laden von Elektrofahrzeugen und zu virtuellen Kraftwerken. Zentrale Ergebnisse sind:

- Der Vergleich zwischen dem tatsächlichen Zweck eines Programmes und den Faktoren, die das Nutzer:innenverhalten motivieren, ist der Schlüssel zu einer sozialen Lizenz. Der ursprüngliche

²¹ <https://www.ausgrid.com.au/Industry/Demand-Management/Power2U-Program/Battery-VPP-Trial>

Wert, den sich Nutzer:innen von der Teilnahme an einem Programm und dem Kauf von DSM versprechen, muss durch das finale Produkt erfüllt werden. So wird zum Beispiel das gesteuerte Laden von E-Fahrzeugen eher akzeptiert, wenn es als eine Möglichkeit wahrgenommen wird, die den Nutzer:innen dabei hilft, ihre bestehenden Ziele – erneuerbares oder kostengünstiges Laden – zu erreichen. Ebenso können sich Personen, die ihre PV-Anlage oder Batterie aus ökologischen oder finanziellen Gründen gekauft haben, dazu bereit erklären, an einem Virtuellen Kraftwerk teilzunehmen, während diejenigen, deren Motivation zum Kauf einer Batterie mit dem Wunsch der Energieautarkie verbunden war, die Teilnahme an diesem virtuellen Kraftwerk eher kontraproduktiv zur Erreichung ihrer Ziele ansehen.

- Das Verständnis für die Notwendigkeit von DSM, die Beobachtbarkeit der Automatisierungsvorgänge und das Gefühl der Kontrolle über die Parameter beeinflussen die Teilnahme von Endkund:innen. Ausschlaggebend ist, inwieweit Menschen davon überzeugt sind, dass die Teilnahme mit ihren Werten übereinstimmt und in ihrem Interesse liegt.
- Die Rolle der Intermediäre bei der Übersetzung und Vertrauensbildung ist von entscheidender Bedeutung, wobei die Person, die Teilnehmer:innen rekrutiert oder die Smart-Home-Technologie installiert, eine wichtige Rolle hat. Diese Rolle sollte daher sorgfältig zugewiesen werden und nicht einfach an denjenigen delegiert werden, der gerade verfügbar ist.
- Ein schrittweiser Ansatz, der es den Nutzer:innen ermöglicht, sich nach und nach an DSM zu gewöhnen und erst langsam aktivere oder komplexere Handlungen verlangt, kann dazu beitragen, Vertrauen und Akzeptanz aufzubauen.

5.3.3. Workstream Stakeholder und regulatorische Rahmenbedingungen (Selin Yilmaz, CH; Declan Kuch, AU)

Die Stakeholder-Analyse untersuchte die Rollen, die verschiedene Stakeholder bei der Umsetzung von Demand Side Management einnehmen, sowie länderspezifische Unterschiede. Die wichtigsten Ergebnisse sind:

- Mit den Veränderungen in den Elektrizitätssystemen hin zu einem dekarbonisierten, dezentralisierten und digitalisierten Energiesystem entsteht eine Reihe neuer Geschäftsakteure. Die Rollen verschiedener Institutionen ändern sich mit zunehmender Verantwortung, weshalb die Art und Weise, wie automatisierte DSM-Projekte initiiert und umgesetzt werden, eine große Vielfalt aufweist. Die Ergebnisse der länderübergreifenden und länderspezifischen Analysen zeigen, dass die regulatorischen Aspekte sowie die Praktiken und dahinterliegenden Erzählungen einen großen Einfluss auf die institutionellen Arrangements, die ergriffenen Maßnahmen und die Art und Weise der Interaktionen in automatisierten DSM-Projekten haben.
- Automatisierte DSM-Projekte betrafen meist eine Koalition von Akteuren mit jeweils eigenen Interessen.
- In vielen der untersuchten europäischen Projekte (vornehmlich aus der Schweiz, Norwegen und Österreich) sind Verteilernetzbetreiber (VNB) aufgrund ihrer rechtlichen Stellung und ihrer zunehmend wichtigen Rolle beim Betrieb des Verteilernetzes mit fluktuierenden erneuerbaren Energien und der Elektrifizierung von Mobilität und Heizsystemen durch Wärmepumpen und Elektrofahrzeuge beteiligt. In Australien hingegen sind Verteilernetzbetreiber (DNSP) derzeit noch damit beschäftigt, sich von einer rein passiven Rolle auf eine aktive Rolle von DSOs unter der Verwendung von Energiesystemmodellen umzustellen; daher fehlen diese in den

untersuchten Projekten noch als Akteure in automatisierten DSM-Projekten zur Steuerung der Flexibilitätsaktivierung.

- Im Zuge der Digitalisierung übernehmen private Unternehmen durch den Betrieb virtueller Kraftwerke (VPP) die Rolle von Aggregatoren. Dies kann beispielsweise über vertragliche Beziehungen mit Verteilernetzbetreibern geschehen, deren Aufgaben sie stellvertretend übernehmen können, insbesondere in Europa. Individuelle Vereinbarungen gibt es sowohl in Europa als auch Australien, mit dem Ziel der Vermarktung von Flexibilität als Dienstleistung.
- Andere Hauptakteure besetzen die Position von Technologieanbietern, indem sie Unternehmen und Privatpersonen intelligente Energiemanagementsysteme oder Komponenten anbieten. Das können intelligente Steckdosen, Schnittstellen, Optimierungswerkzeuge oder die Software zur Durchführung der Automatisierung sein. Die Aufgaben und Tätigkeiten dieser Akteure umfassen hauptsächlich die Installation, die Wartung und den Betrieb von Energiemanagementsystemen, als auch Backup-Systeme im Falle eines Ausfalls der vorgesehenen intelligenten Steuerung.
- Die Rolle der Endnutzer:innen (sowohl Verbraucher:innen als auch Prosumer:innen) beschränkt sich nach wie vor darauf, automatisierte DSM-Projekte zu akzeptieren und sich daran zu beteiligen, ohne Einfluss auf die aktive Mitgestaltung und Umsetzung der Projekte zu nehmen. Ihr Interesse liegt vor allem in der Senkung der Stromrechnungen und der Unterstützung der Gemeinschaft und des Netzes.

6 Vernetzung und Ergebnistransfer

Einerseits hat die detaillierte Analyse von internationalen Projekten und der damit einhergehende Austausch zu einem erhöhten Erkenntnisgewinn und Knowhow innerhalb des AITs geführt, andererseits wurde durch die projektbezogenen Interviews auch die Vernetzung zu anderen österreichischen Forschungsinstituten wie dem FH Technikum Wien und dem Energieinstitut in Linz gestärkt. Außerdem fand auch Vernetzung im Rahmen von weiteren Projekten mit AIT-Beteiligung statt, Erkenntnisse der Stakeholder-Sichtweisen aus den Projekten Flex+²² und Industry for Redispatch²³ konnten in das Projekt eingebracht werden, und die Erkenntnisse aus dem IEA Task können beispielsweise in der Zukunft bei der Gestaltung der Kund:innenakquise für weitere Projekte genutzt werden. Da die untersuchten Projekte in ihrer Ausführung und bezüglich der Ziele sehr unterschiedlich waren, konnten eine Vielzahl an neuen Forschungsfragen identifiziert werden, welche in einem Nachfolgeprojekt behandelt werden könnten.

Nachfolgend sind Publikationen aufgelistet, die im Zeitraum des Projektes entstanden sind:

- “Towards a social license to automate in demand side management: challenges, perspectives and regional aspects” für das Symposium Energieinnovation 2020 - Peter Fröhlich, Tara Esterl, Sophie Adams, Declan Kuch, Selin Yilmaz, Cecilia Katzeff, Christian Winzer, Lisa Diamond, Johann Schrammel, Zofia Lukszo, IEA Users TCP, 2020, Englisch, 13 Seiten
- “Deriving User Interaction Determinants for a Social License To Automate in Demand Side Management“ für den “Workshop on Automation Experience across Domains co-located with the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2020)” - Lisa Diamond, Peter Fröhlich / CEUR Workshop Proceedings / 2020 / Englisch / 4 Seiten
- “Everyday automation experience: a research agenda“ für die Automation Experience Initiative - P Fröhlich, M Baldauf, T Meneweger, M Tscheligi, B de Ruyter, F Paternó, Personal and Ubiquitous Computing 24 (6), 725-734
- “Social license to automate: A critical review of emerging approaches to electricity demand management” - Adams, S., Kuch, D., Diamond, L., Fröhlich, P., Henriksen, I. M., Katzeff, C., Ryghaug, M. and Yilmaz, S. / Elsevier - Energy Research & Social Science, Vol. 80. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102210> / Englisch / 12

Die internationalen Projektpartner Schweiz, Australien und Norwegen haben das Projekt auch jeweils auf nationalen Treffen präsentiert. Unter österreichischer Beteiligung wurden die Tätigkeiten und Ergebnisse des IEA-Tasks wurden auf folgenden Vorträgen bzw. Workshops präsentiert:

- Vorstellung des IEA Tasks am „Symposium Energie Innovation“ in Graz 2019
- „Soziale Lizenz zum Automatisieren“ im Rahmen eines 2-minütigen Pitches des IEA Vernetzungstreffens 2020
- Ergebnispräsentation „Soziale Lizenz zum Automatisieren – Eine internationale Fallanalyse zu Entscheidungsfaktoren im Kontext Demand Side Management“ im Zuge des IEA Vernetzungstreffens 2021

²² <https://www.flexplus.at/>

²³ <https://www.nefi.at/industry4redispatch/>

- Erwähnung bei einer Präsentation auf der „7th international Conference on Smart Energy Systems“ im Zuge der Präsentation „Optimization of the bidding strategy of a virtual power plant by participating in short term, balancing and redispatch markets“
- Präsentation der Projektergebnisse im Rahmen der UserTPC ExCO Meetings am 12.10.2021 (virtuelles Meeting)

7 Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen

7.1. Schlussfolgerungen

7.1.1. Schlussfolgerungen zu interaktionsbezogenen Akzeptanzfaktoren

Die Ergebnisse zu den HCI-bezogenen Akzeptanzfaktoren bestätigen, dass die Art und Weise, wie Technologie die Akzeptanz der Nutzer:innen durch Interaktionsmerkmale am besten unterstützen kann, stark vom Grad der in einem Programm implementierten Automatisierung sowie von den betroffenen Lasten abhängt. Diese Aspekte stellen die entscheidenden Faktoren für die Auswirkungserfahrung der Lastverschiebung/Erleichterung durch Nutzer:innen und den von Nutzer:innen erwarteten erforderlichen Aufwand dar. Die Erfahrung der Auswirkung und der erforderliche Aufwand stehen im Mittelpunkt der Anforderungen an die Interaktion/Einbindung und die Konzeption des Nutzens und der Kommunikation sowie des Steuerungsbedarfs:

- Bei **niedrigem Automatisierungslevel**, wenn manuelle Lastverschiebung oder manuelle Automatisierung auf der Grundlage automatisierter Identifizierung optimierter Verbrauchskurven das Ziel ist, sind die folgende Interaktionsaspekte entscheidend: Aktive Ansprache der Teilnehmer:innen, Bereitstellung von handlungsanleitenden Informationen dazu, wie die Verbrauchsmuster bestmöglich verändert werden können, möglichst detailliertes und zeitnahes Feedback, um die Energiekompetenz und das Gefühl der Selbstwirksamkeit bei den Endnutzer:innen zu erhöhen, sowie Sicherstellung, dass der wahrgenommene Nutzen ausreicht, um die Teilnehmer:innen zur Teilnahme zu motivieren (da für eine selbstmotivierte Verhaltensänderung ein erheblicher persönlicher Einsatz der Teilnehmer:innen erforderlich ist). Langfristige Verhaltensänderungen sind (außer bei sehr engagierten Nutzer:innen) wahrscheinlich nur durch den Aufbau neuer Gewohnheiten möglich, die durch die oben genannten Aspekte, sowie durch spezielle Interventionsstrategien wie Verpflichtungen, Aufforderungen, Kommunikation sozialer Normen und belohnte Zielsetzungen unterstützt werden, bis sie sich fest etabliert haben. Innerhalb dieses Prozesses muss das konkrete Flexibilitätspotenzial von Nutzer*innen durch maßgeschneiderte und personalisierte Optionen berücksichtigt werden.
- Bei **mittleren Automatisierungslevels** und der mit diesen einhergehenden Verringerung der Einbeziehung der Endnutzer:innen wird die Notwendigkeit, aktiv auf die Nutzer:innen zuzugehen, und die Notwendigkeit eines großen persönlichen Nutzens immer geringer. Wenn die Nutzer:innen nicht aufgefordert werden, sich selbst an Lastverschiebungsprozessen zu beteiligen, aber zu erwarten ist, dass sie die automatisierte Lastverschiebung spürbar erleben werden, sind transparente Informationen darüber, was genau getan wurde sowie die Möglichkeit, Parameter zu setzen und Automatisierungsprozesse bei Bedarf zu unterbrechen, für die Akzeptanz ausschlaggebend. Eine klare Kommunikation von Nutzen und bestehender Kontrolle von Nutzer:innenseite sind ebenfalls von großer Bedeutung, da sich die Teilnehmer:innen bei diesen Automatisierungslevels am ehesten beeinträchtigt und außer Kontrolle fühlen.
- Auf **hohem Automatisierungslevel** mit begrenzten bis gar keinen spürbaren Auswirkungen auf die Endnutzer:innen wird die Notwendigkeit, Nutzer:innen aktiv einzubeziehen und ihnen

persönliche, spürbare Vorteile zu bieten, stark reduziert. Die Rolle der bereitgestellten Interfaces verändert sich damit zu einer der Vermittlung von Vertrauenswürdigkeit und Transparenz indem für interessierte Nutzer bzw. für den Fall von Problemen Einblicke in erfolgte, aktive und geplante Automatisierungsprozesse geboten werden. Es wird nach wie vor empfohlen, regelmäßig Rückmeldung darüber zu geben, was durch die Automatisierung erreicht wird, Feedback zum Verbrauch zu geben, sowie für den Problemfall Automatisierungsunterbrechungen von Nutzer:innenseite zu ermöglichen.

Was die genutzten Kanäle betrifft, so sind Apps der häufigste und erfolgreichste Kanal, da ein großer Prozentsatz der Nutzer:innen ihr Mobiltelefon immer bei sich trägt, was den Zugriff auf die Nutzer:innenoberfläche und das Erhalten von Benachrichtigungen besonders einfach macht. Webportale hingegen erfordern häufig zusätzliche Anmeldungen, die eine Nutzungsbarriere darstellten. E-Mails sind ein guter Kanal für regelmäßige Berichte und um Personen zu erreichen, die Smartphones oder Tablets gar nicht nutzen oder Probleme mit der App oder den Benachrichtigungen haben und um diese zu beheben.

Insgesamt lässt sich zusammenfassen, dass sich **die Rolle, die HCI auf unterschiedlichen Automatisierungs- und Erfahrungswirkungsebenen für die Nutzer:innen einnimmt, am deutlichsten hinsichtlich des Bedarfs und der Art der Steuerungsmöglichkeiten, der Bereitstellung handlungsrelevanter Informationen und der aktiven Einbindung der Nutzer:innen ändert. Die Aufgaben der Bereitstellung von Transparenz, Nutzeninformation und Feedback zur Schaffung von Zusatznutzen bleiben durch die Automatisierungslevel hindurch kontinuierlich bestehen.**

Zuletzt soll hier noch auf eine bestehende Diskrepanz zwischen den erfassten Partizipationsmotivationen der Endnutzer:innen, bei denen ökologische Gründe in der Regel eine entscheidende Rolle spielen, und der in diesem Punkt äußerst begrenzten Nutzenkommunikation hingewiesen werden, da sich der kommunizierte Nutzen meist auf Einsparungen konzentriert. In Verbindung mit der fehlenden Kommunikation von gemeinschaftswohlorientierten Vorteilen wird auch die Gemeinschaftsperspektive in der Interaktion und der Nutzenkommunikation zu wenig genutzt. Diese hat jedoch das Potenzial, zur Entwicklung gemeinsamer grüner Gemeinschaftsidentitäten beizutragen und Nutzer:innen damit über den Energiekontext hinausreichend zu Verhaltensänderungen für einen nachhaltigen Lebensstil zu motivieren.

7.1.2. Schlussfolgerungen zu Geschäftsmodellen und Anreizsystemen

Es besteht derzeit noch Forschungsbedarf hinsichtlich der richtigen Anreizsetzung für Prosumer:innen und der möglichen Höhe der Einnahmen für alle beteiligten Stakeholder. Auch die Gesamtsumme der Einnahmen ist zwischen den im IEA Task untersuchten Projekten nicht direkt vergleichbar. In einigen Projekten stellen die Einnahmen Ergebnisse von Simulationen dar, deren Höhe aufgrund von teilweise perfekten Prognosen und einem schlecht vorhersehbaren Verbraucherverhalten dazu neigen, überschätzt zu werden. In einigen Projekten werden die Gesamteinnahmen auf den Strommärkten untersucht. Die Verringerung der verbleibenden Einnahmen aufgrund der Installation der IT-Infrastruktur und anderer Kosten, welche durch komplexere Prozesse für alle Beteiligten entstehen, wird in den meisten Fällen nicht berücksichtigt. Für netzbezogene Anwendungsfälle wurden in den untersuchten Projekten keine möglichen Gesamteinsparungen im Vergleich zu herkömmlichen Vorgehensweisen untersucht, was unter anderem an der Neuartigkeit, der durch fluktuierende Erzeugung verursachten Probleme, und einem dadurch bedingten Mangel an historischen Vergleichswerten liegt. Die Anreize

für Prosumer:innen wurden in den Forschungsprojekten vergleichsweise hoch angesetzt, um das Gesamtkonzept, die technische Machbarkeit und die allgemeine Bereitschaft der Verbraucher zur Teilnahme testen zu können.

Bei der Kund:innenaquise lag bei den meisten Projekten das Ziel in der Betonung der finanziellen Anreize. Diese Methode könnte sich zukünftig als problematisch darstellen, da der monetäre Wert generell aus den bisherigen Erkenntnissen als nicht besonders hoch einzuschätzen ist. Prosumer:innen neigen dazu, das finanzielle Ziel nicht weiter zu verfolgen, wenn sie merken, dass die erzielbaren Einnahmen zu gering sind und ihnen keine anderen Gründe gegeben werden, die Flexibilisierung weiter zu verfolgen. Die Stärkung von alternativen Motivationen ist daher sehr zu empfehlen. In verschiedenen Projekten konnte festgestellt werden, dass Kund:innen leichter zu gewinnen sind, wenn die Gründe für die Automatisierung klar sind und sie ökologische Vorteile sehen, oder dadurch alternativ ein Beitrag zum stabilen Stromnetz oder zu einer Erhöhung des lokalen Verbrauchs geleistet werden kann.

7.2. Empfehlungen

Die nachstehenden Empfehlungen richten sich an Regierungs- und Regulierungsbehörden mit eher politisch ausgerichteten Zielen sowie an Branchenakteure wie Verteilnetzbetreiber, Energieversorger und Aggregatoren, welche Nutzer:innen rekrutieren, Anreizsysteme konzipieren und Interaktionsplattformen für die Teilnahme an DSM-Projekten entwickeln. Einige von ihnen werden auch für Technologieanbieter und andere Akteure von Bedeutung sein. Die Empfehlungen wurden auf der Grundlage der Ergebnisse des österreichischen Teils des Projekts entwickelt, der sich auf HCI-bezogene Vertrauens- und Akzeptanzfaktoren sowie auf die Analyse von Geschäftsmodellen konzentrierte, und wurden um die Ergebnisse des internationalen Projekts erweitert.

7.2.1. Empfehlungen bezogen auf technische Umsetzungsaspekte:

- **Kombinieren von Zielen:** Viele der Projekte hatten einen einseitigen Schwerpunkt (entweder Märkte oder Netz), was jeweils von den beteiligten Akteuren abhing. Daher ist die Suche nach Möglichkeiten, diese Kluft zu überbrücken und beide Aspekte in die Programmgestaltung einzubeziehen, eine wichtige zukünftige Aufgabe für Unternehmen (neue Geschäftsmodelle) und Regulierungsbehörden, die es zu berücksichtigen gilt.
- **Smart-Meter-Rollout vorantreiben:** Smart-Meter-Rollout ist essentiell für die Nutzung von Flexibilitäten, da die meisten Konzepte ohne detaillierte Messdaten nicht funktionieren. Für Österreich ist es wichtig, diesen Prozess zu beschleunigen, um mehr Demand Side Management Projekte installieren zu können.
- **Sinkende Kosten:** Die Investitions- und Betriebskosten müssen gesenkt werden. Der Aufbau von IT-Infrastruktur oder intelligenten Geräten darf die Einnahmen aus der flexiblen Komponente nicht aufheben. Daher ist weitere Forschung zur Entwicklung effizienter Infrastrukturen für DSM-Anwendungen erforderlich.
- **Vereinheitlichte Schnittstellen:** Die technischen Schnittstellen zwischen verschiedenen Plattformen, Geräten oder Aggregatoren müssen vereinheitlicht werden. Dies erleichtert den Zugang für alle Beteiligten und kann zu insgesamt kostengünstigeren Lösungen führen, die von einer größeren Anzahl von Kund:innen genutzt werden können.

- **Senkung der Marktzugangsbeschränkungen für DSM-Geräte:** Der Präqualifizierungsprozess für das Angebot von Regelenergie ist beispielsweise für kleinere Komponentenhersteller verhältnismäßig komplex. Ein vereinfachtes Präqualifikationsverfahren mit klaren Richtlinien könnte die Anzahl der Geräte, die für bestimmte Marktanwendungen geeignet sind, erhöhen.
- **Regelungen zur Vermeidung von Netzspitzen:** Wie in anderen Ländern könnte die Schaffung passiver Anreize zur Verringerung von Produktions- oder Verbrauchsspitzen, z. B. in Form von Netzkosten für diese Spitzen, dazu führen, dass die Nutzung von Flexibilität aus eigenem Antrieb vorangetrieben wird und weniger externe Automatisierung erforderlich ist. Auch ein Instrument wie die P(U)-Regelung für PV in Deutschland könnte zu solchen Entwicklungen führen.
- **Erleichterung des Zugangs:** Bei einigen Projekten hat sich gezeigt, dass es nicht einfach ist, Kund:innen einzubinden, wenn die Anwendungsfälle sehr komplex und schwer zu verstehen sind oder die technischen/organisatorischen Hürden für den Einstieg sehr hoch sind. Daher ist es wichtig, leicht zugängliche und verständliche Anwendungen oder Tarife anzubieten. Komplexe Verträge können ebenfalls ein Hindernis darstellen und sollten vereinfacht werden.

7.2.2. Empfehlungen betreffend den Endnutzer:innen und der damit verbundenen Kommunikation:

- **Allgemeine Gestaltung der Nutzer:innen-Interaktion:** Die Nutzer:innen zu informieren, sie miteinzubeziehen und ihnen eine Schnittstelle zur Verfügung zu stellen, ist ein Erfolgsfaktor. Die Rolle und die Hauptaufgabe der Nutzer:innen ändert sich mit dem jeweiligen Automatisierungsgrad. Bei einem niedrigem Automatisierungsgrad, bei dem die Nutzer:innen aufgefordert werden, Aktivierungen manuell zu tätigen oder ihre Geräte selbst dafür zu programmieren, ist eine hohe Interaktionsfrequenz erforderlich, die genügend Anreize und umsetzbare Informationen bieten, um die Teilnehmer:innen zu motivieren, den erforderlichen Aufwand zu betreiben.
- **Angleichung der Ziele:** Um Nutzer:innen erfolgreich für die Teilnahme an DSM-Programmen zu gewinnen, ist ein klares Verständnis der Motive der Nutzer:innen für die Teilnahme erforderlich. Dies muss im Rahmen der kommunizierten Gründe für die Automatisierung berücksichtigt werden. Die Motivationen unterscheiden sich stark von Nutzer:innengruppe zu Nutzer:innengruppe und können sehr kontextabhängig sein, was die Entwicklung von unterschiedlich ausgerichteten Kommunikationsstrategien erfordert
- **Anreizgestaltung und Nutzenkommunikation:** Finanzielle Anreize können je nach erforderlichem Aufwand für den Nutzer:innen angemessen und wirksam sein, müssen aber den von den Nutzer:innen erwarteten Investitionen entsprechen, um eine ausreichende Wirkung zu erzielen. Finanzielle Anreize, die nicht dem erforderlichen Aufwand entsprechen, werden die Endnutzer:innen nicht ansprechen. Wenn der von den Nutzer:innen geforderte Aufwand beispielsweise gering ist, könnte es vorteilhaft sein, einen stärkeren Schwerpunkt auf die Vermittlung von Vorteilen für die Umwelt und die Gemeinschaft zu legen, da die Umweltmotivation in der Regel ein starker Grund für die Teilnahme ist, der bei der Kommunikation von Vorteilen zu wenig genutzt wird. Wege zur erfolgreichen und greifbaren Kommunikation (oder Vermittlung) solcher Vorteile für verschiedene Zielgruppen müssen in Nutzer:innen-zentrierten Designprozessen erforscht werden.

- **Bewusstseinsbildung:** Um ein politisches Mandat für die Energiewende und den damit verbundenen Anwendungen zu schaffen, muss ein besseres öffentliches Verständnis für die zu erwartenden Veränderungen in unserem Energiesystem und deren Anforderungen und Kosten geschaffen werden. Dies bezieht auch die Kosten mit ein, welche entstehen, wenn diese Veränderungen nicht vorgenommen werden. Ziel sollte eine erfolgreiche Kommunikation dieser Aspekte sein, z.B. durch Sensibilisierungskampagnen und Medienberichterstattung.
- **Integration von Haushalten mit geringem Einkommen:** Der Vergleich der Geschäftsmodelle zeigt, dass es an Geschäftsmodellen für einkommensschwache Haushalte mangelt. Einkommensschwache Haushalte können beispielsweise an lokalen Energiegemeinschaften teilnehmen, aber es existieren immer noch hohe Einstiegsbarrieren und auch dieser Ansatz kann nach wie vor eher als "nicht exkludierend" als "inkludierend" für einkommensschwache Haushalte bezeichnet werden. Es muss mehr Forschung zu diesem Thema betrieben werden, monetäre Anreize müssen erhöht und Barrieren abgebaut werden. Zu den Barrieren gehören das Verständnis für das Thema, der fehlende Zugang zu DSM-Technologien, hohe Investitionskosten oder komplexe Verträge.
- **Inkrementelles Engagement:** Nutzer:innen von Grund auf zu motivieren, aktiv an der Änderung bestehender Gewohnheiten zu arbeiten, ist selbst für engagierte Teilnehmer:innen eine große Herausforderung und stellt eine erhebliche Hürde für ein groß angelegtes Nutzer:innenengagement dar, das auch andere, schwieriger zu erreichende Nutzer:innen einschließt. DSM-Programme mit höherem Automatisierungsgrad stellen deutlich geringere Anforderungen an die Nutzer:innen und dürften erfolgreicher sein, insbesondere wenn sie im Rahmen von Neubau- oder Renovierungsprojekten eingeführt werden (siehe oben) und die Vorteile klar kommuniziert werden. Solche Projekte mit hohem Automatisierungsgrad bieten sich als Plattform für die schrittweise Einbindung und Aufklärung der Nutzer:innen an und motivieren sie allmählich zu weiteren Schritten wie der Teilnahme an VPPs und/oder der Änderung von Gewohnheiten in dem Maße, wie dies möglich ist, sobald das Verständnis und das Maß an Engagement ausreichend sind.
- **Pilotprojekte mit vielfältigeren Nutzer:innengruppen:** Die Teilnehmer:innen-Profile bestehender Pilotprojekte sind größtenteils männlich*, technikaffin und zählen zur sogenannten Gruppe der „early adopters“. Um die Wirksamkeit verschiedener Ansätze zur Einbindung der Bevölkerung, die erforderlichen kontextuellen Bedingungen und die verfügbare Flexibilität in der breiten Bevölkerung richtig zu verstehen, sind Pilotprojekte mit vielfältigeren Nutzer:innengruppen erforderlich, die schwer erreichbare Verbraucher:innen in größerem Umfang einbeziehen.
- **Veränderungsmomente nutzen:** Die Akzeptanz neuer Systeme und die Entwicklung neuer Gewohnheiten ist in neuen Situationen leichter. Neubau- und Renovierungsprojekte sind vielversprechende Momente, um die technologischen Voraussetzungen für die Teilnahme an DSM-Projekten mit hohem Automatisierungsgrad zu schaffen. Diese können durch geeignete Finanzierungsprogramme und begleitende Vorschriften unterstützt werden.
- **Feedback und Schulung:** Die Rückmeldung an die Endnutzer:innen ist auf jeder Automatisierungsstufe von entscheidender Bedeutung, da sie eine bewusstseinsbildende Wirkung hat. Die Bereitstellung von Informationen über soziale Vergleiche ist von besonderem Wert und stößt aufgrund der Referenz, die sie bietet, auf großes Interesse, weshalb sie stärker genutzt werden sollte. Die Bereitstellung von umsetzbaren (und idealerweise personalisierten) Informationen darüber, wie ein Konsumprofil beeinflusst werden kann und wurde, ist besonders auf niedrigem Automatisierungsniveau wichtig, kann aber auch auf höheren Automatisierungsniveaus

eine wichtige und engagierende Funktion haben, die den Weg für engagiertere Formen der Beteiligung ebnen kann.

- **Gemeinschaftsperspektive:** Da die Energiewende eine kollektive Herausforderung ist, wird die Community-Perspektive in den Bereichen Framing, Feedback, Nutzenkommunikation und Anreizgestaltung noch viel zu wenig genutzt und könnte wesentlich dazu beitragen, die Nutzer:innen besser zu verstehen und zu beteiligen
- **Flexibilitätsprofile mit Personalisierungsoptionen:** Die Flexibilität der Endnutzer:innen ist sehr unterschiedlich, was sowohl auf kontextuelle Faktoren (Wohnform, finanzielle Mittel usw.) als auch auf Strukturen im täglichen Leben (Familiensituation, Krankheiten, Arbeitszeiten usw.) zurückzuführen ist. Es ist daher wichtig, diese Unterschiede in der Flexibilität zu berücksichtigen und die Programme zur Beteiligung der Endnutzer:innen entsprechend zu gestalten. Die Ermittlung und Verwendung typischer Profile, die dann durch Personalisierung weiter verfeinert werden können, kann Frustrationen bei den Teilnehmer:innen vermeiden und eine genauere Einschätzung der verfügbaren Flexibilität ermöglichen.
- **Sicherstellung von Transparenz:** Die Bereitstellung von Transparenz über eine Schnittstelle in Bezug auf alle Automatisierungsvorgänge, die den Energieverbrauch bzw. die Energieflüsse der Nutzer:innen beeinflussen, ist der Schlüssel zur Schaffung von Vertrauen und Akzeptanz. Dies ist besonders wichtig, wenn Auswirkungen auf die Nutzer:innen zu erwarten sind, gilt aber auch, wenn dies nicht der Fall ist, um Unsicherheit über die Vorgänge und das Gefühl fehlender Kontrolle zu vermeiden (selbst wenn diese nur in der Möglichkeit der Überwachung liegt).
- **Bereitstellung von Kontrollmöglichkeiten:** Die Bereitstellung von Kontrollmöglichkeiten jenseits von Opt-In / Opt-Out ist eine Kernkomponente bei der Schaffung von Vertrauen, das auf verschiedenen Automatisierungsebenen unterschiedliche Formen annimmt. Die Möglichkeit der Angabe von Flexibilitätsparametern vermeidet Frustration auf niedrigeren Automatisierungsebenen und ermöglicht ein Gefühl der Kontrolle auf höheren Automatisierungsebenen. Die Möglichkeit eines Vetos auf hohen Automatisierungsebenen wird dieses Gefühl der Kontrolle noch verstärken und die Akzeptanz und das Vertrauen erhöhen, auch wenn es wahrscheinlich nur selten in Anspruch genommen wird.

7.3. Ausblick

Basierend auf den Ergebnissen dieses Projekts sind folgende Themen von besonderem Interesse, die zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht ausreichend beantwortet und als nächstes zu untersuchen sind:

- Antworten auf die Frage zu finden, wie man erfolgreich eine vielfältigere Gruppe von Nutzer:innen rekrutieren und einbinden kann.
- Eine genauere Betrachtung der Rolle der mittleren Akteure wie Verkäufer:innen, Elektroinstallateure und Hausverwaltungen und die Entwicklung von Strategien zur Einbindung und Schulung der mittleren Akteure wie Elektroinstallateure, die oft übersehen werden, aber für die Sensibilisierung und erfolgreiche Rekrutierung entscheidend sein können.
- Gewinnung eines besseren Verständnisses der unterschiedlichen Flexibilitätsprofile von Nutzer:innen im Zusammenhang mit verschiedenen Herausforderungen und Suche nach Möglichkeiten zur Gewährleistung fairer Beteiligungsbedingungen.
- Erforschung von Ansätzen für ein schrittweises Engagement, welche die aktive Komponente der Nutzer:innenrolle durch optionale Schritte mit entsprechenden Anreizen erhöhen, wobei

auch hier Fairness unter Berücksichtigung der Flexibilitätsunterschiede zwischen den Nutzer:innen gewährleistet werden muss.

- Durchführung größerer Versuche, die es ermöglichen, verlässliche Schlussfolgerungen in Bezug auf die erreichbare Flexibilität und die Auswirkungen auf das Netz zu ziehen und einen klaren Weg zur weiteren Skalierung aufzuzeigen.
- Untersuchung der Rolle von Energiegemeinschaften im Zusammenhang mit der Steigerung des Bewusstseins, des Verständnisses und der Akzeptanz von Flexibilitätsanwendungen.
- Identifizierung der Barrieren für sozioökonomisch schwache Haushalte und Suche nach neuen Konzepten/Geschäftsmodellen, die dazu beitragen, diese Bürgergruppe einzubeziehen.
- Weiterentwicklung von technischen Konzepten, die verschiedene Use Cases und die Interessen einer größeren Anzahl von Stakeholdern gleichzeitig vereinen.
- Weitere Untersuchung, welche Änderungen des regulatorischen Rahmens zu einer höheren Adaption der Flexibilitätsautomatisierung führen könnten.

Literaturverzeichnis

- Adams, S., Kuch, D., Diamond, L., Fröhlich, P., Henriksen, I. M., Katzeff, C., Ryghaug, M., & Yilmaz, S. (2021). Social license to automate: A critical review of emerging approaches to electricity demand management. *Energy Research & Social Science*, 80, 102210. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102210>
- Annala, S., Viljainen, S., Tuunanen, J., & Honkapuro, S. (2014). Does Knowledge Contribute to the Acceptance of Demand Response? *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, 2(1), 51–60.
- Azarova, V., Cohen, J. J., Kollmann, A., & Reichl, J. (2020, 11). The potential for community financed electric vehicle charging infrastructure. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 88, 102541. doi:10.1016/j.trd.2020.102541
- Boutilier, R. G., & Thomson, I. (2011). Modelling and measuring the social license to operate: Fruits of a dialogue between theory and practice. *Social Licence*, 2011, 1–10.
- Corinaldesi, C., Fleischhacker, A., Lang, L., Radl, J., Schwabeneder, D., & Lettner, G. (2019). European Case Studies for Impact of Market-driven Flexibility Management in Distribution Systems. 2019 IEEE International Conference on Communications, Control, and Computing Technologies for Smart Grids (SmartGridComm), 1–6. <https://doi.org/10.1109/SmartGridComm.2019.8909689>
Crowdstrom, <https://www.crowdstrom.de/projekt.html> (abgerufen am 3. September 2021; 15:00)
- Fell, M. J., Shipworth, D., Huebner, G. M., & Elwell, C. A. (2015). Knowing me, knowing you: The role of trust, locus of control and privacy concern in acceptance of domestic electricity demand-side response. *ECEEE 2015 Summer Study on Energy Efficiency: First Fuel Now*.
- Gelazanskas, L., & Gamage, K. A. (2014). Demand side management in smart grid: A review and proposals for future direction. *Sustainable Cities and Society*, 11, 22–30.
- Goulden, M., Spence, A., Wardman, J., & Leygue, C. (2018). Differentiating ‘the user’ in DSR: Developing demand side response in advanced economies. *Energy Policy*, 122, 176–185.
- Khederzadeh, M. (2016). Defining and realizing flexibility in distribution grid. *CIREC Workshop 2016*, 1–4. <https://doi.org/10.1049/cp.2016.0767>
- Kostková, K. a. (2013). An introduction to load management. *Electric Power Systems Research*, Vol. 95, S. p. 184-191.
- Liang, X. (2017). Emerging Power Quality Challenges Due to Integration of Renewable Energy Sources. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 53(2), 855–866. <https://doi.org/10.1109/TIA.2016.2626253>
- Paetz, A.-G., Dütschke, E., & Fichtner, W. (2012). Smart homes as a means to sustainable energy consumption: A study of consumer perceptions. *Journal of Consumer Policy*, 35(1), 23–41.
- Paetz, A.-G., Kaschub, T., Jochem, P., & Fichtner, W. (2012). Demand response with smart homes and electric scooters: An experimental study on user acceptance. *ACEEE Summer Study*.

Palensky, P., & Dietrich, D. (2011). Demand side management: Demand response, intelligent energy systems, and smart loads. *Industrial Informatics, IEEE Transactions On*, 7(3), 381–388.

Rezania, R., & Prügler, W. (5 2012). Business models for the integration of electric vehicles into the Austrian energy system. 2012 9th International Conference on the European Energy Market, (S. 1–8). doi:10.1109/EEM.2012.6254771

Regulation (EU) 2019/943 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on the internal market for electricity (recast), OJ L 158 54 (2019).

Ritter, T. a. (2018). The wider implications of business-model research. *Long Range Planning*, Volume 51, Issue 1, S. 1-8.

Robinson, J., Brase, G., Griswold, W., Jackson, C., & Erickson, L. (2014, 10). Business Models for Solar Powered Charging Stations to Develop Infrastructure for Electric Vehicles. *Sustainability*, 6, 7358–7387. doi:10.3390/su6107358

Shaw, J. A., Sethi, N., & Cassel, C. K. (2020). Social license for the use of big data in the COVID-19 era. *Npj Digital Medicine*, 3(1), 1–3. <https://doi.org/10.1038/s41746-020-00342-y>

Xu, X., Chen, C., Zhu, X., & Hu, Q. (2018). Promoting acceptance of direct load control programs in the United States: Financial incentive versus control option. *Energy*, 147, 1278–1287.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Auswirkungserleben und Aufwandserleben nach Automatisierungsstufe	29
Abbildung 2: DSM Interaktions-Akzeptanzmodell zur Darstellung zentraler vertrauensbildender Features und deren sich in Abhängigkeit vom Automatisierungslevel verändernder Relevanz	30
Abbildung 3: In Interfaces eingesetzte Feedbackformen unterschieden nach Automatisierungslevel	30
Abbildung 4: In Interfaces eingesetzte Transparenz bietende Informationen zu Automatisierungsaspekten unterschieden nach Automatisierungslevel	31
Abbildung 5: In Interfaces angebotene Kontrolloptionen unterschieden nach Automatisierungslevel	31
Abbildung 6: In Interfaces eingesetzte Kommunikationsformen zum Nutzen der Automatisierung unterschieden nach Automatisierungslevel.....	32

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: In Workstreams abgedeckte Inhaltsbereiche des IEA Tasks „Soziale Lizenz zum Automatisieren“ mit Fokus auf das österreichische Teilprojekt und die dabei angewandte Methodik	12
Tabelle 2: Übersicht und Vergleich relevanter Use Case Aspekte und Interaktionsdesignaspekte unterschieden nach Automatisierungsstufen	17
Tabelle 3: Qualitative Ergebnisse der Expert:innenbefragung zu Erfolgen, Mängeln und verpassten Gelegenheiten im Interaktionsdesign	25
Tabelle 4: Quantitative Ergebnisse der Expert:innenbefragung zu Nützlichkeit, Nutzungsfreundlichkeit und Vertrauenswürdigkeit von Interfaces unterschieden nach Automatisierungslevel	26
Tabelle 5: Einstufungsschema für Aufwandserleben und Auswirkungserleben entsprechend zu setzende Aktionen und betroffene Lasten	28
Tabelle 6: Business Modelle, welche die Problemstellung des Ladeinfrastrukturmangels für Elektroautos behandeln.	38
Tabelle 7: Businessmodelle, welche verschiedene Möglichkeiten zur Monetarisierung von bestehenden Flexibilitäten an Elektrizitätsmärkten oder zur Nutzung durch Verteilnetzbetreiber beschreiben.	41
Tabelle 8: Businessmodelle, welche sozioökonomisch schwache Haushalte durch verschiedene Ansätze miteinbeziehen.	44
Tabelle 9: Ansätze für alternative Businessmodelle, bei denen die finanzielle Motivation im Hintergrund steht.	46

8 Anhang: Use Case Übersicht für interaktionsbezogene Analyse (5.1)

Use Case	Land	Laufzeit	Use Case Beschreibung	Link
SCDA	AT	2014-2017	Digital unterstützte Förderung von manueller Lastverschiebung in Mehrfamilienhäusern basierend auf unterschiedlichen Preissignalen im Rahmen eines österreichischen Smart City Leitprojektes mit Fokus auf der Nutzung von Gebäudedeflexibilitäten, der aktiven Steuerung des Niederspannungsnetzes, sowie einer IKT-basierten Verschränkung der beiden Bereiche. Ca. 111 Haushalte	https://smartcities.at/projects/smart-cities-demo-aspern/
LEAFS	AT	2015-2018	Digital gestützte Aktivierung manueller Flexibilitätsbereitstellung in Energiegemeinschaft aus Einfamilienhäusern, häufig mit PV-Ausstattung, im Rahmen eines österreichischen Leitprojekts zur Integration von dezentralen Speichern und flexiblen Lasten im Niederspannungsnetz. Ca. 250 Haushalte	https://energieforschung.at/projekt/integration-of-loads-and-electric-storage-systems-into-advanced-flexibility-schemes-for-lv-networks/
P2PQ	AT	2018-2020	Automatisierte Optimierung des Eigenverbrauchs von Energie auf der Ebene von Mehrfamilienhäusern unter Verwendung von Photovoltaik und Batteriespeichern sowie automatisierter Peer-to-Peer-Handel zwischen Mietern im Rahmen eines Projekts zur Entwicklung und Testung neuer Konzepte rund um Wohnen, Energie und Mobilität. Ca. 23 Haushalte	https://nachhaltigwirtschaften.at/en/sdz/projects/peer2peer-im-quartier.php
AGL - Sensibo HEMS/DLC	AU	2018-laufend	Erprobung eventbasierter Akzeptanz von automatisierter Lastverschiebung in Einfamilienhäusern unter Austestung unterschiedlicher Anreize im Rahmen eines Trials zur Nutzung von Flexibilität bei	https://www.agl.com.au/content/aglenergy/nsw/en/about-agl/media-centre/asx-and-media

Use Case	Land	Laufzeit	Use Case Beschreibung	Link
RedGrid - HEMS/DLC			Privatkund:innen zum Abfangen von Lastspitzen. Ca. 60 Haushalte	releases/2020/september/agl-smart-home-kits-help-automate-energy-efficiency-improvements
	AU	2020-2021	Erprobung von Smart-Home-Software und automatisierter Lastverschiebung in Einfamilienhäusern mit aktivem Veto-Angebot an Teilnehmer:innen pro Event als Show Case. Ca. 20 Haushalte	https://redgrid.webflow.io/tullamore-by-mirvac
AGL - VPP	AU	2017-laufend	Automatisierte Eigenverbrauchsoptimierung in einer Energiegemeinschaft von Einfamilienhäusern unter Einsatz von Photovoltaik und Batteriespeichern im Rahmen einer Testung von technischen Möglichkeiten, Teilnahmebereitschaft und Zufriedenheit. 1000+ Haushalte	https://www.agl.com.au/residential/energy/solar-and-batteries/solar-batteries/virtual-power-plant
FHNW	CH	2017-2022	Erhöhung des Anteils des lokalen PV-Verbrauchs durch parameterbeschränkte einzelebasierte Automatisierung von Lastverschiebung in Mehrfamilienhäusern. Ca. 35 Haushalte	https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=38727
Quartierström	CH	2017-2020	Maximierung des Eigenverbrauchs der Gemeinde durch Automatisierung der Gemeindebatterie und Batterien von Einfamilienhäusern mit eventbasierter Automatisierungszustimmung, um die PV-Produktion in der Gemeinde zu halten. Ca. 37 Haushalte	https://quartierstrom.ch/index.php/en/homepage/
LIC	CH	2018-2022	Automatisierte Maximierung des Eigenverbrauchs der Gemeinde (Einfamilienhäuser) durch in Übereinstimmung mit der PV-Stromproduktion unter der	https://lic.energy/

Use Case	Land	Laufzeit	Use Case Beschreibung	Link
BeSmart (Tiko)			Nutzung von Heißwasserspeichern und einer Gemeinde-Batterie. Ca. 17 Haushalte und örtlicher Kindergarten	
	CH	2014-running	Netzentlastung durch automatisierte Lastverschiebung mit Parameter-Option und Veto-Option für Endnutzer:innen via Interface ohne aktive eventbasierte Nachfrage. 6000+ automatisierte Geräte	https://tiko.energy/
GoFlex	CH	High	Bereitstellung (Kauf/Verkauf) von Flexibilität auf dem aufgebauten lokalen Flexibilitätsmarkt für den DSO aus Basis von automatisierter Flexibilitätsbereitstellung in Einfamilienhäusern sowie parameterbeschränkter einzeleventbasierter Lastverschiebung im Rahmen von EV-Ladevorgängen im Rahmen eines EU-Projektes. Ca. 195 Haushalte	https://goflex-project.eu/
GrowSmarter	DE	2015-2019	Bessere Kontrolle des Energieverbrauchs und Engagement für manuelle Einsparungen über ein Smart-Home-System in Mehrfamilienhäusern im Kontext eines EU-weiten Großprojektes rund um intelligente Stadtentwicklung mit den Schwerpunkten Niedrigenergiequartiere, integrierte Infrastruktur und nachhaltige Mobilität. Ca. 50 Haushalte	https://grow-smarter.eu/home/
Shine Community	DE	2019-laufend	Automatisierter Peer-to-Peer-Handel zwischen PV-ausgerüsteten Einfamilienhäusern, öffentlichen Gebäuden und lokalen Unternehmen - Energiegemeinschaft als Dienstleistung und Business Case. Anzahl der Haushalte nicht bekannt	https://www.shine.eco/en/shinecommunity/

Use Case	Land	Laufzeit	Use Case Beschreibung	Link
GETEC Green Heating	DE		<p>Austausch alter Speicherheizungen gegen neue, digital angebundene und regelbare Speicherheizungen zur Schaffung von Flexibilitatspotenzialen zur automatisierten Effizienzsteigerung sowie als Business Case.</p> <p>Anzahl der Haushalte nicht bekannt</p>	<p>https://www.green-com-net-works.com/en/news/joint-venture-getec-green-heating-makes-economical-switch-climate-neutral-real-estate-possible</p>
I Flex	NO	2020-2023	<p>Automatisierte parameterbeschrankte Lastverschiebung in Einfamilienhäusern zur Netzentlastung im Rahmen eines EU-Leitprojekts zur Entwicklung eines Software-Agenten, das Management von Demand Response zwischen unterschiedlichen Stakeholdern unterstützt.</p> <p>Ca. 70 Haushalte</p>	<p>https://www.iflex-project.eu/</p>
Sim4Blocks	SP	2016-2020	<p>Nachfragesteuerung in Mehrfamilienhäusern durch digital unterstütztes Engagement von Endnutzer:innen zur manuellen Lastverschiebung auf der Grundlage von Preissignalen im Rahmen eines EU-Projektes zur Entwicklung innovativer DSM-Services für den privaten sowie gewerblichen Bereich.</p> <p>Ca. 38 Haushalte</p>	<p>https://sim4blocks.eu/</p>

A large, light blue geometric shape, resembling a right-angled triangle or a trapezoid, is positioned on the right side of the page. It has a vertical right edge and a horizontal top edge, with a diagonal line connecting the top-left corner to the bottom-right corner.

**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)**

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

[bmk.gv.at](https://www.bmk.gv.at)