



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Schlussbericht: NEMoGrid – New Energy Business Models in the Distribution Grid

## Teilvorhaben: Entwicklung von (Gamifizierungs-) Strategien zur Verbesserung der Nutzermotivation

*Förderkennzeichen: 0350016B*

*Berichtszeitraum: 01.09.2017 – 31.12.2020*

*Zuwendungsempfänger: Technische Universität Chemnitz,  
Professur Allgemeine Psychologie und  
Arbeitspsychologie*

*Autoren: Maria Kreuzlein  
Susen Döbelt*

*Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.*

## INHALTSVERZEICHNIS

Abbildungsverzeichnis.....	4
Tabellenverzeichnis .....	6
I. Kurze Darstellung .....	7
Aufgabenstellung .....	7
Voraussetzungen des Vorhabens .....	7
Kurze Darstellung: Planung und Ablauf des Vorhabens.....	11
Wissenschaftliche und technischer Stand .....	11
Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	12
II. Eingehende Darstellung erzielter Ergebnisse .....	13
AP 0 – Projektmanagement .....	13
AP 1 – Szenario 2025.....	14
AP 2 – Markt- und Tarifgestaltung.....	14
2.1 Tiefeninterviews .....	14
Interviewleitfaden.....	15
Akquise.....	15
Ablauf.....	16
Geschäftsmodelle.....	16
Stichprobenbeschreibung.....	16
Ergebnisse.....	17
Akzeptanz .....	17
Einstellung .....	17
Wahrgenommene Einfachheit der Nutzung.....	19
Nützlichkeit.....	20
Nutzungsbereitschaft.....	21
Persönliche Normen.....	21
Kosteneinsparung .....	22
Anschaffung Energiespeicher .....	22
Zusammenfassung.....	23
2.2 Online-Befragung .....	26
Akquise.....	26
Ablauf.....	26
Stichprobenbeschreibung.....	27
Zusammenfassung.....	28
AP 3 – Modellierung und Simulation.....	30
3.1 Online-Befragung .....	30
Akquise, Ablauf, Stichprobenbeschreibung.....	31
Ergebnisse.....	31
Zusammenfassung.....	33
AP 4 – Verbesserung Akzeptanz und Zusammenarbeit mit Nutzern .....	34

4.3 Online-Befragung mit Conjoint Analyse .....	40
Akquise .....	41
Ablauf .....	42
Ergebnisse .....	43
Conjoint-Analyse .....	43
Zusammenfassung .....	45
AP 5 – Umsetzung, Skalierbarkeit und Replizierbarkeit .....	45
5.4 Feldversuch .....	46
Akquise .....	47
Ablauf .....	47
Stichprobe .....	49
Ergebnisse .....	49
Informationsbedürfnisse .....	50
.....	52
Nutzungsverhalten, Usability und User Experience der Nutzerschnittstelle .....	52
Gamifizierung .....	54
Zusammenfassung .....	55
AP 6 – Verbreitung und Berichtlegung .....	56
Projektwebseite .....	56
Wissenschaftliche Veröffentlichungen und Vorträge .....	56
ERA-Net Knowledge Community .....	57
III. Voraussichtlicher Nutzen .....	58
IV. Veröffentlichung der Ergebnisse .....	58
Literatur .....	61

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABBILDUNG 1. ARBEITSPAKETSTRUKTUR NEMOGRID, LEITUNG ARBEITSPAKETE 4 UND 6 DURCH DIE FORSCHERGRUPPE AAP DER TU CHEMNITZ. ....	8
ABBILDUNG 2. PROJEKTABLAUF. ....	11
ABBILDUNG 3. EINSTELLUNG ZU GESCHÄFTSMODELLEN MIT 95 % KONFIDENZINTERVALLEN (N = 21).....	18
ABBILDUNG 4. HÄUFIGKEIT VON VORTEILEN (OBEN) UND NACHTEILEN PRO GESCHÄFTSMODELL (N = 21)....	19
ABBILDUNG 5. PERSÖNLICHE NORMEN AUFGETEILT NACH BENUTZERGRUPPE MIT 95 %IGEN KONFIDENZINTERVALL (N = 21). ....	21
ABBILDUNG 6. BEWERTUNG DER AKZEPTANZ DER GESCHÄFTSMODELLE (VAN DER LAAN, HEINO, & DE WAARD;[11]), N = 178. ....	28
ABBILDUNG 7. NUTZUNGSBEREITSCHAFT; ZUSTIMMUNGSSKALA VON 1 = „GAR NICHT“ BIS 7 = „SEHR“, N = 178. ....	29
ABBILDUNG 8. ERWARTUNGEN AN ZUKÜNFTIGE GESCHÄFTSMODELLE, N = 178. ....	29
ABBILDUNG 9. HÄUFIGKEIT (%) DER BEWERTUNG DER MOTIVATIONSWIRKUNG VERSCHIEDENER STRATEGIEN BEI P2P, N = 57. ....	31
ABBILDUNG 10. HÄUFIGKEIT (%) DER NENNUNG DES INFORMATIONSMODUS BEI P2P, N = 57. ....	32
ABBILDUNG 11. HÄUFIGKEIT (%) DER NENNUNG DER INFORMATIONSFREQUENZ IM P2P, N = 57. ....	33
ABBILDUNG 12. FOKUSGRUPPENTEILNEHMERINNEN WÄHREND DER ERFASSUNG VON BEDÜRFNISSEN FÜR DAS PEER-TO-PEER SZENARIO. ....	36
ABBILDUNG 13. WEBINTERFACE HIVE POWER. ....	37
ABBILDUNG 14. BEISPIEL EINER WAHLAUFGABE DER BEFRAGUNG MIT CONJOINT-ANALYSE. ....	42
ABBILDUNG 15. WICHTIGKEIT DER FAKTOREN DER CONJOINT-ANALYSE. ....	44
ABBILDUNG 16. LUGAGGIA FELDVERSUCH PROJEKTZIELE. ....	46
ABBILDUNG 17. LUGAGGIA COMMUNITY ( <a href="https://www.energieschweiz.ch/stories/solarstrom-quartier/">HTTPS://WWW.ENERGIESCHWEIZ.CH/STORIES/SOLARSTROM-QUARTIER/</a> ). ....	47
ABBILDUNG 18. SCREENSHOT LIC WEBSEITE, OKTOBER 2020. ....	48
ABBILDUNG 19. BEWERTUNG DER ZUGÄNGLICHKEIT VON INFORMATIONEN WÄHREND DES FELDVERSUCHES DURCH N = 5 KONSUMENTEN. ....	50
ABBILDUNG 20. ANGABE DER WICHTIGKEIT DER INFORMATIONEN DURCH KONSUMENTEN IM FELDVERSUCH; N = 5. *DIE STANDARDABWEICHUNGEN (SD) DER WICHTIGKEITSBEWERTUNGEN VARIIEREN ZWISCHEN 0,00 (FÜR NETZSTABILITÄT) UND 1,15 FÜR (EXIT-, KÜNDIGUNGSOPTIONEN), WAS AUF UNTERSCHIEDE IN DER EINHEITLICHKEIT DER TEILNEHMERBEWERTUNGEN HINWEIST. DER MITTELWERT DER SD BETRÄGT 0,53. ....	51
ABBILDUNG 21. BEWERTUNG DER ZUGÄNGLICHKEIT VON INFORMATIONEN IM FELDVERSUCH DURCH N = 1 PROSUMENTEN. ....	51
ABBILDUNG 22. BEWERTUNG DER WICHTIGKEIT VON INFORMATIONEN IM FELDVERSUCH DURCH N = 1 PROSUMENTEN. ....	52
ABBILDUNG 23. MITTLERE BEWERTUNGEN FÜR DIE ISONORM [11]-SKALEN; N = 4; DIE STANDARDABWEICHUNGEN (SD) DER ISONORM-BEWERTUNGEN VARIIEREN ZWISCHEN 2,12 (FÜR FEHLERROBUSTHEIT) UND 3,06 (FÜR BEHERRSCHBARKEIT), WAS AUF GROBE UNTERSCHIEDE IN DER EINHEITLICHKEIT DER TEILNEHMERBEWERTUNGEN HINWEIST. DER MITTELWERT DER SD BETRÄGT 2,41. ....	53
ABBILDUNG 24. MITTLERE BEWERTUNGEN FÜR DEN ATTRAKDIFF2-FRAGEBOGEN [12]. DIE STANDARDABWEICHUNGEN (SD) DER ATTRAKDIFF2-BEWERTUNGEN VARIIEREN ZWISCHEN 1,48 (FÜR HEDONISCHE QUALITÄT (STIMULATION)) UND 2,14 (PRAGMATISCHE QUALITÄT), WAS AUF UNTERSCHIEDE IN DER EINHEITLICHKEIT. ....	53
ABBILDUNG 25. AUSSAGEN FÜR POSITIVE (GRÜN, LINKE SEITE) UND KRITISIERTE (GRAU, RECHTE SEITE) EIGENSCHAFTEN DER WEBSITE; N = 3. ....	54
ABBILDUNG 26. BEISPIELZITATE MIT IDEEN VON FELDVERSUCHSTEILNEHMERN FÜR DREI VERSCHIEDENE GAMIFIZIERUNGS-ANSÄTZE. ....	55

Abbildungen zu Projektergebnissen für diesen Bericht wurden aus den angefertigten Deliverables entnommen und sind daher zum größten Teil in englischer Sprache verfasst.

## TABELLENVERZEICHNIS

TABELLE 1. <i>DESKRIPTIVE ERGEBNISSE FÜR DIE AKZEPTANZBEWERTUNGEN (M; SD; N = 21)</i> .....	17
TABELLE 2. <i>MITTLERE BEWERTUNG DER WAHGENOMMENEN BENUTZERFREUNDLICHKEIT (N = 21)</i> .....	20
TABELLE 3. <i>MITTLERE BEWERTUNGEN FÜR DIE WAHGENOMMENE NÜTZLICHKEIT (N = 21)</i> .....	20
TABELLE 4. <i>DESKRIPTIVE ERGEBNISSE GEWÜNSCHTEN EINSPARUNGEN FÜR DIE JEWEILIGE NUTZERGRUPPE (EINSPARUNG IN % ; N = 21)</i> .....	22

## I. KURZE DARSTELLUNG

### AUFGABENSTELLUNG

Das NEMoGrid Projekt konzentrierte sich auf die Entwicklung und Definition innovativer Geschäftsmodelle, die das Durchdringen des Verteilnetzes mit erneuerbaren Energien befördern. Der Schwerpunkt lag dabei auf der Definition einer Peer-to-Peer-Strategie, die auf einer Blockchain-Technologie basiert. Neue Geschäftsmodelle sollen die aktive Beteiligung der BürgerInnen und die Übernahme neuer Rollen fördern, indem sie ermöglichen, neue Märkte als Akteure zu erschließen. Die Geschäftsmodelle wurden an Demonstrations-Standorten validiert. Die technischen Entwicklungen wurden im Rahmen von NEMoGrid durch die Nutzerforschung unterstützt und empirische Daten zu Prosumenten-/Konsumentenscheidungen und -Interaktionen gesammelt. Die Ergebnisse wurden anschließend verwendet um die Simulationen kontinuierlich zu verfeinern und die Übernahme und Akzeptanz der Geschäftsmodelle zu unterstützen.

Der Fokus des Teilvorhabens – Entwicklung von (Gamifizierungs-)Strategien zur Verbesserung der Nutzermotivation – unter Leitung der Forschergruppe Allgemeine und Arbeitspsychologie der Technischen Universität Chemnitz (AAP) lag auf der Identifikation und Erforschung von Faktoren zur Stärkung der Teilnahmemotivation an neuen Geschäftsmodellen zur dezentralen Energiegewinnung. Hierzu wurden sowohl Online-Befragungen als auch Studien mit potentiellen und tatsächlichen NutzerInnen im Feld durchgeführt. Die Aufgaben umfassten im Detail die Erhebung von Nutzeranforderung für innovative Geschäftsmodelle, die Identifikation von Strategien zur Erhöhung der Teilnahmemotivation, die nutzerzentrierte Bewertung und Verbesserung bestehender Benutzeroberflächen für neue Geschäftsmodelle, und die Evaluation eines implementierten Geschäftsmodells im Rahmen eines Feldversuches.

### VORAUSSETZUNGEN DES VORHABENS

Die Erzeugung von Sonnenenergie durch Photovoltaik (PV)-Anlagen in Verbindung mit der Installation von Wärmepumpen und der Einführung der Elektromobilität wird die Belastung des Verteilnetzes erhöhen und könnte zu Netzininstabilitäten führen. Um dieses Problem zu überwinden, werden Investitionen von mehreren Milliarden Euro in die Netzinfrastruktur erwartet. Darüber hinaus wird das Wachstum der dezentralen Stromerzeugung, Veränderungen in den Geschäftsmodellen der Energieversorger erzwingen. Kunden werden ihren regelmäßigen Stromverbrauch aus dem zentralen Netz zugunsten von lokal erzeugtem Strom reduzieren; sie könnten den Eigenverbrauch erhöhen und beginnen, in Speicheranlagen zu investieren, um ihre Energieunabhängigkeit zu erhöhen. Dennoch werden diese Kunden realistischerweise immer noch vom zentralen Netz bei Not- oder Spitzenverbrauch abhängig sein, so dass

die Versorgungsunternehmen ihre kostspielige Infrastruktur und Stromerzeugungskapazitäten aufrechterhalten müssen, selbst wenn die Einnahmen aus dem Verbrauch zurückgehen. Entgangene Einnahmen führen dazu, dass die Tarife, die andere Kunden zahlen, erhöht werden müssen, um die Kosten für die Anlagen des Versorgungsunternehmens (Netzleitungen, Transformatoren usw.) zu decken. Um in dieser neuen Dynamik erfolgreich zu sein, muss ein Verteilnetzbetreiber verstehen, wie er mit Prosumenten-Bedürfnisse umgeht und neue Geschäftsmodelle definieren und integrieren kann.

Vor dem Projektstart von NEMoGrid war die Studienlage und die damit verbundenen Erkenntnisse im Hinblick auf die Nutzeranforderungen und -motivation bezüglich innovativer Geschäftsmodelle spärlich. Die Zusammensetzung des Projektkonsortiums bestehend aus den Partnern [SUPSI](#) (Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana), [ZSW](#) (Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg), [SUST](#) (Sustainable Innovation), [NGenic](#), [Sonnen](#), [Upplands Energi](#) und zunächst Slock.it (später im Projektverlauf ersetzt durch [Hive Power](#)) ermöglichte eine interdisziplinäre Zusammenarbeit und die Entwicklung nutzerzentrierter Lösungen. In Abbildung 1 sind die Arbeitspakete und Verantwortlichkeiten Der Projektpartner dargestellt.

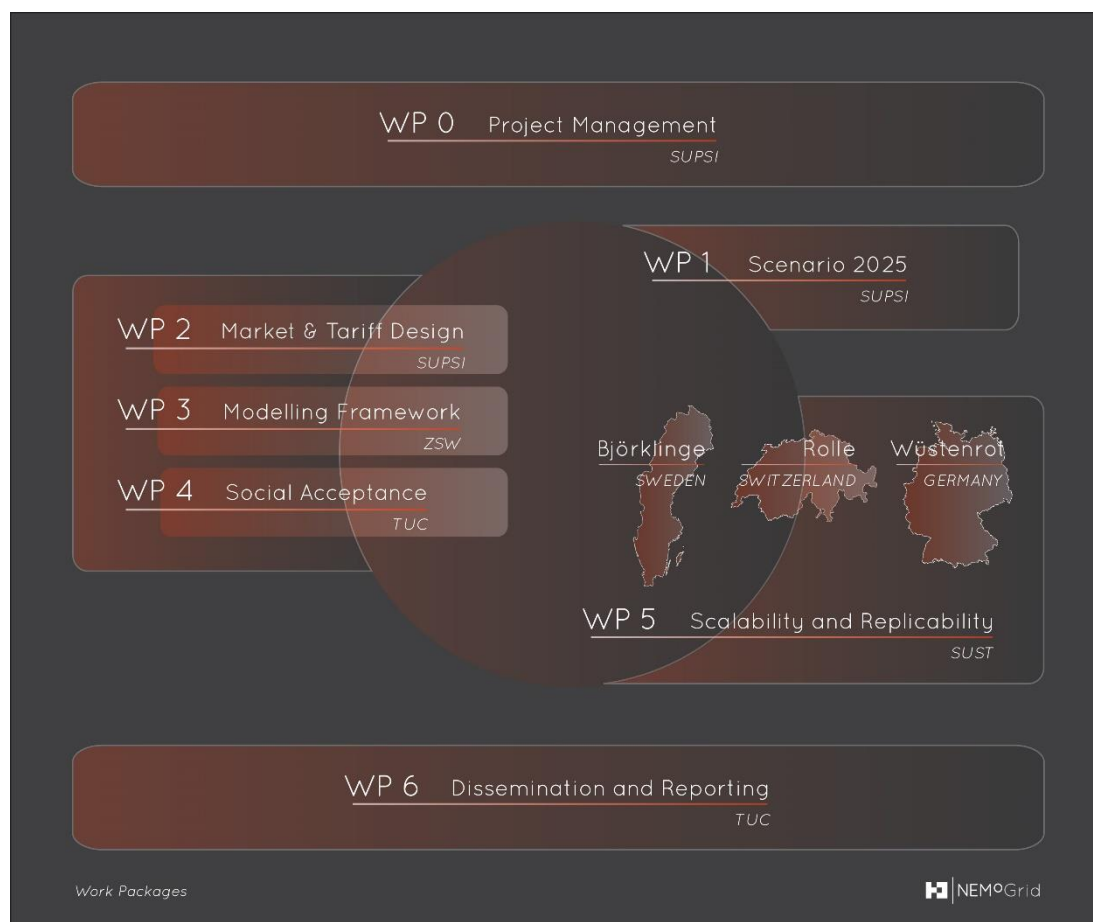


Abbildung 1. Arbeitspaketstruktur NEMoGrid, Leitung Arbeitspakete 4 und 6 durch die Forschergruppe AAP der TU Chemnitz.



Die Projektpartner brachten dabei unterschiedliche Expertise aus dem Bereich Wissenschaft und Praxis ein.

Der Konsortialführer SUPSI hat mehr als 30 Jahre Erfahrung im Bereich PV-basierter Stromerzeugung und deckt den gesamten Entwicklungsstrang dieser Technologie ab, von der Prüfung von PV-Modulen über die Modellierung bis hin zur Systemanalyse. In den letzten Jahren hat das ISAAC-Institut an einer Reihe von Forschungs- und Entwicklungsprojekten im Bereich Smart Grid teilgenommen, wobei es sich auf dezentrales Demand Side Management spezialisiert hat. ISAAC ist ein aktives Mitglied des Schweizer Kompetenzzentrums für Energieforschung zur zukünftigen elektrischen Infrastruktur der Schweiz SCCER FURIES. Die Abteilung für Betriebswirtschaft, Gesundheit und Soziales (DEASS) zielt darauf ab, einen spezifischen Beitrag zur Interpretation von gesundheits-, wirtschafts- und sozialpolitischen Fragen zu leisten, wobei sie sich besonders auf die Herausforderungen und Bedürfnisse von BürgerInnen, Unternehmen, Organisationen und öffentlichen Einrichtungen im Gebiet konzentriert. SUPSI war innerhalb des NEMoGrid-Projektes verantwortlich für das Projektmanagement (AP 0), Szenarien 2025 (AP 1) und das Arbeitspaket Markt- und Tarifdesign (AP 2). Begleitend trug SUPSI auch zu den Arbeitspaketen Modellierung und Simulation (AP 3) und AP 5 Skalierbarkeit und Replizierbarkeit bei. Im Rahmen des Feldversuches (AP 5) stellte SUPSI den Kontakt zum nationalen Forschungsprojekt LIC „Lugaggia Innovation Community“ her. LIC ist eine Selbstverbrauchsgemeinschaft, die die Nutzung lokaler Solarenergie zwischen Prosumenten im selben Stadtteil optimiert und automatisiert. Dabei wurde lokale Solarenergie von Prosumenten mit einer öffentlichen Solar- und Batterieanlage kombiniert.

Thematische Schwerpunkte der TUC (Forschergruppe Allgemeine Psychologie und Arbeitspsychologie: AAP) bilden die Bereiche Nutzerforschung im Bereich Elektromobilität, Fahrerverhalten und die Erforschung kognitiver Prozesse sowie Usability von Software- und Webprodukten. Usability-Untersuchungen von mobilen Diensten sowie die Untersuchung von Privatsphärenbedenken bei Smart-Grid-Anwendungen standen in Vorprojekten bereits im Fokus der Nutzerforschung der AAP. Insgesamt wurde eine große Anzahl an Fragestellungen zur Gebrauchstauglichkeit und Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen in nationalen sowie internationalen Forschungs- und Beratungsprojekten bearbeitet. Diese Expertise brachte die AAP ins Konsortium ein. Die AAP leitete die NEMoGrid- Nutzerforschung und war an den Arbeitspaketen 2, 3, und 5 beteiligt. Die Forschergruppe leitete die Arbeitspakete 4 (Verbesserung der Akzeptanz und Zusammenarbeit mit Nutzern) und 6 (Verbreitung und Verwertung; siehe Abbildung 1).

Das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) ist eines der führenden Institute für angewandte Forschung in den Bereichen Photovoltaik, regenerative Brennstoffe, Batterietechnologie, Brennstoffzellen und Energiesystemanalyse. Das ZSW war federführend im Arbeitspaket 3 Modellierung und Simulation. Innerhalb dieses Arbeitspaketes trug das ZSW mit der Entwicklung und

Simulation von intelligenten autonomen Agenten im Kontext neuer innovativer Geschäftsmodelle zur Sicherstellung eines kosten- und energieeffizienten Betriebs zum Projekt bei.

**Sustainable Innovation (SUST)** ist eine gemeinnützige Organisation der Association for Energy Efficiency. Innerhalb von NEMoGrid koordinierte SUST die API-Entwicklung und den Einsatz auf dem Testgelände in Schweden (AP 5).

**Ngenic** bietet Plattformen für Smart Home an. Ngenic implementierte eine Steuer-API, damit das NEMoGrid-System die Wärmepumpen in der großen Testanlage steuern kann. Diese Testanlage beinhaltete 500 Haushalte eines Smart-Grid-Pilotprojektes mit 1MW Bedarfsflexibilität.

Für Feldtests steuerte **sonnen** Batterien zum NEMoGrid-Projekt bei. Auch die Arbeitspakete zum Markt- und Tarifdesign (AP 2) unterstützte sonnen mit seinen Erfahrungen und Daten aus der sonnenCommunity.

**Upplands Energi** ist ein ländliches Verteilernetz. Da es sich um ein kundeneigenes Netz handelt, liegt der Hauptfokus darauf, die Netzkosten nicht zu erhöhen, was in den letzten 5 Jahren nicht nötig gewesen ist. Upplands Energi unterstützte die NEMoGrid Feldversuche (AP 5).

**Hive Power** bietet Beratungsdienstleistungen zur Optimierung des elektrischen Verteilungsnetzes, sowohl aus technischer als auch aus wirtschaftlicher Sicht. Hive Power entwickelt schlüsselfertige Lösung für die Schaffung und Verwaltung von lokalen Energiegemeinschaften auf Basis der Blockchain Technologie, die eine wirtschaftliche Optimierung für ihre TeilnehmerInnen durch die Senkung ihrer Energierechnungen bietet. Die Rolle im NEMoGrid-Projekt bestand darin, einen Zugang zu Blockchain-basierten Lösung für das Management von Energiegemeinschaften zu schaffen. Hive Power übernahm die Rolle von slock.it (Blockchain Unternehmen aus Mittweida, Deutschland), welches aus Ressourcengründen das Forschungsprojekt im Sommer 2019 verließ.

Im Rahmen des Forschungsprojektes waren auf Seite der TUC im letzten Projektjahr (2020) Laborstudien und Feldtests geplant. Im Zuge der Laborstudien sollten relevante Faktoren für diverse Nutzerschnittstellen identifiziert werden. Bezüglich der Feldtests war eine umfassende und längsschnittliche vor-Ort Befragung der NutzerInnen zum Projektbeginn geplant. Aufgrund der **Corona-Pandemie** kam es bereits Mitte März zur Schließung der Laborräume und weitreichenden Reisebeschränkungen. Es wurden Alternativen zu den ursprünglich geplanten Labor- und Feldtests entwickelt. Hierfür wurden u.a. Online-Befragungen mit den Inhalten der ursprünglich geplanten Laborstudien vereint. Physischer Kontakt mit Probanden bzw. NutzerInnen konnte so umgangen werden.

## KURZE DARSTELLUNG: PLANUNG UND ABLAUF DES VORHABENS

Die Projektstruktur gliederte sich in sechs Arbeitspakete mit zugehörigen Unterarbeitspaketen, die in der folgenden Grafik zu sehen sind.

Die Partner des Projektkonsortiums übernahmen unterschiedliche inhaltliche Verantwortungsbereiche: So war die AAP für die Bearbeitung des AP 4 („Verbesserung Akzeptanz und Zusammenarbeit mit Nutzern“) und des AP 6 („Verbreitung und Berichtlegung“) verantwortlich. Der Konsortialführer SUPSI leitete die Arbeitspakete 0 („Projektmanagement“), 1 („Szenario 2025“), und 2 („Markt- und Tarifgestaltung“) und SUST widmete sich dem Arbeitspaket 5 („Umsetzung, Skalierbarkeit und Replizierbarkeit“). Der zeitliche Ablauf der einzelnen Unterarbeitspakete ist der nachfolgenden Abbildung 2 zu entnehmen.

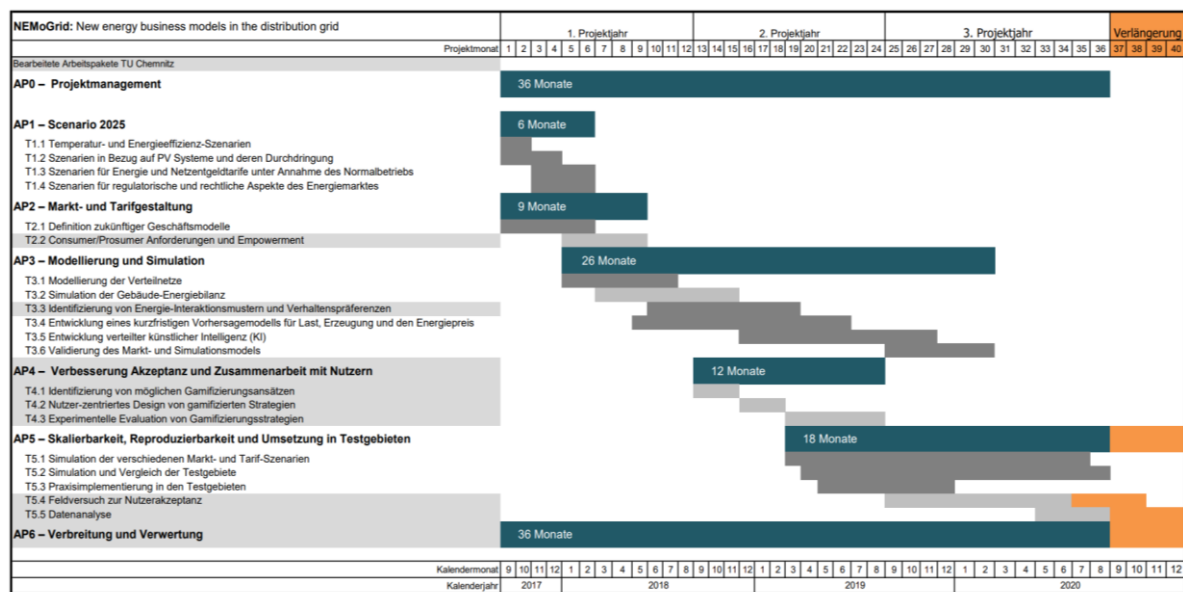


Abbildung 2. Projektlauf.

Die Ergebnisse der einzelnen Arbeitspakete werden im Abschnitt II EINGEHENDE DARSTELLUNG detailliert beschrieben.

Das Gesamtprojekt NEMoGrid startete im April 2017. Mit etwas Verzögerung wurde die Bearbeitung auf Seite der deutschen Partner offiziell am 01.09.2017 mit einer Gesamtlaufzeit von 36 Monaten begonnen. Die ursprüngliche Arbeits- und Zeitplanung musste Mitte 2019 überarbeitet werden. Aufgrund von zeitlichen Verschiebungen in den AP 5 und dem Wechsel eines Projektpartners musste die darauf aufbauende Durchführung und Auswertung des Feldtests verschoben werden. Daher wurde eine kostenneutrale Verlängerung des Projektes bis zum 31.12.2020 beantragt.

## WISSENSCHAFTLICHE UND TECHNISCHER STAND

- Angaben bekannter Strukturen, Verfahren und Schutzrechte, die für die Durchführung des Vorhabens benutzt wurden

In Bezug auf das Vorhaben lagen der AAP keinerlei Strukturen oder Schutzrechte vor, die für die Durchführung des Projektes genutzt wurden. Bei der Erfassung von etablierten Konstrukten der Mensch-Technik-Interaktion (bspw. Akzeptanz oder Technikaffinität [01]) wurden frei zugängliche Verfahren (Fragebögen) zur Erfassung genutzt. Im Rahmen der Studiendurchführung wurden verschiedene etablierte Methoden (bspw. Conjoint-Analyse, Fokusgruppen) eingesetzt und auf den Anwendungskontext angepasst. Die Methoden sind ebenfalls frei zugänglich beschrieben, für die Erhebung bedurfte es aber zum Teil spezifischer, kostenpflichtiger Software-Lizenzen (LimeSurvey, Sawtooth).

- **Angaben der verwendeten Fachliteratur sowie benutzte Informations- und Dokumentationsdienste**

Im Rahmen der verschiedenen Studien mit Prosumenten und Konsumenten nutzte die AAP frei zugängliche Fachliteratur aus dem Bereich Mensch-Maschine-Interaktion. Modelle, Verfahren und Konstrukte wurden als Grundlage verwendet und auf den Forschungskontext Smart Grids sich selbst versorgende Energiegemeinschaften angepasst. So wurden beispielsweise zu Projektbeginn theoretische Modelle zu Technikakzeptanz (RTAM, Toft et. al, 2014) als Grundlage für die Studienkonzeption genutzt. Des Weiteren wurden theoretisch beschriebene Ansätze (bspw. Förderung von Kompetenz oder Verbundenheit mit anderen) für Gamifizierung aufgenommen und für den spezifischen Forschungskontext abgefragt. Für die Erfassung von bestimmten Variablen wie z.B. Technikaffinität (ATI-Fragebogen, [01]) und Usability (SUS, Brooke, 1996) wurden in der Literatur beschriebene Skalen eingesetzt. Die Literaturquellen wurden in den dokumentierten Auswertungen und Publikationen referenziert.

## **ZUSAMMENARBEIT MIT ANDEREN STELLEN**

Zusätzlich zur internen Zusammenarbeit mit den Konsortialpartner, fand eine Zusammenarbeit mit anderen Stellen im Rahmen von inhaltlichem Austausch mit thematisch ähnlich ausgerichteten Forschungsprojekten statt.

Die Projektmitarbeiterinnen der AAP nahmen am ERA-Net Smart Energy Systems Knowledge Community Meeting in Malmö im Mai 2018 teil, welches im Rahmen der Nordic Clean Energy Week (Mai 2018) durchgeführt wurde. Durch den wertvollen Beitrag der AAP zur Working Group Citizenship and Consumer Involvement entstanden Synergien mit anderen im Rahmen des ERA-Net Smart Energy Systems Call geförderten Projekten (z.B. Grid-Friends, ReFlex). Im September 2018 nahm die AAP an einem weiteren Treffen der Working Groups in Magdeburg teil. Hierfür wurden Präsentationen des Projektes vorbereitet und Diskussionsinhalte in die Arbeitsgruppe Citizenship and Consumer Involvement eingebracht. Im Dezember 2018 fand ein Folgemeeting der ERA-Net Arbeitsgruppe statt. Hierfür wurde ein schriftlicher Beitrag mit dem Titel „Conflicting user needs ‘degrees of freedom’ and ‘ease of use’“ sowie eine Zusammenfassung der Projektergebnisse erstellt und innerhalb des Meetings mit den Teilnehmern diskutiert. Die Projektmitarbeiterinnen der AAP beteiligten sich auch an der Erstellung von Dokumenten

für das projektübergreifende Treffen der ERA-Net Smart Energy Systems Knowledge Community Working Groups in Namur Belgium (Oktober 2019). Aufgrund der europaweiten COVID 19 Pandemie fand ein weiteres Meeting der Knowledge Community im November 2020 digital statt. Hier nahm eine Vertreterin der AAP online teil.

Die Erhebungen im Rahmen des Feldversuches wurden in enger Kooperation mit dem nationalen Forschungsprojekt LIC durchgeführt. So wurde der Kontakt zu Pro- und Konsumenten in Lugaggia hergestellt und Studienaufrufe über den Newsletter des LIC Projektes verbreitet.

Darüber hinaus nahmen die Projektmitarbeiterinnen am 4. Fachsymposium - Mobilität der Zukunft mit einem Vortrag teil, um Einblicke in die NEMoGrid-Nutzerforschung zu geben.

Zur besseren Verbreitung der Ergebnisse der Nutzerstudien wurden regelmäßig Pressebeiträge in Zusammenarbeit mit der Pressestelle der TU Chemnitz erstellt und veröffentlicht.

## **II. EINGEHENDE DARSTELLUNG ERZIELTER ERGEBNISSE**

Nachfolgend werden die im Projektverlauf erzielten Ergebnisse anhand der Arbeitspaketstruktur und der Beteiligung der AAP dargestellt. Die Abbildungen zu Projektergebnissen für diesen Bericht wurden aus den angefertigten Deliverables entnommen und sind daher zum größten Teil in englischer Sprache verfasst.

### **AP 0 – Projektmanagement**

Ziel des Projektmanagements war die Gewährleistung von Koordination und Abstimmung innerhalb des Konsortiums. Die Konsortialführung wurde durch den Projektpartner SUPSI wahrgenommen.

Die AAP trug zur Organisation und Durchführung der regelmäßig durchgeführten Konsortialtreffen bei. Das Kick-Off-Meeting erfolgte im Mai 2017 in Lugano beim Projektpartner SUPSI. Es folgten weitere Konsortialtreffen im Januar 2018 im Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW) in Stuttgart, im September 2018 in den Räumlichkeiten der Technischen Universität Chemnitz und im Juli 2019 in Stockholm beim Projektpartner SUST. Aufgrund der Corona-Pandemie wurden die ursprünglich mit physischer Anwesenheit geplanten Projekttreffen im letzten Projektjahr ausschließlich digital durchgeführt. Neben der jeweiligen Erarbeitung der Agenda, und der Ausrichtung des Konsortialtreffens trug die AAP mit Präsentationen zum jeweils aktuellen Arbeitsstand zu den Konsortialtreffen bei.

Nach dem Kick-Off-Meeting wurden vierzehntägig Telefonkonferenzen durchgeführt, in denen ein kontinuierlicher Austausch über die Arbeitsplanung und -ergebnisse erfolgte. Die AAP nahm an diesen Telefonkonferenzen regelmäßig teil.

Zudem trug die AAP umfangreich zur Außendarstellung des Projektes und Veröffentlichungen von Projektergebnissen bei. Dies erfolgte in Form von Webseiten- und Konferenzbeiträgen, Teilnahme und Ausrichtung übergreifender Projektworkshops sowie der Erstellung wissenschaftlicher Publikationen. Diese Ergebnisse sind detailliert im Abschnitt VERÖFFENTLICHUNGEN DER ERGEBNISSE dargestellt.

### AP 1 – Szenario 2025

Das Ziel dieses Arbeitspaketes war es zukünftige Szenarien für europäische Netze und deren beeinflussende Variablen für das Jahr 2025 zu untersuchen.

Die Verantwortung und Bearbeitung des Arbeitspaketes lag ausschließlich beim Projektpartner SUPSI. Die Ergebnisse aus dem Arbeitspaket bildeten die Grundlage für AP 2, 3 und 4.

### AP 2 – Markt- und Tarifgestaltung

Das Ziel dieses Arbeitspaketes war es einen gut gestalteten Markt zu definieren, der zu wirtschaftlich effizienten Lösungen anregt, Innovationen fördert und die Netzsicherheit unter Einbeziehung von Demand Response, verteilter Erzeugung und verteilter Speicherung maximiert. Im Rahmen des AP 2 übernahm die AAP die Aufgabe, die Nutzerperspektive auf die Szenarien zu untersuchen und Erkenntnisse zu generieren, die zu einer erhöhten Benutzerfreundlichkeit, Zugänglichkeit und Akzeptanz der verschiedenen Szenarien beitragen können.

Schwerpunkt der Arbeiten der AAP war die Konzeption, Durchführung und Auswertung von Tiefeninterviews als auch eine breit angelegte Online-Befragung. Letztere umfasste sowohl Inhalte aus AP 2 als auch Inhalte aus AP 3. Es wurden sowohl Fragen zur Akzeptanz Energiegeschäftsmodellen untersucht, als auch Fragen zu gewünschten Informationen, Nutzerschnittstellen und (Verhaltens-) Präferenzen integriert.

Im Folgenden wird zuerst über die Tiefeninterviews und anschließend den AP 2 relevanten Teil der Online-Befragung berichtet.

## 2.1 TIEFENINTERVIEWS

Auf Grundlage einer tiefgreifenden Literaturrecherche, der daraus entwickelten Geschäftsmodelle sowie Anforderungen und Strategien zur Stärkung der Nutzerbeteiligung wurde Tiefeninterviews konzipiert (AP 2.2). Die Arbeiten der AAP beinhalteten dabei:

- die Aufbereitung der Geschäftsmodelle in einer für Nutzer verständlichen Art und Weise,
- die Erstellung eines Interviewleitfadens,
- die anschließende Akquise von Probanden sowie
- die Durchführung,
- die Auswertung und
- die Aufbereitung der Ergebnisse für die Projektpartner und eine interessierte Öffentlichkeit.

### **Interviewleitfaden**

Für den Interviewleitfaden wurden relevante wissenschaftliche Skalen zur Erfassung der Benutzerfreundlichkeit, Zugänglichkeit und Akzeptanz identifiziert und auf den Forschungsgegenstand angepasst. Grundlage hierfür waren die Überlegungen des Responsible Technology Acceptance Model, (RTAM, [[02]]). Folgende Konstrukte wurden im Rahmen des Interviews in geschlossenem und offenem Antwortformat erfasst:

- Akzeptanz
- Einstellung gegenüber dem Geschäftsmodell
- Wahrgenommene Einfachheit der Bedienung
- Wahrgenommene Nützlichkeit
- Bereitschaft/Intention das Modell zu nutzen
- Persönliche Normen
- Erwünschte Ersparnis durch die Nutzung des Modells
- Ggf. Anschaffung oder Mietung eines Pufferspeichers
- Vor- und Nachteile des jeweiligen Modells

Der Interviewleitfaden wurde in zwei Varianten und sowohl in Deutsch als auch in Englisch erstellt. Eine Variante stellte die zu evaluierenden Geschäftsmodelle aus Sicht von Konsumenten und eine weitere Variante aus Sicht von Prosumenten vor. Zur Steigerung der Teilnahmemotivation einer möglichst breiten Stichprobe wurde eine Vergütung der Interviews angeboten.

### **Akquise**

Die Akquise der Probanden erfolgte über einen Aufruf an die Projektpartner, als auch über die Pressestelle der Technischen Universität Chemnitz und die lokale Presse. Zusätzlich wurden Probanden der Probandendatenbank der AAP ausgewählt und angeschrieben. Für die Ansprache wurden eine Kurzinformation zu Inhalten des Interviews mit einem Aufruf zur Studienteilnahme in deutscher und englischer Sprache erstellt. Hier war ein Link zu einer Online-Vorbefragung (ebenfalls deutsch und englisch) enthalten. Unter allen vollständig ausgefüllten Vorbefragungen wurden im Anschluss Interessenten ausgewählt und per E-Mail in mehreren Ansprachewellen zur Teilnahme an den Interviews eingeladen. Anschließend wurden Termine für die Interviews, die via Telefon oder Skype durchgeführt wurden, vereinbart.

## Ablauf

Nach Bestätigung der Interviewtermine durch die Probanden wurden diesen die nutzergruppenspezifischen Materialien, je nach Angabe in der Vorbefragung, per E-Mail zugesandt. Die InterviewpartnerInnen wurden gebeten das Material mit Informationen zu den Geschäftsmodellen bis zum Interviewtermin durchzulesen.

Zu Beginn des Interviewtermins wurden die Probanden zunächst gebeten ihre Einwilligung zur sprachlichen Aufzeichnung des Interviews zu geben. Die Kombination aus erhobenen qualitativen Daten und quantitativen Daten ermöglichte der AAP eine elaborierte Analyse. Zu Beginn wurde das derzeitige Szenario (Geschäftsmodell ohne Laststeuerung) durch die Interviewten bewertet. Zur Vermeidung von Reihenfolgeeffekten wurden nachfolgend die drei verbleibenden, zukünftigen Geschäftsmodelle in randomisierter Reihenfolge durch die Interviewten beurteilt. Im Nachgang des Interviews wurden die Interviewten zur Organisation der Auszahlung der Aufwandsentschädigung ein weiteres Mal kontaktiert. Es wurden zwei Varianten der Auszahlung angeboten (internationale Banküberweisung oder PayPal). Abschließend wurden die teilnehmenden Probanden mit einer Aufwandsentschädigung in Höhe von 40 € vergütet.

## Geschäftsmodelle

Für die Geschäftsmodelle wurden in Kooperation mit den Projektpartnern übergreifende Kriterien identifiziert, welche als Grundlage für die Informationsmaterialien dienen. Hierbei war es besonders wichtig, die Inhalte für die Interviewten möglichst parallel, kompakt, und leicht verständlich zu präsentieren (maximal 1 Seite pro Geschäftsmodell). Die Verständlichkeit der Beschreibungen wurde vorab durch fachfremde Konsortialpartner evaluiert.

Für die folgenden Geschäftsmodelle wurden Beschreibungen erstellt:

- derzeitiges Geschäftsmodell (BaU, ohne und mit Laststeuerung)
- Vom Verteilnetzbetreiber kontrolliertes Geschäftsmodell (DSO-kontrolliert)
- Spannungsabhängiger (Voltage-) Tarif und
- Peer-to-Peer Markt (P2P).

## Stichprobenbeschreibung

Detaillierte Ergebnisse der Tiefeninterviews finden sich im [Deliverable 2.3](#) „Results regarding consumer/prosumer requirements“. Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse der Tiefeninterviews zusammengefasst

Insgesamt wurden  $N = 21$  Personen interviewt;  $n = 9$  Prosumenten und  $n = 12$  Konsumenten. Im Durchschnitt waren diese  $M = 43$  Jahre alt ( $SD = 13,75$ ;  $min = 21$ ;  $max = 71$ ). Die Mehrheit (18) der Interviewten war männlich. Hinsichtlich des Bildungsniveaus gaben die meisten Interviewten ( $n = 18$ ) an, einen Hochschulabschluss oder höher zu besitzen. Die durchschnittliche Haushaltsgröße betrug 3,6 Personen. Die Frage nach dem Einkommen



wurde von 20 Befragten beantwortet. Die häufigste Einkommenskategorie war „3000-4500€“ ( $n = 7$ ), gefolgt von „mehr als 6000€“ ( $n = 6$ ).

## Ergebnisse

### Akzeptanz

Die Bewertungen auf dieser Skala zeigten, dass die Akzeptanz des aktuellen Geschäftsmodells der NutzerInnen insgesamt recht hoch ausfiel (Tabelle 1). Während ein durch den Verteilnetzbetreiber-gesteuertes Modell (DSO kontrolliert) eher unpopulär zu sein schien, erzielten der spannungsabhängige (Voltage-) Tarif und das P2P-Modell höhere Akzeptanzwerte. Die Werte zwischen den Modellen oder die Bewertungen der Nutzergruppen unterschieden sich jedoch nicht signifikant, was eine breite Akzeptanz für alle zukünftigen Geschäftsmodelle mit einer leichten Tendenz für Spannungstarif und P2P zeigt.

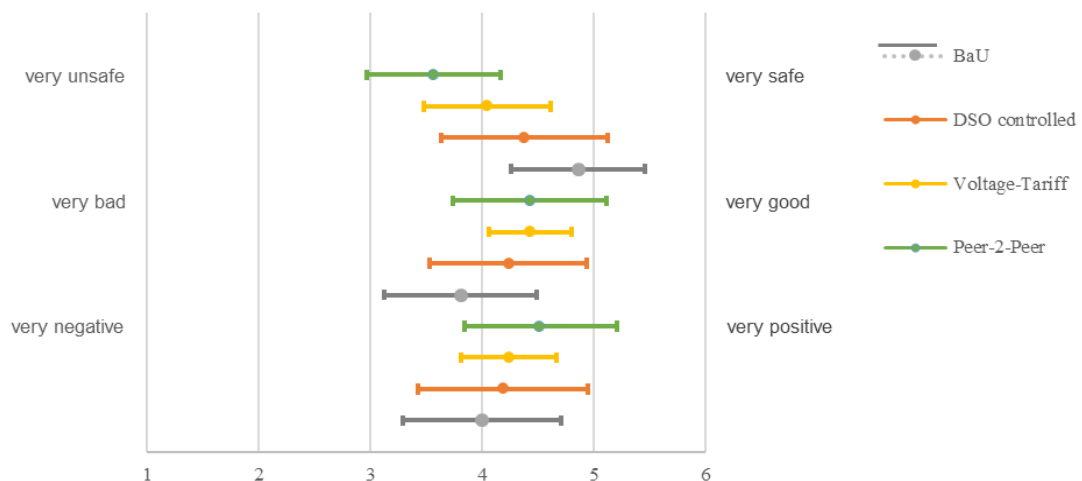
**Tabelle 1.** Deskriptive Ergebnisse für die Akzeptanzbewertungen ( $M$ ;  $SD$ ;  $N = 21$ ).

	Mittelwert	Standardabweichung
Derzeitiges Geschäftsmodell	4,38	0,32
DSO kontrolliert	3,90	0,30
Voltage-Tarif	4,29	0,22
Peer-2-Peer (P2P)	4,29	0,39

### Einstellung

Die InterviewerInnen fragten ebenfalls nach der allgemeinen Einstellung zum jeweiligen Geschäftsmodell („Auf einer Skala von 1 bis 6, wie fühlen Sie sich als [Konsument/Prosument] in diesem Geschäftsmodell, wenn 1 bedeutet [sehr negativ/sehr schlecht/sehr unsicher] und 6 bedeutet [sehr positiv/sehr gut/sehr sicher]?“).

Die Ergebnisse sind in Abbildung 3 dargestellt. Insgesamt fiel die Einstellung zu den Geschäftsmodellen eher neutral bis leicht positiv aus. Das derzeitige Geschäftsmodell (BaU) wurde am sichersten und das P2P-Modell als am unsichersten eingestuft. Bei der Bewertung auf der Skala von „sehr schlecht“ bis „sehr gut“ zeigte sich jedoch ein umgekehrtes Muster, wobei P2P und der Voltage-Tarif die höchsten Bewertungen erhielten. Weiterhin waren die Bewertungen gegenüber dem P2P am positivsten. Der Gesamtscore wurde aus allen drei Items gebildet. Die statistische Analyse (*RMANOVA*) ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Modellen oder der Benutzergruppe (Pro- vs. Konsumenten). Allerdings konnte eine Interaktion zwischen beiden Faktoren identifiziert werden ( $F(3, 57) = 5,65$ ;  $p = .002$ ;  $\eta = .22$ ). Während Prosumenten das derzeitige Modell und P2P favorisierten, schienen Konsumenten das DSO-gesteuerte und den Voltage-Tarif zu bevorzugen.



**Abbildung 3.** Einstellung zu Geschäftsmodellen mit 95 % Konfidenzintervallen (N = 21).

Die qualitative Analyse unterstützte die inhaltliche Interpretation der quantitativen Daten. Die offene Frage, Gründe für die Bewertungen anzugeben, führte zu 168 Einzelaussagen. Bei der Bewertung des derzeitigen Modells zeigte sich eine deutlich positive Einstellung (37, 71 % der positiven Aussagen). Die Aussagen der Interviewten zur Einstellung zum DSO-gesteuerten und P2P-Modell waren ausgewogen (DSO: 25; 58 % positiv; 18; 42 % negativ; P2P: 18; 46 % positiv; 21; 54 % negativ).

Der „Geringe kognitive Aufwand“ (27 % der positiven Aussagen) und die „Effektivität und verlässliche Funktionalität“ (27 % der positiven Aussagen) wurden bei dem derzeitigen Geschäftsmodell am häufigsten geschätzt (siehe Abbildung 4). Interessanterweise wurde die 'Effektivität und verlässliche Funktionalität' auch bei allen Bewertungen der zukünftigen Energiegeschäftsmodelle häufig genannt (DSO: 28 %; P2P: 22 %; Voltage: 21 %). Darüber hinaus wurden die zukünftigen Energiegeschäftsmodelle und insbesondere der Spannungstarif (46 % positive Aussagen) wegen seines „Erhöhten Freiheitsgrades“ geschätzt. Aussagen, die zu dieser Kategorie gehören, beziehen sich vor allem auf einen erhöhten Einfluss auf die eigenen Verbrauchskosten. Außerdem gefiel den Interviewten die „Innovationskraft“ zukünftiger Energie-Geschäftsmodelle, insbesondere des P2P-Modells (28 % der positiven Aussagen).

Das derzeitige Modell wurde kritisiert weil die Interviewten im Großen und Ganzen 1.) „Verbesserungsbedarf“ (67 % der negativen Aussagen) sehen und meinen, dass 2.) Energie im aktuellen Modell „unökologisch“ produziert wird (20 % der negativen Aussagen). Eine negative Einstellung gegenüber den zukünftigen Geschäftsmodellen wurde mit der „Fremdsteuerung und Abhängigkeit“ von anderen Akteuren begründet. Dies galt sowohl für das DSO-kontrollierte Modell (61 % der negativen Aussagen) als auch für den Voltage-Tarif. Im Gegensatz dazu wurde das P2P-Modell wegen des „Erhöhten kognitiven Aufwands“ kritisiert (43 % der negativen Aussagen). Des Weiteren beklagten die Interviewten die „Unsicherheit der Kosten“ beim P2P-Modell (33 % der negativen Aussagen).

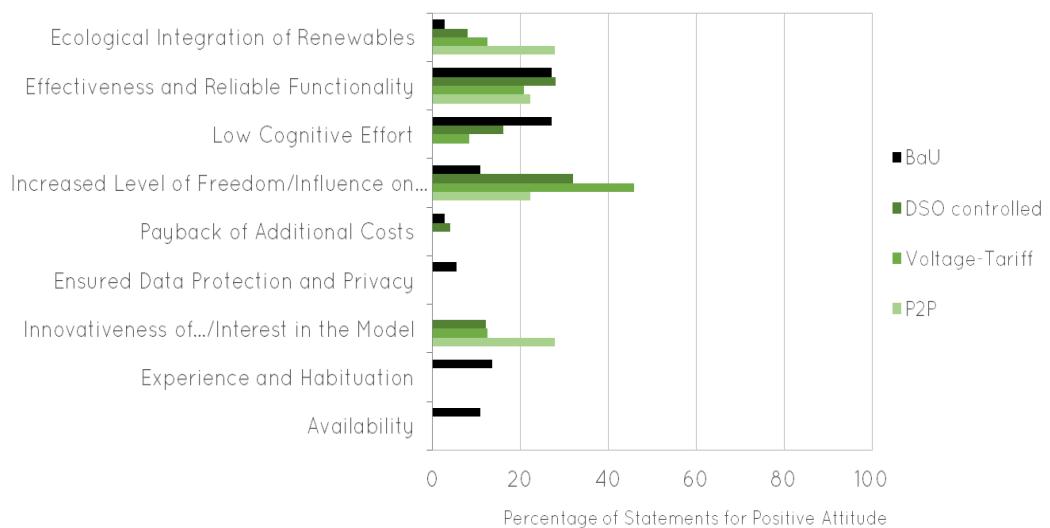


Abbildung 4. Häufigkeit von Vorteilen (oben) und Nachteilen pro Geschäftsmodell (N = 21).

### Wahrgenommene Einfachheit der Nutzung

Die folgenden Fragen konzentrierten sich auf die Bewertung der Benutzerfreundlichkeit. Die Interviewenden präsentierten drei verschiedene Aussagen und baten die Interviewten, ihre Zustimmung auf einer Skala von 1 = „stimme überhaupt nicht zu“ bis 6 = „stimme voll zu“ anzugeben. Die Befragten bewerteten das aktuelle Szenario (BaU) als am einfachsten zu bedienen, gefolgt von dem Szenario, in dem der Verteilnetzbetreiber die Lasten der Pro- und Konsumenten steuert. Die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit wurde beim P2P-Modell am niedrigsten bewertet, wie in Tabelle 2 zu sehen ist.

**Tabelle 2.** Mittlere Bewertung der wahrgenommenen Benutzerfreundlichkeit (N = 21).

	BaU	DSO	Volt	P2P
Es ist einfach, dieses Geschäftsmodell zu nutzen.	5,43	4,24	4,05	2,67
Die Nutzung dieses Geschäftsmodells erfordert keinen Aufwand von mir.	5,43	3,71	3,33	2,24
Es ist einfach zu erlernen, wie man in diesem Geschäftsmodell arbeitet.	5,76	4,19	3,38	2,43
<b>Gesamtscore Wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit</b>	<b>5,54</b>	<b>4,05</b>	<b>3,59</b>	<b>2,48</b>

Tiefergehende Analysen (RMANOVA) zeigten, dass die Modelle signifikant unterschiedlich bewertet wurden ( $F(3, 57) = 29,24$ ;  $p < .001$ ;  $\eta = .60$ ). Post-hoc-Paarvergleiche wurden signifikant ( $p < .001$ ) für alle, außer das DSO-gesteuerte Modell und den Voltage-Tarif, welche gleich bewertet wurden.

### Nützlichkeit

Das Interview behandelte ebenfalls die Nützlichkeit der Modelle. Auch hier wurden die Interviewten gebeten, ihre Zustimmung zu drei verschiedenen Aussagen auf einer 6-stufigen Zustimmungsskala anzugeben.

Die Nützlichkeit des Voltage-Tarif-Modells wurde am höchsten bewertet (siehe Tabelle 3), gefolgt vom P2P-Modell und dem DSO-gesteuerten Modell. Das aktuelle (BaU) Szenario wurde als am wenigsten nützlich bewertet. Die zukünftigen Geschäftsmodelle wurden alle signifikant nützlicher wahrgenommen als das derzeitige Geschäftsmodell ( $F(3, 57) = 31,75$ ;  $p < .001$ ;  $\eta = .62$ ; paarweise Vergleiche:  $p < .001$ ). Zwischen den einzelnen zukünftigen Geschäftsmodellen wurden jedoch keine signifikanten Unterschiede gefunden. Die RMANOVA ergab erneut eine signifikante Interaktion ( $F(3, 57) = 5,82$ ;  $p = .002$ ;  $\eta = .23$ ) für die Nutzergruppe und die Modelle. Während Proumenten das BaU-Modell als nützlicher bewerteten als Konsumenten, wurde das DSO-gesteuerte Modell von Konsumenten besser bewertet. Dennoch fiel die Bewertung der Nützlichkeit des derzeitigen Geschäftsmodells generell sehr gering aus.

**Tabelle 3.** Mittlere Bewertungen für die wahrgenommene Nützlichkeit (N = 21).

	BaU	DSO	Volt	P2P
Das aktuelle Geschäftsmodell nutzt Strom effizient.	2,48	4,81	4,62	4,90
Mit diesem Geschäftsmodell kann ich meinen Stromverbrauch so anpassen, dass ich von Schwankungen der Strompreise profitieren kann.	1,62	3,71	4,57	4,57
Dieses Geschäftsmodell trägt zu einer sicheren Stromversorgung bei.	2,95	4,57	4,81	4,43
<b>Gesamtscore wahrgenommene Nützlichkeit</b>	<b>2,35</b>	<b>4,37</b>	<b>4,67</b>	<b>4,63</b>

## Nutzungsbereitschaft

Des Weiteren wurden die Befragten gebeten, ihre Bereitschaft zur Nutzung der einzelnen Energiegeschäftsmodelle zu bewerten. Dazu wurden vom Interviewenden drei verschiedene Fragen gestellt. Die Befragten konnten ihre Bereitschaft auf einer 6-stufigen Zustimmungsskala von 1 = „überhaupt nicht“ bis 6 = „extrem“ bewerten.

Auf deskriptiver Ebene war die Nutzungsbereitschaft für das P2P-Modell am höchsten, gefolgt vom BaU, dem Voltage-Tarif und dem DSO-gesteuerten Modell. Allerdings gab es eine signifikante Interaktion zwischen Nutzergruppe und Modell ( $F(3, 57) = 4,43$ ;  $p = .007$ ;  $\eta = .18$ ), die zeigte, dass einerseits die Nutzungsbereitschaft von Prosumenten bzgl. des DSO-gesteuerten Modells besonders niedrig war, während die Bewertungen der Konsumenten höher ausfielen. Andererseits war die Nutzungsabsicht der Prosumenten für das P2P-Modell am höchsten, während die Bewertungen der Konsumenten niedriger waren.

## Persönliche Normen

Die letzte Variable, die während des Interviews erhoben wurde und nach Toft et al. [02] zur Akzeptanz beiträgt, waren persönliche Normen. Dazu präsentierte der Interviewende drei verschiedene Aussagen. Auch hier wurden die Befragten gebeten, ihre Zustimmung auf einer 6-stufigen Ratingskala anzugeben. Je höher die Werte, desto höher die Zustimmung.

Die Ausprägung der persönlichen Normen der Befragten war gegenüber dem P2P-Modell ( $M = 4,19$ ) am höchsten, gefolgt von dem Spannungs-Tarif ( $M = 4,06$ ) und dem DSO-gesteuerten Modell ( $M = 3,73$ ). Es gab einen signifikanten Effekt des Modells ( $F(3, 57) = 3,96$ ;  $p = .012$ ;  $\eta = .17$ ). Der paarweise Vergleich wurde jedoch nur für BaU und P2P signifikant ( $p = .045$ ). Auch hier unterschieden sich Prosumenten und Konsumenten in ihrer Bewertung zwischen den Modellen ( $F(3, 57) = 4,06$ ;  $p = .011$ ;  $\eta = .17$ ; siehe Abbildung

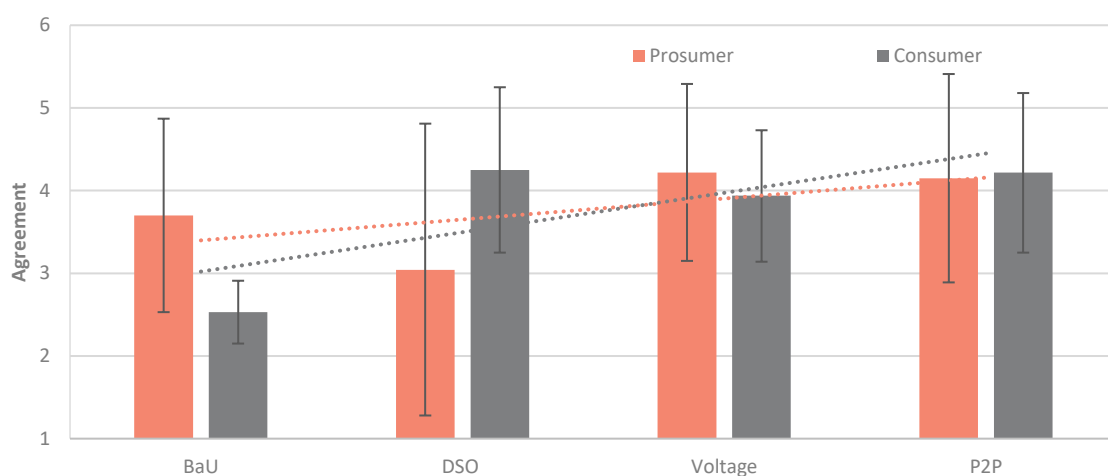


Abbildung 5. Persönliche Normen aufgeteilt nach Benutzergruppe mit 95 %igen Konfidenzintervall ( $N = 21$ ).

5). Während Voltage-Tarif und P2P-Modell zu ähnlichen Bewertungen führten, bewerteten die Konsumenten das DSO-gesteuerte Modell positiver als das BaU-Modell, während die Prosumenten für das BaU-Modell plädieren. Dennoch fielen die Bewertungen für BaU im Allgemeinen sehr niedrig aus.

### Kosteneinsparung

Die deskriptiven Ergebnisse für die gewünschte potenzielle Mindesteinsparung, die Benutzer benötigen, um an dem Szenario teilzunehmen, sind in Tabelle 4 dargestellt. Die gewünschten Kosten-Einsparungen variierten je nach Szenario zwischen 12 % und 15 %.

**Tabelle 4.** Deskriptive Ergebnisse gewünschten Einsparungen für die jeweilige Nutzergruppe (Einsparung in % ; N = 21).

	Prosument		Konsument		Pro- & Konsument	
	M	SD	M	SD	M	SD
DSO-kontrolliert	14,29	10,97	11,92	11,39	12,79	10,99
Voltage-Tarif	15,28	13,37	14,25	13,99	14,69	13,39
Peer-2-Peer	11,67	16,58	16,50	21,72	14,43	19,38

### Anschaffung Energiespeicher

Die meisten zukünftigen Energiegeschäftsmodele erfordern die Installation eines Energie-Speichers. Daher wurden die Befragten gefragt, ob sie es vorziehen, einen Speicher zu mieten oder zu kaufen und anschließend ihre Wahl zu erläutern.

Im DSO-gesteuerten Modell erklärten 78 % der Aussagen der Interviewten (N = 21) die Präferenz für die Miete gegenüber dem Besitz des Speichers. Im P2P-Modell erklärten 73 % der Aussagen die Präferenz für das Mieten des Speichers. Für den Voltage-Tarif wurden nur Prosumenten (n = 9) gebeten, ihre Präferenz zu erläutern. Auch hier erklärte die Mehrheit der Aussagen (88 %) eine Präferenz für die Anmietung.

Ein häufig genannter Grund für die Anmietung eines Speichers (P2P: 33 % der Aussagen, Voltage: 26 % der Aussagen; DSO: 24 % der Aussagen) war eine „Funktionsgarantie“. Zusätzlich enthielt ein beachtlicher Prozentsatz der Aussagen den Vorteil, dass die „Installierte Technik auf dem neuesten Stand ist“ (P2P: 22 % der Aussagen, DSO: 19 %, Voltage: 14 %). Ein weiterer häufig genannter Grund war die „Vermeidung von hohen Installationskosten“ (DSO: 29 % der Aussagen, Voltage: 21 % der Aussagen, P2P: 19 % der Aussagen). Beim DSO-kontrollierten Modell und beim Voltage-Tarif entschieden sich einige wenige Interviewte für den Kauf des Speichers (jeweils 50 % der Aussagen), was am häufigsten mit einer „Amortisation der Kosten“ begründet wurde. Bei der P2P- und der Voltage-Tarif-Bewertung nannten die Interviewten (jeweils 50 % der Aussagen, die sich für einen Kauf aussprachen) einen weiteren Grund für den Kauf eines Speichers: Sie empfinden ein gesteigertes Gefühl von „Unabhängigkeit und Autonomie“.

## Zusammenfassung

Die Interviewstudie zielte auf die Identifikation von Faktoren ab, die die Akzeptanz von zukünftigen Energiegeschäftsmodellen fördern oder verhindern. Für die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit, Nützlichkeit und persönliche Normen ergab sich ein Haupteffekt des Modells. Es gab es Unterschiede in der Bewertung einiger, aber nicht aller interessierenden Variablen (z.B. Benutzerfreundlichkeit, wahrgenommene Nützlichkeit) zwischen den Modellen. Darüber hinaus zeigten die Ergebnisse keinen Haupteffekt für die Nutzergruppe, was darauf hindeutet, dass sich **Pro- und Konsumenten in ihren Bewertungen im Allgemeinen nicht wesentlich unterscheiden**. Stattdessen ergaben sich häufig signifikante **Interaktionseffekte von Modell und Benutzergruppe** (für die Gesamtakzeptanz auf marginalem Niveau), was bedeutet, dass die **Akzeptanzbewertungen des Modells von der jeweiligen Benutzergruppe abhängen**. Damit können die Ergebnisse aus der Literatur (bspw. von Von Wirth, Gislason und Seidl [03]) bestätigt und erweitert werden, die die Bedeutung von Infrastruktureigentum für die Akzeptanz von dezentralen Energiesystemen betonten: **Prosumenten stehen dem derzeitigen und dem P2P-Modell positiver gegenüber als Konsumenten**. Im Gegensatz dazu bewerteten Konsumenten vor allem das DSO-gesteuerte Modell positiver.

Generell zeigten die quantitativen Bewertungen der Interviewten, dass die **Akzeptanz der Modelle insgesamt hoch ist und alle Modelle in gleichem Maße als akzeptabel** bewertet wurden. Darüber hinaus ergab sich hier weder ein Effekt der Benutzergruppe, des Modells noch ein eindeutiger Interaktionseffekt von Modell und Benutzergruppe.

Die **Einstellungen** gegenüber den Modellen waren **leicht positiv**, aber weder die Modelle noch die Nutzer unterschieden sich signifikant. Stattdessen wurden die verschiedenen **Eigenschaften der Modelle je nach Benutzergruppe unterschiedlich bewertet**. Die Analyse der quantitativen Daten ergab einen signifikanten Interaktionseffekt von Modell und Benutzertyp. Die Analyse der qualitativen Daten zeigte, dass zukünftige Energiegeschäftsmodelle aufgrund ihrer spezifischen Charakteristika, wie z.B. der **verstärkten externen Kontrolle innerhalb des DSO-gesteuerten Modells**, kritisiert wurden. Vermutlich wirkte sich dies insbesondere auf die Bewertungen der **Prosumenten** aus, da diese **Wert auf die Unabhängigkeit der Energieversorgung** legen und somit die Akzeptanz für dieses Modell gemindert wird. Im Gegensatz dazu sind Konsumenten **per se von einem externen Anbieter abhängig und daher fällt die Akzeptanz für dieses Modell höher aus**. Der begrüßte höhere **Freiheitsgrad** (bzw. Einflussmöglichkeiten auf die Verbrauchskosten) insbesondere beim **Voltage-Tarif ist wiederum für Konsumenten vermutlich entscheidender als für Prosumenten**, da diese derzeit keine Möglichkeiten haben, ihre Kosten stark zu beeinflussen. Das **P2P-Modell** wurde für seine **Komplexität und die Ungewissheit der Kosten kritisiert**, was für Konsumenten abschreckender sein könnte als für Prosumenten, die ein gewisses Maß an Komplexität, hohe Investitionen für die Energieerzeugung oder die - auch finanzielle - Sicherheit des Eigenverbrauchs gewohnt sind. Weiterhin zeigten die qualitativen Aussagen, dass das **BaU-Modell**, vermutlich aufgrund der umfangreichen Erfahrungen, wegen des **geringen kognitiven**

**Aufwands und seiner Zuverlässigkeit** geschätzt wurde. Interessanterweise gingen die Befragten auch bei den **zukünftigen Energiegeschäftsmodellen** von einer **effektiven und zuverlässigen Funktionalität** aus. Dieses Ergebnis zeigt, dass die Interviewten ein gewisses **Vertrauen für die Funktionsfähigkeit von zukünftigen Energiegeschäftsmodellen** aufbringen, auch wenn sie keine Erfahrung mit diesen Modellen haben. Generell schätzten die Interviewten den **innovativen Charakter** zukünftiger Energiegeschäftsmodelle, **insbesondere des P2P-Modells**. Daraus lässt sich schließen, dass NutzerInnen einen Veränderungsbedarf sehen, da sie das aktuelle Modell für seine Rückständigkeit kritisieren.

Die Untersuchung der **Benutzerfreundlichkeit** ergab einen Haupteffekt für die Geschäftsmodelle. Der Interaktionseffekt war wiederum nur auf einem marginalen Niveau signifikant. Offensichtlich waren sich die Nutzer einig, dass das **BaU-Modell** deutlich **einfacher zu bedienen** sei als alle anderen Geschäftsmodelle. Bei den Prosumenten ist die positive Bewertung etwas eingeschränkt, da sie z.B. den Installationsaufwand ihrer PV-Anlage kritisierten. Darüber hinaus wurde **P2P als am wenigsten einfach zu bedienen** bewertet und im Vergleich zu DSO-kontrolliertem Modell und Voltage-Tarif als signifikant weniger einfach. Das P2P-Modell wurde speziell für die gegenteiligen Eigenschaften als das derzeitige BaU kritisiert: **hoher kognitiver Aufwand und Unsicherheit der Kosten**. Diese Dinge sind **für Konsumenten wahrscheinlich eher abschreckend als für Prosumenten**. Der **erhöhte kognitive Aufwand** wurde auch bei der Bewertung des Modells **Voltage-Tarif** kritisiert, aber wahrscheinlich durch die erhöhten finanziellen Vorteile, die die Interviewten für dieses Modell erwarteten, aufgewogen. Beim **DSO-gesteuerten Modell** bemängelten die Interviewten die **externe Steuerung**, von der angenommen werden kann, dass sie speziell bei Prosumenten die Akzeptanz mindert. Wahrscheinlich wurde dieser **Nachteil für die Konsumenten durch den geringen kognitiven Aufwand, der in der qualitativen Datenanalyse als Vorteil identifiziert wurde, aufgewogen**. Wie oben erwähnt, sind die **Konsumenten** vermutlich an das Gefühl der Energieabhängigkeit gewöhnt und **lehnen daher die externe Steuerung** nicht grundsätzlich ab.

Die Analyse der **wahrgenommenen Nützlichkeitsbewertungen** zeigte einen Haupteffekt für das Geschäftsmodell. Auch hier wurde ein Interaktionseffekt von Nutzergruppe und Modell gefunden, der auf eine **Interdependenz von Modelleigenschaften und Nutzerperspektive** hinweist. Beide Nutzergruppen sind sich einig, dass das derzeitige **BaU-Modell weniger nützlich** sei als alle anderen Geschäftsmodelle. Dies unterstreicht, dass die NutzerInnen vor allem in Bezug auf die Anreizsetzung und die Stabilisierung des Netzes deutlichen Verbesserungsbedarf sehen. Allerdings unterschieden sich die Nutzergruppen auch in ihrer Sichtweise insbesondere auf das BaU- und DSO-gesteuerte **Modell**. Obwohl das BaU-Modell als am wenigsten sinnvoll bewertet wurde, **bietet es den Prosumenten bereits ein gewisses Maß an 'Flexibilität'** in Bezug auf die Integration von erneuerbaren Energien und damit einen erhöhten Freiheitsgrad und Einfluss auf die Verbrauchskosten. Dies gilt nicht für die **Konsumenten, die keinen Anreiz haben, ihr Verhalten zu ändern, und sich wahrscheinlich mehr Sorgen um die Destabilisierung**



des Netzes machen, da sie stärker auf eine sichere Versorgung angewiesen sind. Letzteres könnte ein Grund für die unterschiedlichen Perspektiven auf das DSO-gesteuerte Modell sein, da die Netzstabilisierung als Hauptvorteil für dieses Modell genannt wurde, der für die Akzeptanz der Konsumenten entscheidender ist.

Weiterhin zeigten die Interviewergebnisse, dass die **Bereitschaft, eines der Modelle zu nutzen**, sowohl vom Modell als auch von der Benutzergruppe abhängt. Unterschiede zwischen den Nutzergruppen wurden bei der Bewertung des BaU, des DSO-gesteuerten und des P2P-Modells deutlich. Da für Konsumenten derzeit kein anderes Energiegeschäftsmodell verfügbar oder zugänglich ist, könnte eine gewisse Reaktanz die Ursache für die geringere Bereitschaft der Konsumentengruppe sein, dieses Modell zu nutzen. Im Gegensatz dazu haben Prosumenten im aktuellen Modell bis zu einem gewissen Grad einen erhöhten Handlungsspielraum, Energie zu verbrauchen (aus dem Netz oder aus der eigenen Energieanlage). Die externe Steuerung in Kombination mit einer geringen Entschädigung für diesen Eingriff könnte die Ursache für die geringere Akzeptanz für Prosumenten innerhalb des DSO-gesteuerten Modells sein. Darüber hinaus könnte die Stabilisierung des Netzes die Akzeptanz des DSO-gesteuerten Modells bei den Konsumenten fördern, da diese Gruppe ohnehin eine abhängige Beziehung zu einem Energieversorger haben. Insbesondere das P2P-Modell hat die Neugier der Prosumenten geweckt. Wahrscheinlich lassen sie sich von der Komplexität dieses Modells weniger abschrecken als die Konsumenten.

Toft et al. [02] stellten fest, dass **persönliche Normen** bei der Bewertung von Smart Grids berücksichtigt werden sollten. Die hier dargestellten Ergebnisse zeigen, dass sich die Modelle hinsichtlich der Zustimmung zur Anwendbarkeit von persönlichen Normen unterscheiden. Es ergab sich kein Haupteffekt für die Nutzergruppe, aber eine signifikante Interaktion von Nutzergruppe und Modell. Der Modellunterschied beruht auf einer unterschiedlichen Bewertung des BaU und des P2P-Modells. Dies könnte verschiedene Gründe haben. Das **aktuelle Modell wird als altmodisch kritisiert. P2P wird für seine Innovationskraft geschätzt**. Aber je nach Sichtweise sind Freiheitsgrade im BaU-Modell vorhanden oder nehmen mit der Anwendung des DSO-gesteuerten Modells ab.

**NutzerInnen wollen ca. 14 % in Bezug auf ihre monatliche Rechnung sparen**, um an einem zukünftigen Energiegeschäftsmodell teilzunehmen. Weder das Modell noch die Nutzergruppe oder beides zeigten einen signifikanten Effekt, was zu dem Schluss führt, dass es keinen Unterschied in den erwarteten minimalen Einsparungen zwischen den Modellen, der Nutzergruppe oder einer Kombination aus beidem gibt.

Für alle zukünftigen Geschäftsmodelle wurde die **Miete eines Speichers von der Mehrheit der Interviewten besser bewertet**. Die Befragten begründen diese Präferenz mit der **Delegation der Verantwortung für die Wartung der Infrastruktur**. Sie schätzen es, dass die Technologie auf dem neuesten Stand ist und die **Kosten für die Erstinstallation abgedeckt** sind, wenn sie einen Speicher mieten. Die wenigen Befragten,

die den **Kauf** eines Speichers bevorzugen, sehen auf lange Sicht finanzielle Vorteile. Außerdem schätzen sie die **Unabhängigkeit und Eigenständigkeit**, wenn sie Eigentümer eines Speichers sind.

## 2.2 ONLINE-BEFRAGUNG

Schwerpunkt der Arbeiten der AAP war die Konzeption, Durchführung und Auswertung einer breit angelegten Online-Befragung. Diese Befragung umfasste sowohl Inhalte aus AP 2 als auch Inhalte aus AP 3. So wurden sowohl Fragen zur Akzeptanz Energiegeschäftsmodellen untersucht, als auch Fragen zu gewünschten Informationen, Nutzerschnittstellen und (Verhaltens-)Präferenzen integriert. Ergebnisse zu letzterem werden unter dem folgenden AP 3 dargestellt. Detailliertere Ergebnisse sind im [Deliverable 3.3 „Survey Results Regarding Energy Interaction Patterns and Behavioral Preferences“](#) nachzulesen.

### Akquise

Die Probanden wurden über die AAP- Probandendatenbank (ca. 2000 eingetragene Personen) per E-Mail kontaktiert. Darüber hinaus wurden Studienaufrufe über die NEMoGrid-Webseite, die Pressestelle der TU Chemnitz und einen Newsletter der sonnen GmbH veröffentlicht. Zusätzlich wurden Flyer mit dem Aufruf zur Befragung in Chemnitz verteilt.

### Ablauf

Der Start der englischsprachigen Online-Befragung erfolgte im Januar 2019. Insgesamt war die Befragung für 8,5 Wochen bis Mitte März erreichbar.

Der Fragebogen war in sechs Teile gegliedert:

- 1) Soziodemographie
- 2) Stromversorgung und Nutzung
- 3) Derzeitiges Geschäftsmodell (Business-as-Usual: BaU)
- 4) Zukünftiges Geschäftsmodell
- 5) Gestaltung von Schnittstellen für zukünftige Geschäftsmodelle
- 6) Einfluss von Persönlichkeitsvariablen

Zu Beginn beantworten die Probanden demographische Fragen, gefolgt von Fragen zur individuellen Stromversorgung- und Nutzung. Daraufhin wurden den antwortenden Pro- und Konsumenten eine Szenario-Beschreibung zum aktuellen Geschäftsmodell (BaU) präsentiert. Es sollten hier folgende Themenkomplexe bewertet werden:

- 7) Akzeptanz,
- 8) Nützlichkeit,
- 9) Einstellung,

- 10) Einfachheit der Nutzung und
- 11) Einfluss sozialer und moralischer Normen bei Nutzung.

Danach wurde den Pro- und Konsumenten jeweils eine von drei Beschreibungen (DSO-kontrolliert, Voltage, Peer-to-Peer Tarif) der zukünftigen Geschäftsmodelle präsentiert. Die Auswahl des Modells erfolgte zufällig. In Vorbereitung der Befragung wurden die Beschreibungen der Geschäftsmodelle erstellt, welche sowohl aus Prosumenten als auch aus Konsumenten Sichtweise formuliert waren. Das bedeutet, dass Prosumenten auch Beschreibungen erhielten, die das zukünftige Geschäftsmodell aus der Perspektive eines Prosumenten erläutern.

Die Probanden sollten auch für das jeweilige zukünftige Modell (DSO, Voltage oder Peer-to-Peer) folgende Variablen bewerten:

- 1) Akzeptanz,
- 2) Nützlichkeit,
- 3) Einstellung gegenüber dem Modell,
- 4) Einfachheit der Nutzung und
- 5) Einfluss sozialer und moralischer Normen bei der Nutzung.

Zusätzlich wurden bei diesen Modellen noch folgende Variablen erhoben:

- 1) Nutzungsabsicht,
- 2) Erwartungen bezüglich des Modells und
- 3) Gestaltungsmöglichkeiten von Schnittstellen für das Geschäftsmodell.

Bevor sich die Pro- und Konsumenten für die freiwillige Verlosung (Gewinn von 5 x 20 €) anmelden konnten, wurden sie in einem vorletzten Schritt der Online-Befragung zu ihrem Wissen über erneuerbare Energien, Netzstabilisierung, Energiesicherheit und zu allgemeinen Bedenken in Bezug auf die Energieversorgung befragt.

Die durchschnittliche Bearbeitungszeit des Online-Fragebogens lag bei 30 Minuten.

#### **Stichprobenbeschreibung**

An der Befragung nahmen insgesamt 178 Nutzer teil. Der überwiegende Teil der Befragten (88 %) war männlich. Etwa zwei Drittel aller Befragten (64 %) gab an Strom selbst zu produzieren (Prosumenten) und circa 36 % konsumierten Strom ohne diesen selbst zu erzeugen (Konsumenten). Über 66 % der 65 Konsumenten gab an, darüber nachzudenken in Zukunft ein Prosument zu werden/selbst Strom zu erzeugen. Das zentrale Motiv dafür lag für die Befragten sowohl darin einen Beitrag zum Umweltschutz zu leisten, als auch in der Unabhängigkeit gegenüber stromproduzierenden Unternehmen.

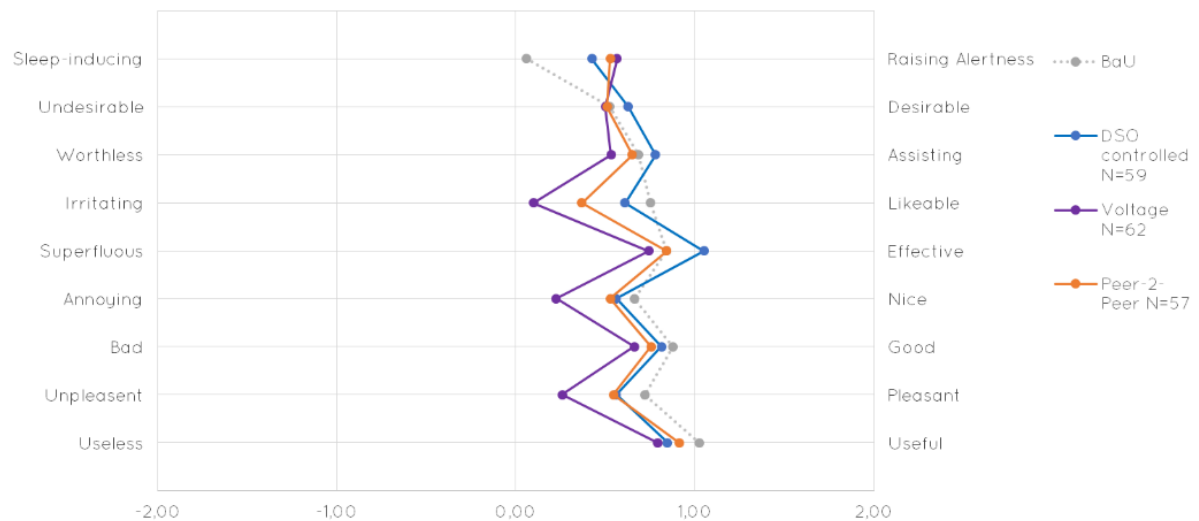
Das Durchschnittsalter aller Pro- und Konsumenten der Online-Befragung lag bei 49 Jahren. Knapp 70 % besitzen einen Master- oder sogar höherwertigen Abschluss (Dr.) und hat ein

monatliches Einkommen von mehr als 3000 €. Die Mehrheit der Befragten kam aus Deutschland (88 %). Es zeigte sich, dass ein Viertel (28 %) der Befragten in Orten mit weniger als 5.000 Einwohnern, weitere 23 % in Orten mit mehr als 5.000 aber weniger als 20.000, und 12 % in Städten mit einer Größe zwischen 50.000 und 100.000 Einwohnern zum Zeitpunkt der Befragung lebte.

Zum aktuellen Stromkonsum befragt zeigte sich, dass jeder zweite Befragte (53 %) einen Stromvertrag besitzt, bei dem der größtmögliche Anteil an Strom aus erneuerbaren Quellen bezogen wird. Ein Drittel (34 %) der Befragten hatte einen Vertrag mit einem „gewöhnlichen Netzmix“ abgeschlossen.

### Zusammenfassung

Im Folgenden wird kurz auf die zentralen Ergebnisse der Online-Befragung eingegangen. Die Befragten waren sowohl dem aktuellen als auch den zukünftigen Geschäftsmodellen gegenüber positiv eingestellt. Hinsichtlich der Akzeptanzwerte zeigte sich jedoch, dass das aktuell genutzte Modell (BaU) besser bewertet wird (Abbildung 6). Die Gründe hierfür liegen vermutlich in der Möglichkeit, die tatsächlich vorliegende Situationen mit allen bekannten Parametern einfacher bewerten zu können als potenzielle, zukünftige Situationen mit ungewissen Ausprägungen.



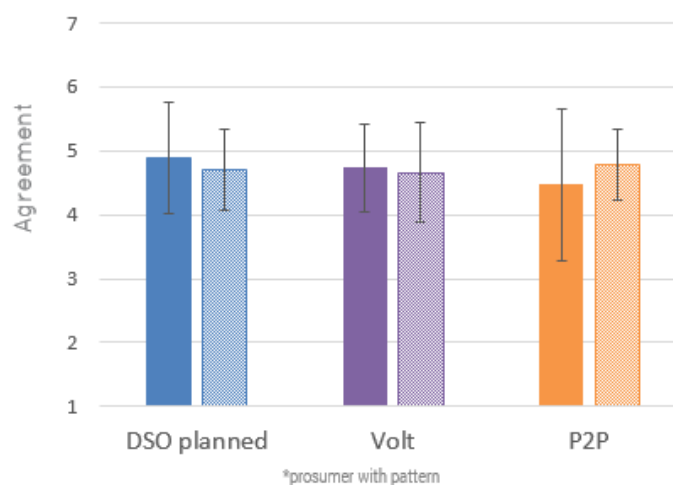
**Abbildung 6.** Bewertung der Akzeptanz der Geschäftsmodelle (Van der Laan, Heino, & De Waard;[11]), N = 178.

Darüber hinaus zeigte sich, dass der überwiegende Teil der Befragten die Stromrechnung für die zukünftigen Modelle akzeptieren würde. Insgesamt **67 %** aller Befragten wünschen sich das zukünftige Geschäftsmodell.

Hinsichtlich der Nützlichkeit der Geschäftsmodelle, zeigen sich durchschnittlich deutlich bessere Werte für die neuen Modelle als für das aktuelle Geschäftsmodell. Im Gegensatz dazu wurde die Einfachheit der Nutzung für die neuen Geschäftsmodelle bedeutend

negativer eingeschätzt. Die Einfachheit der Nutzung lässt sich im aktuellen Modell am besten beurteilen, so dass hier besonders positive Bewertungen nicht überraschen. Im Vergleich zu Personen, die bereits selbst Strom erzeugen, bewerteten **Konsumenten die Einfachheit der Nutzung statistisch bedeutsam geringer und negativer**. Ein Grund dafür können spezifische Eigenschaften von Prosumenten sein, z.B. Interesse an neuen Technologien. Es ist davon auszugehen, dass die gesammelte Erfahrung bezüglich der Stromerzeugung der Prosumenten negative Erwartungen und Barrieren abbaut. Daraus resultieren letztlich positivere Bewertungen. Das **Voltage und das Peer-to-Peer Szenario** erhielten eher geringere bis mittlere Bewertungen hinsichtlich der Einfachheit der Nutzung. Das **DSO-kontrollierte Szenario** hingegen wurde in der Nutzung **signifikant einfacher** bewertet. Dies ist vermutlich auf die geringere Systemkomplexität des DSO Szenarios zurückzuführen. Eine höhere Anzahl von Freiheitsgraden in der Nutzung, vor allem im Falle des Peer-to-Peer Szenarios, bedeutet gleichzeitig eine höhere Komplexität in der Interaktion.

Die **Nutzungsbereitschaft** war über alle neuen Modelle hinweg **gleichsam hoch ausgeprägt** (Abbildung 7). Aus den Informationen der Tiefeninterviews mit Pro- und Konsumenten wurden im Vorfeld der Online-Befragung Erwartungen an die neuen Geschäftsmodelle abgeleitet und formuliert. Positive (Erwartungen) und negative Aussagen (Ängste) wurden als Aussagen den Befragten präsentiert.



**Abbildung 7. Nutzungsbereitschaft; Zustimmungsskala von 1 = „gar nicht“ bis 7 = „sehr“, N = 178.**

Bezüglich der Erwartungen der Pro- und Konsumenten zeigte sich, dass die Befragten erwarten, Geld zu sparen, zur Netzstabilisierung beizutragen und erneuerbare Energien zu integrieren, wenn sie an zukünftigen Energie-Geschäftsmodellen teilnehmen (Abbildung 8 Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.).



Abbildung 8. Erwartungen an zukünftige Geschäftsmodelle, N = 178.

In Bezug auf den Investitionsaufwand der Nutzenden und die Datenschutzbelange erhielten die vorgestellten neuen Geschäftsmodelle jedoch keine besonders gute Bewertung. Die Befragten kritisierten die geringe Transparenz und erwartete hohe Investitionskosten. Zudem wurde befürchtet, dass der Installationsaufwand für den Voltage-Tarif und Peer-to-Peer (P2P) sehr hoch sein wird. Bei P2P hingegen erwarteten die Befragten den größten Einfluss auf ihre Verbrauchskosten. Das DSO Szenario bringt aus Sicht der Befragten deutlich weniger bürokratische Hürden mit sich und ist wesentlich leichter zu verstehen. Im Vergleich zu Prosumenten waren die Konsumenten mehr bzgl. der entstehenden Kosten besorgt. Die Konsumenten befürchten, sie haben viel Aufwand, wenn sie das Geschäftsmodell nutzen, und denken, dass die Installations- und Bürokratiehürden hoch sind. Außerdem fühlen sie sich eingeschränkter als Prosumenten.

### AP 3 – Modellierung und Simulation

#### 3.1 ONLINE-BEFragung

Das Ziel dieses Arbeitspaketes war eine nutzerzentrierte Erhebung bzw. Bewertung von Gestaltungsmöglichkeiten für Nutzerschnittstellen des Peer-2-Peer Szenarios. Im Rahmen des AP 2 sollte die motivationsfördernde Wirkung von diversen Anzeigeoptionen im Rahmen einer Online-Befragung erhoben werden. Die Grundlagen der in AP 3 zu bewertenden motivationsfördernden Optionen finden sich in der Literaturrecherche als auch in den Arbeiten in AP 2.

## Akquise, Ablauf, Stichprobenbeschreibung

Die Beschreibung der Probandenansprache, der Ablauf der Befragung als auch die Stichprobenbeschreibung sind unter AP 2.1 2.2 **Online-Befragung** zu entnehmen. Hinsichtlich der Einschätzung der Motivation einzelner Informationsmöglichkeiten für Schnittstellen baten wir die Probanden auf einer 5-stufigen Skala die motivationsfördernde Wirkung zu bewerten „Geben Sie Ihre Motivation auf einer Skala von 1 = völlig unmotivierend bis 6 = völlig motivierend an.“

## Ergebnisse

Die im Deliverable 3.3 veröffentlichten Ergebnisse zeigen die Bewertung der einzelnen motivationsfördernden Strategien für das Peer-2-Peer Modell im Detail. Für eine Einteilung in motivationsfördernde vs. hemmende Strategien wurde ein Cut-off-Wert von 55 % hinsichtlich der Zustimmung zur motivationsfördernden Wirkung festgelegt. Wenn 55 % der Befragten die Informationen als eher motivierend bewerteten, wurden diese als nützliche Information kategorisiert.

Wie in Abbildung 9 abgetragen, war die Mehrheit die Befragten vor allem an persönlichen Informationen der Energienutzung interessiert wie 1.) der Veränderung des Verbrauchs über die Zeit, 2.) den durchschnittlichen Verbrauch, 3.) persönliche Einsparungen, 4.)

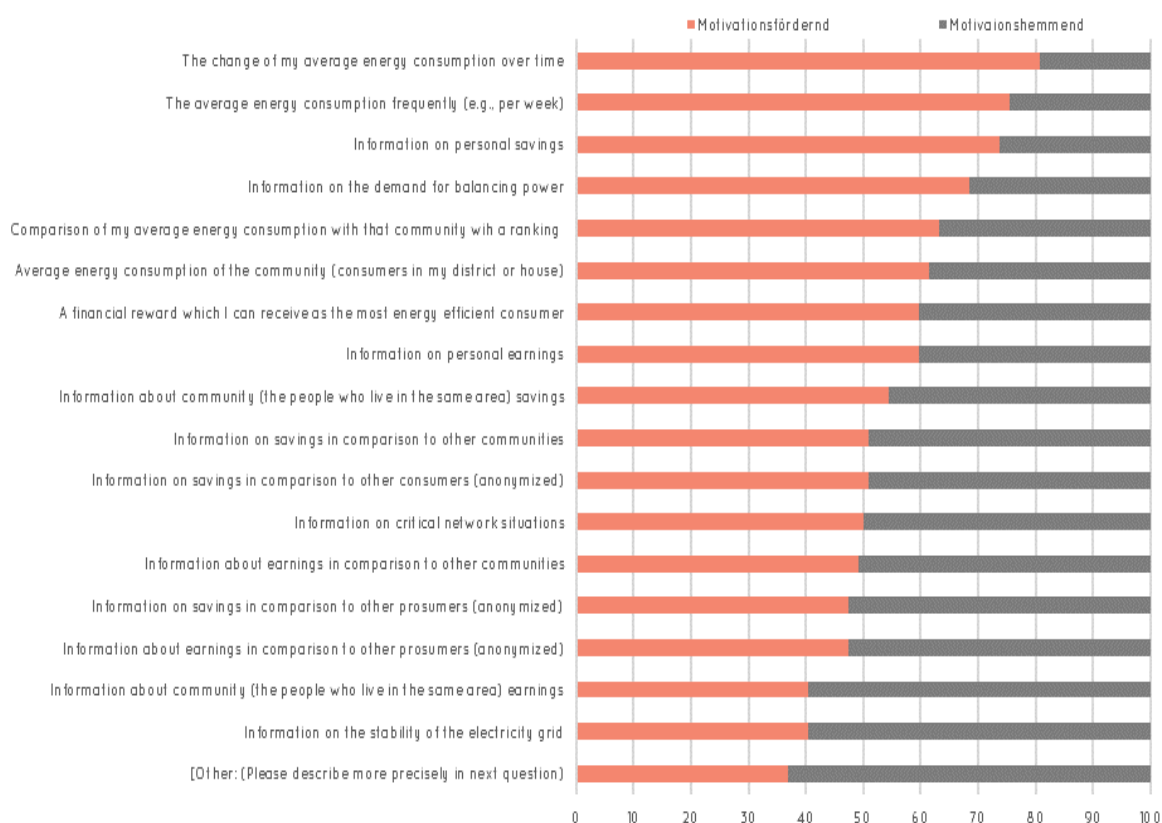


Abbildung 9. Häufigkeit (%) der Bewertung der Motivationswirkung verschiedener Strategien bei P2P, N = 57.

Informationen über die benötigte Energie zum Ausgleich von Engpässen, 5.) den Vergleich des eigenen Verbrauchs mit dem Verbrauch der Gemeinschaft, 6.) sowie dem allgemeinen Verbrauch der Gemeinschaft, 7.) der finanziellen Entlohnung als energieeffizientester Nutzer und den persönlichen Verdienst. Der Vergleich mit anderen Energiegemeinschaften, bzw. Nutzenden wurde als weniger motivationsfördernd bzw. wichtig bewertet.

Für eine zielgerichtete Ansprache potenzieller NutzerInnen erfolgte die Auswertung ebenfalls nach Pro- und Konsumenten. Die Ergebnisse sind Deliverable 3.3 zu entnehmen. Es wird deutlich, dass Prosumenten eher am Vergleich z.B. mit der Gemeinschaft interessiert sind als Konsumenten.

Hinsichtlich des gewünschten Informationsmediums zeigte sich, dass die überwiegende Mehrheit der Befragten die Informationen vordergründig via E-Mail erhalten möchte (Abbildung 10). Auch eine Smartphone Anwendung oder ein Webportal wurden durch die Befragten bevorzugt ausgewählt. Dabei zeigten sich keine gravierenden Unterschiede zwischen den Nutzergruppen.

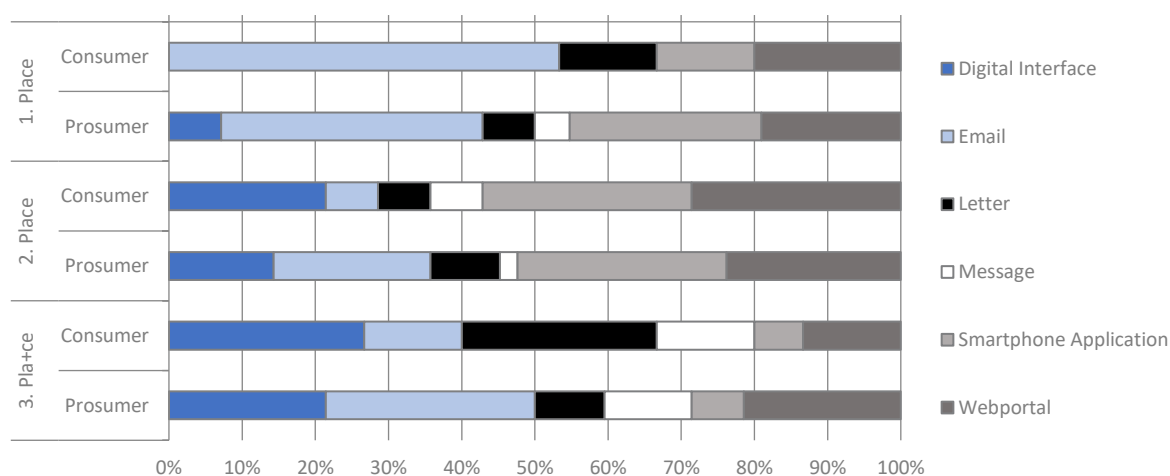


Abbildung 10. Häufigkeit (%) der Nennung des Informationsmodus bei P2P, N = 57.

Bei der Frage zur Frequenz mit der Informationen zur Verfügung stehen sollen wurde deutlich, dass die Mehrheit der Befragten Echtzeit Daten bevorzugt, bzw. tägliche, wöchentliche oder monatliche Zusammenfassungen für den Nutzenden zur Verfügung stehen sollen (Abbildung 11). Auch hier zeigten sich zwischen den Nutzergruppen keine bedeutsamen Unterschiede.



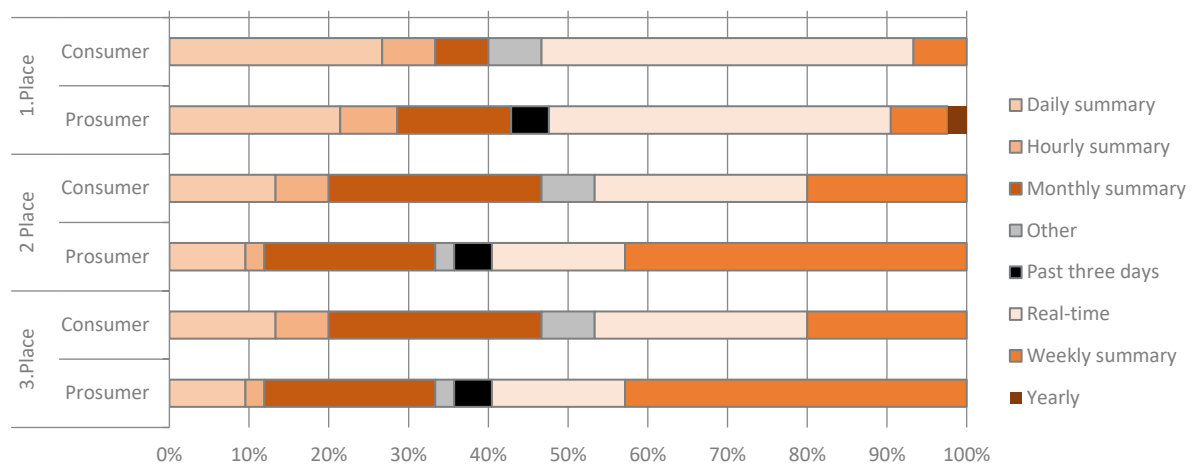


Abbildung 11. Häufigkeit (%) der Nennung der Informationsfrequenz im P2P, N = 57.

### Zusammenfassung

Aus den Ergebnissen des Arbeitspaketes 2 und 3 wurden im Anschluss Designrichtlinien für die nutzerzentrierte Entwicklung von Ansätzen für Erhöhung der Akzeptanz und Nutzerzusammenarbeit herausgearbeitet und in Deliverable 4.1 „Guidelines for User-Centered Development of Approaches Enhancing Social Acceptance and User Collaboration“ festgehalten.

Für die Einbindung der NutzerInnen und die Erhöhung der Motivation zur Teilnahme an einem der zukünftigen Geschäftsmodelle ließen sich folgende Empfehlungen für die Gestaltung von Schnittstellen ableiten.

Die BenutzerInnen sollten sowohl persönliche, netzbezogene als auch gemeinschaftliche Informationen erhalten.

Die Darstellung von Informationen wie z.B.:

- 1) die persönlichen Ersparnisse,
- 2) der persönliche Verdienst,
- 3) der durchschnittliche Verbrauch und
- 4) die Veränderung des Verbrauchs über die Zeit

sind wünschenswert und erhöhen die Kompetenz.  
Informationen zu:

- 1) kritischen Netzsituationen,

- 2) Netzstabilität und
- 3) Bedarf zum Ausgleich des Netzes

sollten unbedingt gemeldet werden.

Persönliche Ertrags- und Sparvergleiche zwischen einzelnen NutzerInnen und der Community wurden als wenig motivierend angesehen und sollten daher vermieden werden. Allerdings können Instrumente, die die Verbundenheit in einer eher datenschutzfreundlichen Weise darstellen, wie z.B. die finanzielle Belohnung als effizienteste/r NutzerIn, motivierend wirken. Vergleiche des eigenen Verbrauchs in Relation zur Community und dem durchschnittlichen Energieverbrauch der gesamten Gemeinschaft wurden ebenfalls als sehr motivierend bewertet. Es empfiehlt sich daher, diese drei Konzepte einzubeziehen, um eine Beziehung zwischen den NutzerInnen herzustellen. Es wird empfohlen Angebote für Konzepte zu erstellen, die die Solidarität für alle NutzerInnen der teilnehmenden Gemeinschaft fördern. Diese Angebote können auch in sozialer/physischer Form bestehen, z.B. in einer Art Stammtisch. Für die Konsumenten ist der Aufbau von Kompetenz, z.B. durch den Zugang zu Expertenwissen, wichtig. Die Sicherung der Selbstbestimmung ist sowohl für Prosumenten als auch für Konsumenten sehr wichtig und sollte in jedem Modell unbedingt hervorgehoben werden. Die Ergebnisse zur Art der Informationsvermittlung zeigten, dass sowohl E-Mails als auch ein Webportal eine gute Schnittstelle für Nutzende darstellen. E-Mails sollten eher eine Zusammenfassung des Verbrauchs der letzten Wochen oder des letzten Monats enthalten. Während Echtzeitdaten auf einem Webportal ein guter Weg sind, um das Kompetenzgefühl zu erhöhen.

#### AP 4 – Verbesserung Akzeptanz und Zusammenarbeit mit Nutzern

Ziel des Arbeitspaketes 4 war die Identifizierung und die Abschätzung von Unterstützungsmöglichkeiten von Motivationsstrategien basierend auf Gamifizierungs-Ansätzen um die Nutzerakzeptanz und -Zusammenarbeit zu fördern. Die gewonnenen Erkenntnisse zu Strategien aus den vorangegangenen Arbeitspaketen wurden, mithilfe einer eher qualitativ geprägten Datenerhebung im Rahmen von Fokusgruppen validiert. Hier wurde zudem die entwickelte Nutzeroberfläche evaluiert. Zusätzlich sollten motivationsverstärkenden Strategien und die dahinterliegenden Mechanismen ursprünglich in Laborexperimenten erforscht werden. Auf Grund der Covid-19-Pandemie und den damit einhergehenden Kontaktbeschränkungen wurde anstelle der Experimente eine Online-Befragung mit Conjoint-Analyse durchgeführt, um die Präferenzen von NutzerInnen hinsichtlich zur Verfügung stehender Informationen zu erheben. Zudem wurden weitere Konstrukte wie Usability, Akzeptanz und Vertrauen mit standardisierten Methoden erhoben.

## 4.2 FOKUSGRUPPE

Neben den kognitiven und affektiven Reaktionen bei der Nutzung neuer Systeme basiert das Engagement der BenutzerInnen auf der intrinsischen Motivation [01], die definiert ist als die innere Motivation, eine Tätigkeit um ihrer selbst Willen auszuführen, und die Freude und Befriedigung, die sich aus der Ausübung dieser Tätigkeit ergibt. Es wird ein langfristiger Einfluss auf das Verhaltensengagement erwartet [04]. Gamification [04] verwendet Elemente, die auf die Grundpfeiler der intrinsischen menschlichen Motivation abzielen, die in der Selbstbestimmungstheorie der Motivation [06] postuliert werden: Autonomie, Kompetenz und Verbundenheit. Während sich Autonomie- und Kompetenzmechanismen meist auf die intrinsische Motivation beziehen, werden für das Konzept der Verbundenheit meist extrinsische Instrumente eingesetzt. Unter Bezugnahme auf Studien in anderen Disziplinen wird immer deutlicher, dass der Einsatz von extrinsischen Strategien allein nicht zu einer langfristig positiven Beteiligung führt. Es sollten auch verhaltensorientierte Strategien zur Steigerung von Autonomie und Kompetenz eingesetzt werden [07]. Autonomie beschreibt in diesem Zusammenhang ein Gefühl der Freiwilligkeit, das mit jedem Verhalten verbunden sein kann. Das bedeutet jedoch nicht die objektive Unabhängigkeit von anderen. Es ist vielmehr das subjektive Gefühl der Unabhängigkeit. Kompetenz ist definiert als das Gefühl, das, was als wichtig erachtet wird, effektiv beeinflussen zu können und die gewünschten Ergebnisse zu erzielen. Verbundenheit bedeutet nicht nur die Bedeutung, die andere einem zuschreiben, sondern auch die Bedeutung, die eine Person für andere hat. Die durchgeführten Fokusgruppen hatten das Ziel herauszufinden, ob und welche Art von Gamifizierungs-Strategie für eine Benutzeroberfläche in einer lokalen Energiegemeinschaft geeignet wäre. Die durchgeführten Fokusgruppen sollten daher einen Beitrag zur nutzerzentrierten Gestaltung eines Szenarios einer Eigenverbrauchsgemeinschaft leisten. Zum einen sollten die TeilnehmerInnen die vom Projektpartner Hive Power entwickelte Benutzeroberfläche bewerten, zum anderen wurden die TeilnehmerInnen gebeten, eigene Ideen zu äußern. Es wurden zwei getrennte Fokusgruppen durchgeführt, eine für Pro- und eine für Konsumenten, da eine homogene Gruppenzusammensetzung eine gemeinsame Basis in der Diskussion erleichtert [08].

### Akquise

Die Einladungen zur Fokusgruppe wurden per E-Mail an die Probandendatenbank der Forschungsgruppe AAP ( $N = 2000$ ) im Oktober 2019 verschickt.

### Ablauf

Die offizielle Einladung zur Teilnahme an der Fokusgruppe enthielt eine Themeneinführung und eine Beschreibung des Peer-2-Peer Szenarios. Zu Beginn wurden die Teilnehmenden gebeten, die Einverständniserklärung zu unterschreiben und es wurde ein demografischer Fragebogen ausgehändigt (u. a. erfasste dieser Alter, Geschlecht, Bildungsgrad, Größe der Stadt bzw. des Wohnortes). In der Gruppe für Prosumenten enthielt dieser Fragebogen zusätzliche Fragen zur Energieanlage. Alle Anwesenden erhielten eine Einweisung in das Forschungsprojekt NEMoGrid und das Peer-to-Peer Szenario. Anschließend wurden offen mögliche Vor- und Nachteile des Szenarios und die

gewünschten Informationen der Pro- und Konsumenten diskutiert. Schlagworte aus den Aussagen der TeilnehmerInnen wurden mitgeschrieben und auf Karteikarten visualisiert. Danach sollten die TeilnehmerInnen, die Wichtigkeit aller genannten Informationen bewerten (Abbildung 12).

Dazu wurden drei rote, grüne und gelbe Klebpunkte (rot = „Diese Information brauche



**Abbildung 12.** FokusgruppenteilnehmerInnen während der Erfassung von Bedürfnissen für das Peer-to-Peer Szenario.

ich persönlich nicht“, gelb = „Das ist gut zu wissen, aber ich schaue sicher nur ab und zu mal rein“, grün = „Sehr wichtig, ich möchte immer schnellen Zugriff auf diese Information haben.“) ausgegeben. Nach einer kurzen mündlichen Auswertung, konnten die Pro- und Konsumenten die entwickelte Plattform (Webinterface, Abbildung 13) für ca. fünf Minuten selbst frei erkunden. Anschließend erhielten die Teilnehmenden einen Usability-Fragebogen zur Bewertung des Interfaces. Die System Usability Scale (SUS, [08]) stellt ein „schnelles“ Instrument zur Messung der Gebrauchstauglichkeit dar. Sie besteht aus 10 Items mit fünf Antwortmöglichkeiten von „stimme voll zu“ bis „stimme überhaupt nicht zu“. Um sicherzustellen, dass alle Teilnehmenden das gleiche Verständnis von dieser Plattform hatten, wurde anschließend, von den ModeratorInnen der Fokusgruppe, geleitet durch das Portal geführt und diskutiert. Im Anschluss stand die Umsetzung weiterer Gamifizierungs-Konzepte im Vordergrund. Pro- und Konsumenten sollten schriftlich jeweils drei verschiedene Sätze vervollständigen:

- 1) „Um meine Kompetenz im Umgang mit Energie zu stärken, möchte ich im Rahmen meiner energieautarken Gemeinschaft, dass...“,
- 2) „Um meine Autonomie im Umgang mit Energie zu stärken, möchte ich im Rahmen meiner energieautarken Gemeinschaft, dass...“,
- 3) „Um mein Solidaritätsgefühl mit anderen Energieerzeugern und -verbrauchern in meiner energieautarken Gemeinschaft zu stärken, möchte ich...“.

Abschließend stellten die TeilnehmerInnen ihre beste Idee kurz der Gruppe vor. Alle Teilnehmenden erhielten eine Vergütung von 50 €. Die maximale Dauer betrug 2 Stunden.

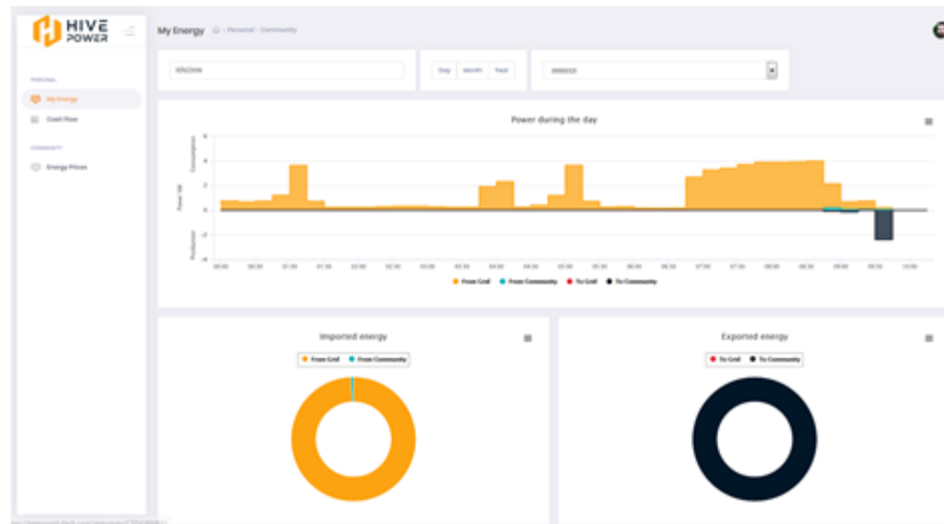


Abbildung 13. Webinterface Hive Power.

### Stichprobe

An der Fokusgruppe für Konsumenten nahmen insgesamt 9 Personen teil, davon waren 4 weiblich. Das Durchschnittsalter betrug 50 Jahre ( $M = 50,33$ ;  $SD = 16,60$ ). Die Mehrheit (5) gab als höchsten Bildungsabschluss einen Universitätsabschluss an, gefolgt von einem Dokortitel (2). Im Durchschnitt ( $Mdn = 5,00$ ) lebten die TeilnehmerInnen zum Zeitpunkt der Durchführung der Fokusgruppe in einer Stadt mit „100.000 bis 500.000“ Einwohnern.

Die Prosumenten-Fokusgruppe wurde mit 7 Teilnehmenden durchgeführt, von denen eine weiblich war. Das Durchschnittsalter betrug 48 Jahre ( $SD = 12,22$ ). Auch hier hatte die Mehrheit einen Hochschulabschluss (6), gefolgt von einem Teilnehmenden, der eine Ausbildung absolvierte. Der Wohnort der Prosumenten hatte ebenfalls durchschnittlich „100.000 bis 500.000“ ( $Mdn = 5,00$ ) Einwohner. Das selbst eingeschätzte Wissen über erneuerbare Energien wurde von den Prosumenten höher bewertet ( $M = 4,14$ , „stimme eher zu“;  $SD = 0,86$ ) als von den Konsumenten ( $M = 3,85$ , „stimme eher zu“;  $SD = 0,67$ ). In Bezug auf das selbst eingeschätzte Wissen über die Netzwerkstabilität ergaben sich ähnliche Ergebnisse (Konsumenten:  $M = 3,00$ , „stimme eher nicht zu“;  $SD = 1,11$ ; Prosument:  $M = 3,29$ , „stimme eher nicht zu“;  $SD = 0,80$ ). Die Prosumenten schätzen sich selbst als sehr technikaffin ein ( $M = 4,65$ , „stimme weitgehend zu“;  $SD = 0,73$ ), während die Konsumenten eher im Bereich der Normwerte lagen ( $M = 4,29$ , „stimme eher zu“,  $SD = 0,49$ ).

### Ergebnisse

Zunächst werden die Ergebnisse der quantitativen und qualitativen Usability-Evaluation der Nutzerschnittstelle dargestellt. Die Satzergänzungen zu den einzelnen Gamifizierungs-Strategien wurden zunächst digitalisiert, in einzelne Aussagen aufgeschlüsselt, kategorisiert und ausgezählt. Im Folgenden werden die Ergebnisse berichtet, die von mehr als einer Person geäußert wurden.

## Usability Evaluation

Die Usability-Bewertung mit dem SUS Fragebogen ergab einen SU-Score von:  $M = 67,12$  ( $SD = 14,66$ ), was einer eher guten Bewertung entspricht. Unterschiede zwischen Prosumenten und Konsumenten ergaben sich dabei nicht.

Nach der Exploration der Nutzerschnittstelle konnte die TeilnehmerInnen Aspekte nennen, welche bei einer Umsetzung beibehalten oder geändert werden sollten. Bei der Demonstration der Plattform lobten die Konsumenten die Plattform generell als funktional und übersichtlich. Hinsichtlich der Benutzerfreundlichkeit mit dem Smartphone gab es überwiegend positives Feedback. Ein Teilnehmender merkte an, dass die Grafiken schwer zu erfassen sind, im Querformat aber besser zu verstehen wären. Die Konsumenten kritisierten vor allem die Menüpunkte zu den finanziellen Leistungen. Hier wünschten sie sich eine (Gesamt)-„Bilanz“-Darstellung in der Grafik und den Tabellenauszügen. Die Handhabung der zeitaggregierten Übersichten erwies sich auf dem Smartphone als schwierig, da hier eine wenig genaue Selektion der Daten möglich ist. Bei der Demonstration der Plattform in der Prosumenten-Gruppe wurden deutlich mehr Aspekte der Plattform hinterfragt und kritisiert. Ein Teilnehmender gab an, dass er mehr interaktive Funktionen als rein deskriptive Auswertungsgrafiken erwartet hätte. Erneut wurde angemerkt, dass bei den Preisinformationen die „Bilanz“-Information fehlen würde. Außerdem wurde erwähnt, dass die Farbe der Preisgrafiken für den Energiebezug (orange) der Farbe für die aus dem Netz bezogene Energie sehr ähnlich ist. Dies könnte zu Fehlinterpretationen führen. In Bezug auf die Energieverbrauchsgrafik wurde angemerkt, dass die Einspeisung, die „to Community“ unter dem 0-Punkt und die Verbrauchsinformation „from Grid“ über dem 0-Punkt angezeigt wird, als kontraintuitiv empfunden wird. Bei der Demonstration wurde auch hinterfragt, ob sich die Daten unter dem Menüpunkt „Meine Energie“ auf den einzelnen Haushalt oder auf die gesamte Gemeinde beziehen.

## Gamification - Kompetenz

Von den Konsumenten waren 8 Aussagen zum Kompetenzbegriff zuordenbar. Diese beinhalteten die Vorschläge „themenbezogenes Lernen anbieten“ (3), „Expertenwissen zugänglich machen“ (2) und „Verhaltensempfehlungen geben“ (2). Bei den Prosumenten wurden 7 Aussagen dem Kompetenzansatz zugeordnet. Drei der Aussagen bezogen sich auf „strombezogene Informationen zugänglich machen“ (3) und zwei auf „Expertenwissen zugänglich machen“ (2). Kompetenzbasierte Ideen wurden in der Gruppe kaum diskutiert. Ein Teilnehmender erwähnte, dass den NutzerInnen so viel wie möglich abgenommen werden sollte (z.B. in Bezug auf die Installation). Der laufende Aufwand für TeilnehmerInnen im P2P-Szenario müsste bei der Umsetzung so gering wie möglich gehalten werden.

### Gamification - Autonomie

Von den Konsumenten waren 5 Aussagen zum Ansatz Autonomie zuordenbar, von denen die wichtigste die Sicherstellung der Energieversorgung war. Der Autonomieansatz wurde in der Fokusgruppe wenig diskutiert. Autonomiebezogene Einwände wurden als Gegenargument zu Ideen zum Thema Verbundenheit (siehe folgender Abschnitt) genannt. Zum Beispiel erwähnte eine Person, dass ein Wechsel der Gemeinschaft ermöglicht werden sollte. Ein anderer Konsument machte deutlich, dass er/sie keine Gemeinschaft in Bezug auf den Stromverbrauch braucht und dass es hier vor allem um die Versorgung geht. Von den Prosumenten wurden 7 Aussagen diesem Ansatz zugeordnet. Die geäußerten Ideen drehten sich im Wesentlichen um: „Abbau von bürokratischen Hürden“ (2) und „Schaffung von individuellen Kontroll-/Einflussmöglichkeiten“ (2). Die Teilnehmenden betonten, dass sie die Selbstbestimmung in Bezug auf die Energieversorgung (die bereits gewährt wird) sehr schätzen. Dies sollte auch weiterhin möglich sein.

### Gamification - Verbundenheit

In Bezug auf die Verbundenheit wurden 9 kategorisierbare Aussagen von den Konsumenten geäußert. Hier wurde davon gesprochen, tatsächlich „physische Gemeinschaftsaktivitäten“ (4) anzubieten, und „den Austausch mit anderen zu ermöglichen“ (2). Die TeilnehmerInnen brachten zum Ausdruck, dass die Schaffung oder Aufrechterhaltung eines Gemeinschaftsgefühls als zentral für das Peer-to-Peer Szenario angesehen wird. Dies könne z.B. durch Informationen erreicht werden, die ein positives Bild der Gemeinschaft schaffen. Die Bildung einer Gemeinschaft wird aber auch als die größte Hürde gesehen, da man sich auf andere verlassen und sich engagieren müsste. Die Organisation von Abstimmungsprozessen, z.B. über gemeinsame Investitionen, wurde als eine wichtige Entscheidungshürde gesehen. Bei den Prosumenten konnten 7 Aussagen diesem Gamifizierungsansatz zugeordnet werden. Wie bei den Konsumenten wurden „physische Gemeinschaftsaktivitäten“ (3) von den TeilnehmerInnen genannt, aber auch die „Formulierung gemeinsamer Ziele“ (2) wurde angesprochen. Soziale Aktivitäten, die die Anonymität in der Konsumentengemeinschaft reduzieren, wurden diskutiert. Die TeilnehmerInnen hielten es für interessant, die anderen Konsumenten und Produzenten persönlich kennen zu lernen und den Austausch untereinander zu fördern. In der Diskussion wurde betont, dass auf Fairness innerhalb der Verbrauchergemeinschaft geachtet werden sollte.

### Zusammenfassung

Die konzipierte Nutzerschnittstelle wurde im Rahmen der Fokusgruppen als durchschnittlich benutzerfreundlich, funktional und übersichtlich bewertet. Die Teilnehmenden sehen Verbesserungsbedarf bzgl. der Farbgebung und Ausrichtung der Prosumenten-Diagramminformationen. Ansätze, die die Verbundenheit mit anderen fördern, wurden von Pro- und Konsumenten als zentral für das Peer-to-Peer Szenario angesehen. Vor allem soziale Aktivitäten wurden diskutiert. Für Konsumenten ist auch der

Aufbau von Kompetenz, z.B. durch Zugang zu Expertenwissen, wichtig. In Bezug auf autonomiefördernde Ansätze wurde in beiden Gruppen der Erhalt selbstbestimmter Entscheidungen genannt.

### 4.3 ONLINE-BEFRAGUNG MIT CONJOINT ANALYSE

Im Rahmen des Arbeitspaketes 4.3 sollten motivationsfördernde Faktoren zur Teilnahme an Selbstverbrauchsgemeinschaften (Self-Consumption-Communities: SCC) identifiziert werden. Diese Faktoren sollen Interaktion und den Austausch zwischen potenziellen NutzernInnen und Mitgliedern von Selbstverbrauchsgemeinschaften fördern. Bisherige im Rahmen des Projektes durchgeführte Fokusgruppen und Studien zeigen deutlich, dass potenzielle NutzerInnen besonders an Informationen über die Mitglieder in der Verbrauchsgemeinschaft, den Austausch mit aktuellen NutzerInnen, die installierten Anlagen/Kraftwerk (KKW) sowie an Preisinformationen interessiert sind. In der Konzeption dieser Studie wurden daher Attribute für die Faktoren identifiziert und untersucht, die eine mögliche Teilnahme an einer SCC begünstigen. Diese Faktoren wurden in Zusammenarbeit mit Pro- und Konsumenten entwickelt in den vorhergehenden Arbeitspaketen. Das Ziel war die Abschätzung der Struktur der Verbraucherpräferenzen für die Teilnahme an SCC. Faktoren, die besonders wichtig sind, um die Motivation zur Teilnahme zu erhöhen sind:

- 1) Demografische Informationen über die SCC-Mitglieder,
- 2) Austauschmöglichkeiten zwischen potenziellen und aktuellen NutzerInnen der SCC,
- 3) Informationen über die Energieanlagen der Gemeinde,
- 4) Rückmeldung über Kosten, Verbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen in Form von Gewinnen und Verlusten (€, kWh, CO<sub>2</sub>) bei der Teilnahme an SCC.

Im Folgenden werden die Faktoren und dazugehörigen Attribute kurz vorgestellt.

#### 1) Demografische Informationen

Demografische Informationen über die SCC Mitglieder (Pro- und Konsumenten), mit denen die NutzerInnen verbunden sind und von denen sie potenziell Strom kaufen, können zugänglich gemacht werden. Es gibt jedoch auch die Option, dass demografische Informationen nicht zugänglich sind. Es gibt also folgende Optionen für die zur Verfügung gestellten Informationen:

- a. Keine,
- b. Alter,
- c. Geschlecht,
- d. Beruf oder
- e. Erfahrung als Pro-/Konsument in der Gemeinde in Jahren.



## 2) Austauschoption

Optionen, die einen Austausch von P2P-Modellerfahrungen zwischen potentiellen und aktuellen NutzerInnen ermöglichen. Dieser Erfahrungsaustausch kann wie folgt stattfinden:

- a. **Keiner:** Es ist kein Erfahrungsaustausch möglich.
- b. **Persönlich:** Es gibt einen Ansprechpartner (z.B. bei technischen Fragen).
- c. **Forum:** Über ein digitales Forum.

## 3) Informationen zur Anlage

Zusätzlich können Informationen über die Energieanlagen in der Gemeinschaft und über den Prosumenten, der Energie verkauft, zur Verfügung gestellt werden. Die Informationen können sein:

- a. das Jahr der Inbetriebnahme der Anlage,
- b. der Strommix/Stromquelle,
- c. verschiedene Leistungsparameter oder
- d. der Standort der Anlage.

## 4) Rückmeldung

Schließlich besteht die Möglichkeit, Feedback über Kosten, Verbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen in Form von Gewinnen und Verlusten (€, kWh, CO<sub>2</sub>) für die Teilnahme an der SCC zu erhalten. Es besteht die Möglichkeit, dass:

- a. Sie **keine** Rückmeldung über die Gewinne und Verluste der Verbrauchsgemeinschaft erhalten.
- b. Sie **individuelles Feedback** erhalten, das Ihre bisherigen Kosten vergleicht. Enthalten sein können Verbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen in Form von Gewinnen und Verlusten. Ihre Informationen werden mit einem **Haushalt** in der aktuellen SCC-Gemeinschaft, der dem Ihren **ähnlich** ist, verglichen.
- c. Sie ein **individuelles Feedback** erhalten, das Ihre bisherigen Kosten vergleicht. Enthalten sein können Verbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen in Form von Gewinne und Verlusten. Ihre Informationen werden mit den **Durchschnittswerten der aktuellen SCC-** Gemeinschaft verglichen.
- d. Sie ein **Gemeinschafts-Feedback** erhalten, das die Kosten, den Verbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen Ihrer potentiellen SCC-Gemeinschaft mit denen einer konventionellen Energie-Gemeinschaft vergleicht.

## Akquise

Die Akquise der Probanden erfolgte erneut über die Probandendatenbank der Forschungsgruppe ( $N = 2000$  eingetragene Personen), Artikel auf der NEMoGrid-Website sowie eine Pressemeldung auf der Website der TU Chemnitz. Darüber hinaus wurde der Aufruf zur Studienteilnahme an die Projektpartner: sonnen und SUST sowie die ERA-Net Smart Energy Systems Community weitergeleitet. Um den Aufwand für die

TeilnehmerInnen möglichst gering zu halten und (trotz Corona) teilzunehmen, wurde die Conjoint-Analyse als Online Umfrage durchgeführt (Dauer: 20 min, max. 4 Stunden). Die Fragen wurden in englischer Sprache formuliert um eine europäische Stichprobe anzusprechen. Die Umfrage war 3 Wochen online und startete im Dezember 2020. Im Anschluss an die Befragung bestand die Möglichkeit an einem Gewinnspiel teilzunehmen, bei dem 40 mal 25 € unter allen Teilnehmenden verlost wurden.

## Ablauf

Die Online-Umfrage wurde mit der Sawtooth Software Lighthouse Studio 9 (Version 9.8.1) umgesetzt. Zu Beginn wurden die Teilnehmenden über die Inhalte der Studie informiert und gebeten, der Einverständniserklärung sowie den Datenschutzbestimmungen zuzustimmen. Danach wurden demografische Angaben (u.a. Alter, Geschlecht, Bildungsgrad, Größe der Stadt bzw. des Wohnortes) erhoben. Prosumenten beantworteten zusätzliche Fragen zu ihrer Energieanlage. Alle Teilnehmenden erhielten zunächst eine Einweisung in das Peer-2-Peer Geschäftsmodell. Anschließend wurden die Kategorien und die dazugehörigen Attribute erläutert. Im Anschluss hatten die TeilnehmerInnen die Aufgabe aus 18 randomisierten Attributkombinationen jeweils das Modell auszuwählen, welches sie präferierten (Abbildung 14).

**Which option would motivate you to participate in the P2P model as a consumer, or strengthen your intention to participate.**

If these were your only options for a P2P business model design, which option would you choose?

After choosing a option, scroll down and continue with "Next".

(1 of 18)

<b>Demographic information</b>	Experience in years	None	Occupation	Age
<b>Exchange options</b>	Forum (e.g. digital)	None	Contact person	Forum (e.g. digital)
<b>Facility information</b>	Performance parameter	Year of commissioning	Performance parameter	Geographical location
<b>Feedback</b>	Individual	None	Individual-Community	Community
	Select	Select	Select	Select

Abbildung 14. Beispiel einer Wahlaufgabe der Befragung mit Conjoint-Analyse.

## Stichprobe

An der Online Umfrage nahmen insgesamt 34 (3 Prosumenten mit Photovoltaik-Anlage) mit einem durchschnittlichen Alter von 45 Jahren ( $SD = 14,0$ ;  $min = 21,0$ ,  $max = 85,0$ ) teil. Die Mehrheit der Teilnehmenden war männlich ( $n = 24$ ). Die durchschnittliche Haushaltsgröße lag bei 2,3 Personen ( $SD = 1,6$ ). Die Befragten hatten in der Mehrheit einen Hochschulabschluss (56 %) oder höher wertige Qualifikationen (15 %). An der Befragung nahmen mehrheitliche Deutsche teil ( $n = 32$ ).

Hinsichtlich der Absichten der Befragten zeigte sich, dass 65 % bereits darüber nachdachte Prosument zu werden. Das Wissen über erneuerbare Energien ( $M = 3,47$ , „stimme eher zu“;  $SD = 1,29$ ) und die Netzstabilisierung ( $M = 3,08$ , „stimme eher zu“;  $SD = 1,37$ ) lag im durchschnittlichen Bereich.

Die Hauptgründe für die Umstellung auf eine eigene Stromproduktion waren vordergründig,

- 1) „Um Geld zu sparen“ ( $M = 29,20$  Punkte vergeben) und
- 2) „Einen Beitrag zum Klimawandel leisten“ ( $M = 29,11$  Punkte vergeben).

Weitaus seltener wurden folgenden Gründe genannt:

- 1) „Unabhängig von Unternehmen zu werden“ ( $M = 20,64$  Punkte vergeben)
- 2) „Interesse und Neugierde an einer neuen Technologie“ ( $M = 16,17$  Punkte vergeben)
- 3) „Aufwertung meiner Immobilie“ ( $M = 4,85$  Punkte vergeben)

## Ergebnisse

### Conjoint-Analyse

Für die Wahlaufgaben wurden folgende Analysemethoden ausgewählt:

- 1) Häufigkeitsanalyse &
- 2) Hierarchische Bayesianische Modellierung.

In Abbildung 15. ist die Wichtigkeit bzw. Präferenz der Faktoren dargestellt. Am motivierendsten für die Teilnahme an einer SCC sind soziodemografische Angaben der Prosumenten, gefolgt von Rückmeldungsoptionen sowie Austauschmöglichkeiten zwischen den Mitgliedern einer Gemeinschaft.

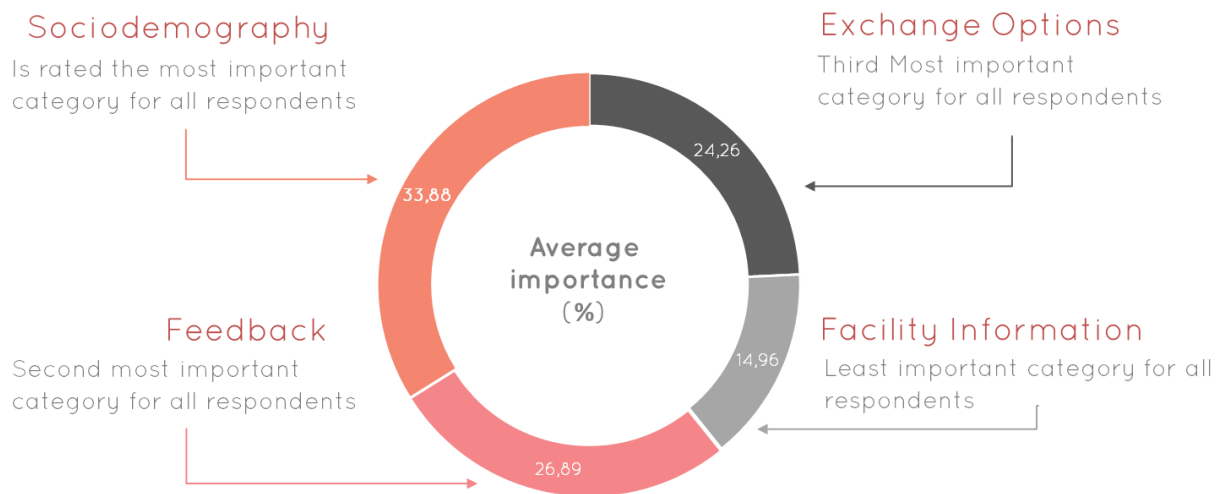


Abbildung 15. Wichtigkeit der Faktoren der Conjoint-Analyse.

Bei der detaillierten Betrachtung der Kategorie „Soziodemografische Angaben“, fiel auf, dass die Attribute dieser Faktoren einen signifikanten ( $p < .01$ ) Einfluss auf die Teilnahme am Geschäftsmodell haben ( $\chi^2(4) = 47,31$ ). Das am meisten bevorzugte Attribut war: „Erfahrung in der Gemeinschaft“. Die Verfügbarkeit von Informationen über die Erfahrungen des Stromproduzenten erhöhte die Wahrscheinlichkeit der Teilnahme von 25,6 % (Informationen über den Beruf) auf 37,0 %. Im Vergleich zu Informationen über den Beruf des Stromproduzenten erhöhte die Erfahrung die Teilnahmewahrscheinlichkeit am Modell beinahe um das Doppelte (44,0 %). Allein nur die Informationen zu Geschlecht und Alters waren für potenzielle NutzerInnen nicht interessant (24,0 %). Es ergaben sich keine signifikanten Wechselwirkungen zwischen den Faktoren.

Auch für den Faktor „Rückmeldung“ (bzw. Feedback) zeigten die Attribute einen signifikanten ( $p < .01$ ) Einfluss auf die Wahl der Teilnahme am Geschäftsmodell ( $\chi^2(3) = 42,32$ ). Das am meisten bevorzugte Feedback-Attribut ist das „individuelle Gemeinschafts-Feedback“. Hier werden die bisherigen Kosten, Verbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen mit den gemittelten Werten der aktuellen Gemeinschaft verglichen. Die Einbeziehung des individuellen Gemeinschafts-Feedbacks verbesserte die Wahrscheinlichkeit der Teilnahme von grundsätzlich 25,0 % (individuelles Feedback) auf 33,8 %. Damit erhöhte sich die Teilnahme durch Einbeziehung des individuellen Gemeinschaftsfeedbacks um ca. ein Drittel (35,2 %). Individuelle und Gemeinschafts-Informationen waren gleichermaßen interessant. Es ergaben sich keine signifikanten Wechselwirkungen zwischen den Faktoren.

Auch für den „Erfahrungsaustausch“ ergab sich ein signifikanter ( $p < .01$ ) Einfluss der Attribute in auf die Wahl der Teilnahme am Geschäftsmodell ( $\chi^2(4) = 54,31$ ). Die am meisten bevorzugte Austauschoption war eine persönliche Ansprechperson. Die

Einbeziehung eines Ansprechpartners verbesserte die Wahlwahrscheinlichkeit der Teilnahme von 29,6 % auf 30,9 %. Die Einbeziehung dieses Attributs erhöhte die Teilnahme um 4,3 % im Vergleich zu einem digitalen Forum. Signifikante Wechselwirkungen zwischen den Faktoren wurden erneut nicht gefunden.

Für die Attribute in der Kategorie „Anlageninformationen“ zeigte sich ebenfalls ein signifikanter ( $p < .01$ ) Einfluss auf die Wahl der Teilnahme am Geschäftsmodell ( $\chi^2(2) = 13,629$ ). Die am deutlichsten bevorzugten Anlageinformationen sind „Leistungsparameter“, gefolgt vom „Standort der Energieanlage“ und dem „Jahr der Installation“. Die Einbeziehung von Leistungsparametern verbesserte die Wahlwahrscheinlichkeit der Teilnahme von 23,1 % (Standort der Anlage) auf 30,2 %. Die Einbeziehung dieses Attributs erhöht die Beteiligung daher um 30,7 % im Vergleich zu den Informationen über den Standort hinaus. Hier ergaben sich ebenfalls keinerlei Wechselwirkungen zwischen den Faktoren.

### Zusammenfassung

Hinsichtlich der motivationsfördernden Wirkung zur Teilnahme an einer SCC wurden soziodemografische Informationen über aktuelle Pro- und Konsumenten in der SCC-Gemeinschaft durch Befragte am wichtigsten eingestuft, gefolgt von Rückmeldungen an potenzielle Kunden, Austauschmöglichkeiten zum Lernen und Informieren über die Gemeinschaft. Informationen über die Anlage, die innerhalb der Selbstverbrauchsgemeinschaften genutzt werden, werden als am wenigsten wichtig bewertet. Insbesondere die jahrelange Erfahrung innerhalb der SCC scheint die wichtigste Information für potentielle Kunden zu sein. Weiterhin bevorzugen sie Feedback, bei dem sie Informationen darüber erhalten, wie die Gemeinschaft im Verhältnis zu ihrer eigenen Verbrauch abschneidet. Die Ergebnisse zeigen, dass es einen Bedarf gibt, sich mit der SCC-Gemeinschaft schon vor dem Eintritt in diese auszutauschen. Spezielle Ansprechpersonen sowie auch Foren sind für potentielle NutzerInnen durchaus von Bedeutung.

### AP 5 – Umsetzung, Skalierbarkeit und Replizierbarkeit

Das Ziel dieses Arbeitspakets war es, die Simulationsergebnisse mit realen Daten der Testgebiete zu überprüfen und Vor- und Nachteile der implementierten Lösungen zu bewerten. Der Fokus des NEMoGrid-Projektpartners TUC lag darauf, die Nutzerperspektive auf die implementierten Lösungen zu untersuchen, genauer gesagt ein Eigenverbrauchs-Community-Szenario. Daher wurde ein Feldversuch durchgeführt im Rahmen dessen Bewertungen der TeilnehmerInnen über einen Online-Fragebogen gesammelt.

## 5.4 FELDVERSUCH

Die Pandemie-Situation in ganz Europa, während der Durchführung des AP 5 Feldversuchs, führte zu Änderungen des ursprünglichen Arbeitsplans. Der Feldversuch wurde in Lugaggia durchgeführt, einer kleinen Gemeinde in der Nähe von Lugano im Süden der Schweiz (CH). Die Daten wurden online mit einem mehrsprachigen Fragebogen gesammelt, um den Aufwand für die Teilnehmenden zu reduzieren. Trotz des reduzierten Aufwands und des Angebots einer Vergütung war die Bereitschaft zur Teilnahme begrenzt. Daher sind Ergebnisse in Bezug auf ihre Gültigkeit und Übertragbarkeit auf andere Umgebungen eingeschränkt. Die Ergebnisse sollten als Fallstudie behandelt werden, die Teile der Nutzerperspektive auf eine Selbstverbrauchsgemeinschaft widerspiegelt. Dennoch liefern die Ergebnisse qualitative Erkenntnisse, die die Entwicklung zukünftiger Energiegeschäftsmodelle unterstützen können.

Die Feldversuchs-Evaluierung umfasste die Perspektiven von Pro- und Konsumenten in Lugaggia und wurde in Zusammenarbeit mit dem national geförderten Projekt LIC: „Lugaggia Innovation Community“ durchgeführt (für weitere Informationen siehe: <https://lic.energy/>). LIC ist eine Selbstverbraucher-Gemeinschaft, die die Nutzung von Solarenergie zwischen lokalen Pro- und Konsumenten durch die Kombination mit einer öffentlichen Solar- und Batterieanlage optimiert und automatisiert. Das Projekt und der dazugehörige Feldversuch starteten im Oktober 2019 und werden bis Dezember 2023 andauern. Das Projekt folgt einem „Vier-Säulen-Ansatz“ (siehe Abbildung 16), der technologie-, wirtschafts-, aktors- und politikgetriebene Ziele kombiniert.

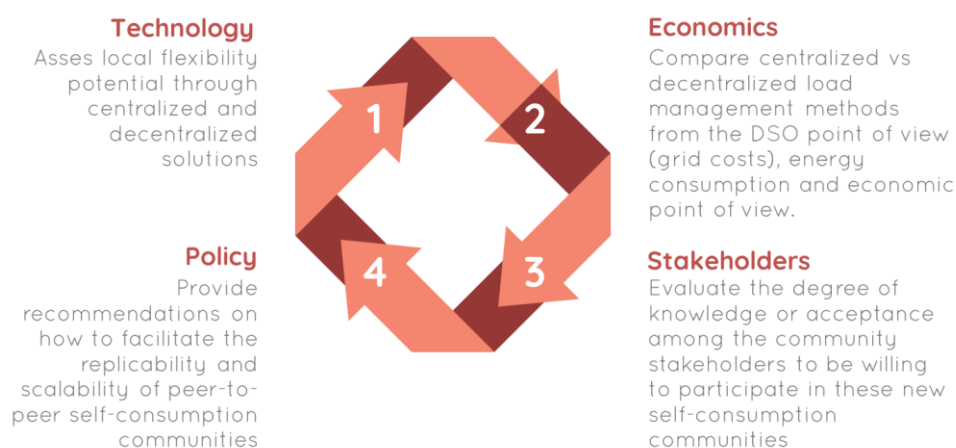


Abbildung 16. Lugaggia Feldversuch Projektziele.

Die in Lugaggia implementierte Infrastruktur (siehe Abbildung 17) zur Realisierung einer Eigenverbrauchsgemeinschaft umfasst: 18 Einfamilienhäuser mit 4 Solaranlagen (insgesamt 37kWp), 26kW Elektroheizungen für die Warmwasserbereitung und 10 Wärmepumpen. Außerdem wurde eine zusätzliche Solaranlage (27kW) auf dem Kindergarten der Gemeinde und eine Batterie mit 60kWh/50kW Speicher installiert.



**Abbildung 17.** *Lugaggia community*  
(<https://www.energieschweiz.ch/stories/solarstrom-quartier/>).

Das vor Ort umgesetzte Geschäftsmodell folgt der Idee einer Selbstverbrauchsgemeinschaft mit dynamischen Preisen auf Basis eines einfachen Preisschemas, das vom Eigenverbrauchs-Anteil abhängt. Der Verkaufspreis außerhalb der Gemeinschaft beträgt 6cts/kWh. Im Gegensatz dazu beträgt der Preis für den Verkauf von Energie innerhalb der Gemeinschaft 9ct/kWh. Die Einkaufspreise begünstigen zusätzlich den innergemeinschaftlichen Handel mit einem Preis von 21cts/kWh von außen und 16cts/kWh von den Gemeindemitgliedern. Der aktuelle Energiepreis ist für alle gleich und ist ein gewichteter Durchschnitt aus Innen- und Außenpreisen, basierend auf dem Grad an Autarkie und des Eigenverbrauchs der Gemeinschaft.

### Akquise

Um die LIC-ProjektteilnehmerInnen zum Fragebogen des NEMoGrid-Feldversuchs einzuladen, wurde am 2. November 2020 vom NEMoGrid-Partner SUPSI ein Newsletter verschickt. Zwei weitere Erinnerungsschreiben folgten innerhalb der nächsten zwei Wochen. Am Ende füllten  $N = 6$  Teilnehmer den Fragebogen aus, was 33 % der gesamten Stichprobe der teilnehmenden Haushalte entspricht. Als Vergütung wurden 50 CHF (ca. 50 €) angeboten.

### Ablauf

Um den Aufwand für die Teilnehmer zu reduzieren und sie zur Beantwortung der nutzerzentrierten Fragen zu motivieren, führten wir die Evaluation des Feldversuchs als kurzen Online-Fragebogen durch (Dauer: 35 min). Wir boten den Fragebogen in zwei Sprachen (Englisch und Italienisch) an. Nach der Konzeptualisierung wurde er in LimeSurvey (Version 3.23.7) implementiert.

Nach einer kurzen Begrüßung mit der Beschreibung des Studienziels, der Zustimmung zur freiwilligen Teilnahme und einer Erklärung der Teilnahmebedingungen, wurden die Teilnehmer gebeten, sich als Pro- oder Konsument zu definieren und - abhängig von ihrer aktuellen Energieversorgung - ihre Energieanlage zu beschreiben.

Anschließend wurden Informationsbedürfnisse abgefragt. Hierfür wurden eine Reihe von in vorherigen Erhebungen identifizierten Informationsbedürfnissen in geschlossenem Antwortformat präsentiert (für weitere Informationen siehe D4.1 Richtlinien für die nutzerzentrierte Entwicklung von Ansätzen, die die soziale Akzeptanz und die Zusammenarbeit der Nutzer fördern). Die Teilnehmer sollten entscheiden, ob diese Informationen in ihrer Feldversuchsumgebung zugänglich sind oder nicht. Zudem sollten sie die Wichtigkeit jeder Information (3 = „Sehr wichtig, ich [möchte] immer schnellen Zugriff auf diese Information haben.“; 2 = „Das ist gut zu wissen, aber ich [würde] nur ab und zu nachschauen.“; 1 = „Ich persönlich brauche diese Information nicht.“) aus ihrer Sicht einstufen.

Im dritten Teil des Fragebogens stand das Nutzungsverhalten, die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit sowie die Erfahrung mit der im Feldversuch zur Verfügung gestellten Schnittstelle im Vordergrund. Die vom Schweizer Projektpartner Hive Power implementierte Website (Abbildung 18), beinhaltete persönliche und gemeindebasierte Statistiken zum Energieverbrauch. Die Feldversuchsteilnehmer wurden gebeten Dinge (z.B. Informationen, Design), die beibehalten oder in Zukunft verändert werden sollten, zu benennen.

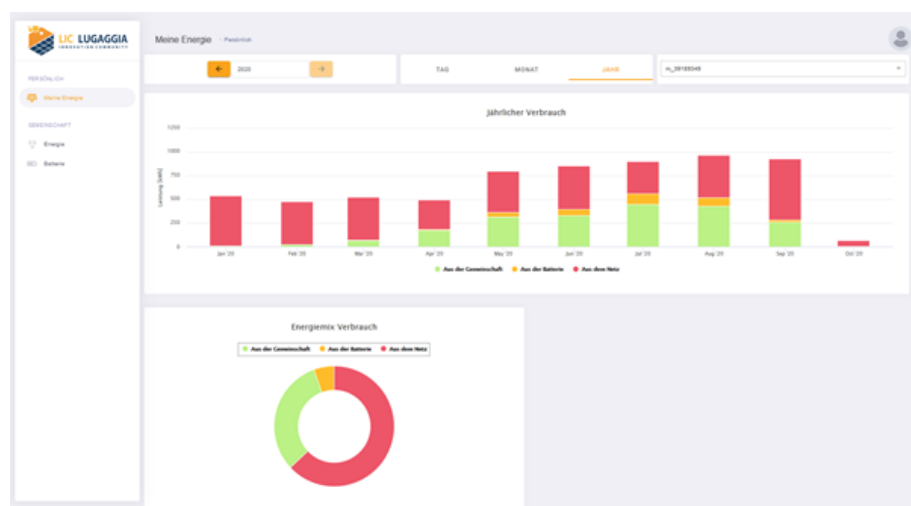


Abbildung 18. Screenshot LIC Webseite, Oktober 2020.

Im Folgenden wurden Ideen bezüglich Gamifizierungs-Ansätzen, die sich für den Anwendungskontext einer Selbstverbrauchsgemeinschaft eignen, abgefragt: „Welche Strategien würden Ihnen helfen, Ihre Motivation zur Teilnahme an dem Konzept aufrechtzuerhalten?“ Dazu mussten die Teilnehmer die folgenden Sätze mit einem offenen Vorschlag vervollständigen:



- 1) „Um meine Kompetenz im Umgang mit Energie im Rahmen einer Selbstverbrauchsgemeinschaft zu stärken, würde ich...“,
- 2) „Um mein Autonomiegefühl im Rahmen einer Selbstverbrauchsgemeinschaft zu stärken, würde ich...“,
- 3) „Um mein Gefühl der Verbundenheit mit anderen Energieerzeugern und -verbrauchern in meiner Selbstversorgergemeinschaft zu stärken, würde ich...“.

Im folgenden Teil des Fragebogens wurden der Teilnehmer gebeten zu möglichen Umstellungseffekten im Zusammenhang mit dem neuen Modell der Energieversorgung Auskunft zu geben: „Haben sich durch die Teilnahme an der Selbstverbrauchergemeinschaft Ihre...geändert?“

- 1) „...Gewohnheiten in Bezug auf den Energieverbrauch...“,
- 2) „... sozialen Interaktionen mit Ihren Nachbarn...“,
- 3) „...irgendwas anderes außer Energie oder soziale Interaktionen...“.

Zunächst wurden die Feldversuchsteilnehmer gebeten anzugeben, ob die neue Energieversorgung irgendwelche Veränderungen verursacht hat oder nicht. Falls sie „ja“ angaben, wurde um weitere Erläuterung gebeten. Der Fragebogen endete mit einigen demographischen Fragen (zu Alter, Haushaltsgröße, Qualifikation, Wissen über erneuerbare Energien und Netzstabilität, Technikaffinität) und einer separaten Angabe von Kontaktdaten zur Klärung von Details für die Überweisung der Vergütung.

### Stichprobe

Insgesamt beantworteten  $N = 6$  Feldversuchsteilnehmer den Fragebogen. Sie waren alle männlich und nur einer von ihnen definierte sich als Prosumer. Das Durchschnittsalter der Teilnehmer betrug 58 Jahre ( $M = 57,67$ ;  $SD = 6,77$ ;  $min = 50$ ;  $max = 66$ ). Die Teilnehmer gaben an, dass (einschließlich ihrer selbst) zwei ( $min = 1$ ;  $max = 3$ ) Personen in ihrem Haushalt lebten. Die Teilnehmer gaben ein recht hohes Bildungsniveau an: Universität (2); Dissertation oder höher (2); Berufsausbildung (Sekundarstufe II; 1); höhere Berufsausbildung (1). Im Durchschnitt stimmten sie bei den Fragen zum Wissen über erneuerbare Energien ( $M = 3,94$ ;  $SD = 1,30$ ) und zur Netzstabilität ( $M = 3,67$ ;  $SD = 1,08$ ) „eher zu“. Außerdem stimmten sie den Aussagen zur Technikaffinität „eher zu“ ( $M = 4,26$ ;  $SD = 1,54$ ).

### Ergebnisse

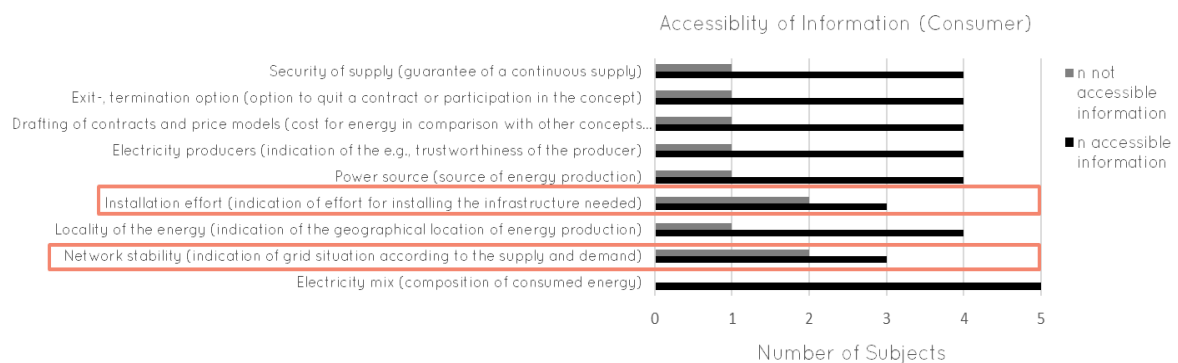
Aufgrund der geringen Stichprobengröße werden die Ergebnisse der geschlossenen Fragen nur deskriptiv (Mittelwerte, Mediane, Standardabweichungen, absolute und relative Häufigkeiten) berichtet. Inferenzstatistische Gruppenvergleiche waren nicht möglich, da nur ein Prosumer den Fragebogen beantwortete. Wo immer es inhaltlich sinnvoll war, wurden die deskriptiven Ergebnisse für jede Benutzergruppe getrennt ausgewiesen. Qualitative Antworten auf offene Fragen wurden zusammengefasst und diese durch Beispielzitate illustriert.

Der Fragebogen begann mit der (Selbst-)Definition der jeweiligen Nutzergruppe (Pro- oder Konsumenten). Hier gab nur ein Teilnehmer an, ein Prosument zu sein. Er besaß seine Energieanlage zum Zeitpunkt der Erhebung seit 2018. Bei der Anlage handelte es sich um eine Photovoltaikanlage, die ca. 425 kWh/Monat produziert. Die gesamte Solarthermieanlage produzierte ca. 300 kWh.

Die Antworten von  $n = 3$  Teilnehmern beschrieben (mögliche) Gründe für den Umstieg auf eine eigene Energieerzeugung. Insgesamt konnten 100 Punkte für die vorgegebenen Optionen vergeben werden. Der wichtigste Grund auf eine eigene Eigenerzeugung umzusteigen, war: „Zum Klimaschutz beitragen“ ( $M = 70,00$  vergebene Punkte), gefolgt von „Interesse und Neugierde an der neuen Technologie“ ( $M = 16,67$  Punkte), „Unabhängig von Stromkonzernen sein“ ( $M = 15,00$  Punkte) und „Geld sparen“ ( $M = 10,00$  Punkte).

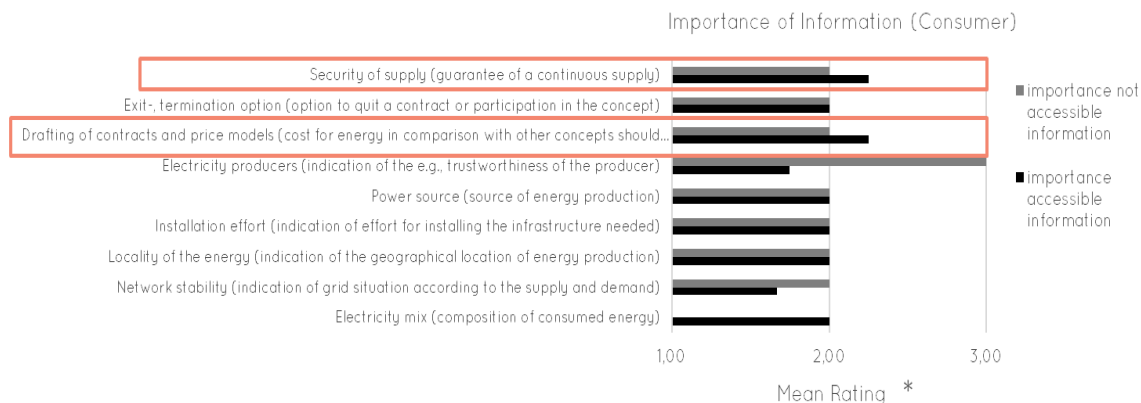
### Informationsbedürfnisse

Basierend auf den vorherigen NEMoGrid-Nutzerstudien wurden den Feldversuchsteilnehmern Informationsbedürfnissen präsentiert und nach deren Zugänglichkeit und Wichtigkeit während des Feldversuchs gefragt. Die meisten Informationen schienen für die Mehrheit der Konsumenten verfügbar zu sein ( $n = 5$ ). Hinsichtlich des „Installationsaufwands“ und der „Netzstabilität“ waren die Teilnehmer unentschieden und benötigen wahrscheinlich mehr Informationen (Abbildung 19).



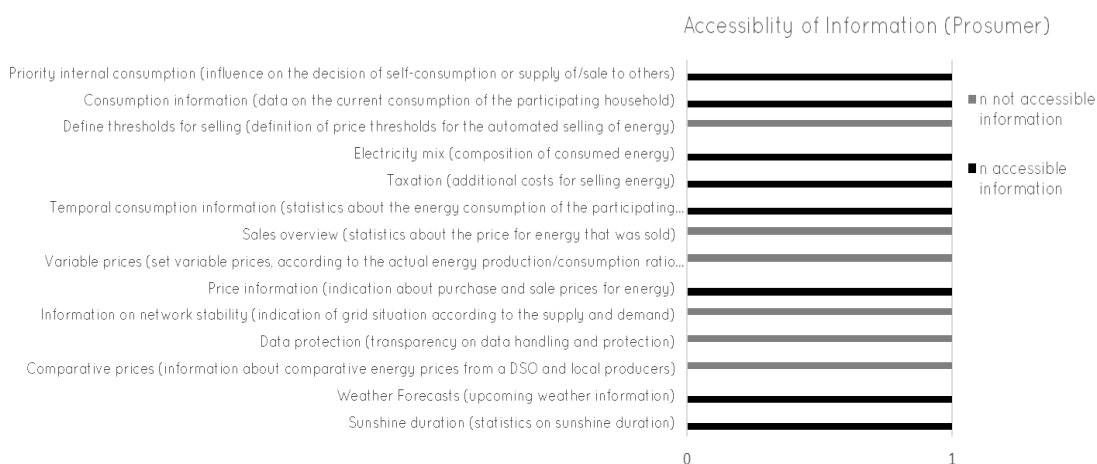
**Abbildung 19.** Bewertung der Zugänglichkeit von Informationen während des Feldversuches durch  $n = 5$  Konsumenten.

Die Bedeutung von „nicht zugänglich“ Informationen, wurde im Vergleich zu „zugänglichen“ Informationen als relativ wichtig bewertet. Die Konsumenten im Feldversuch wünschen sich insbesondere mehr Informationen zur Versorgungssicherheit und zu Preismodellen (Abbildung 20).



**Abbildung 20.** Angabe der Wichtigkeit der Informationen durch Konsumenten im Feldversuch; n = 5. \*Die Standardabweichungen (SD) der Wichtigkeitsbewertungen variieren zwischen 0,00 (für Netzstabilität) und 1,15 für (Exit-, Kündigungsoptionen), was auf Unterschiede in der Einheitlichkeit der Teilnehmerbewertungen hinweist. Der Mittelwert der SD beträgt 0,53.

Der Großteil der Informationen wurde von dem Prosument als „zugänglich“ bewertet, aber insbesondere bei den detaillierten Preisinformationen gab es aus seiner Sicht Verbesserungspotenzial (Abbildung 21).



**Abbildung 21.** Bewertung der Zugänglichkeit von Informationen im Feldversuch durch n = 1 Prosumenten.

Die „zugänglichen“ Informationen wurden vom Prosumenten als am wichtigsten bewertet (Abbildung 22). Variable Preisinformationen und Informationen zur Netzstabilität könnten also wertvolle Ergänzungen für die Nutzerschnittstelle sein.

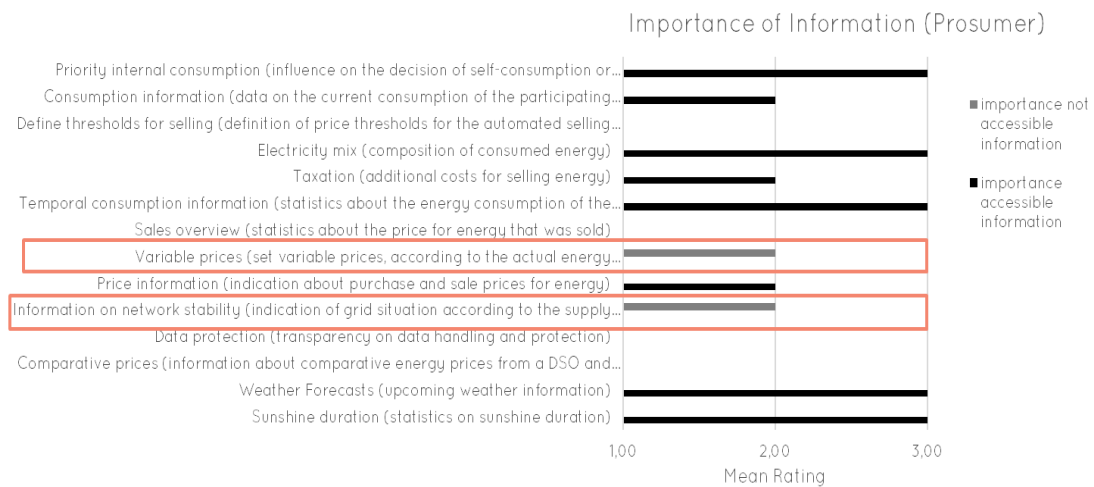


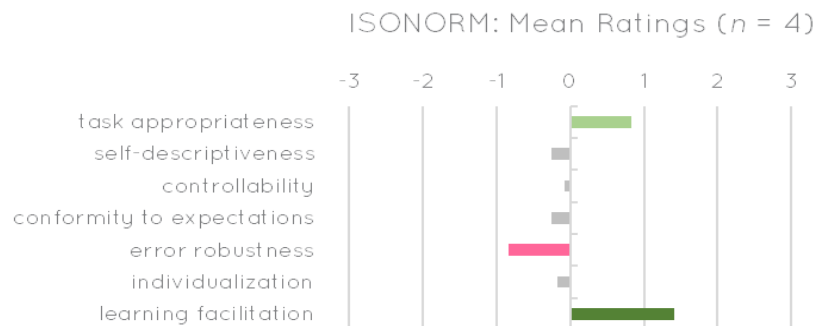
Abbildung 22. Bewertung der Wichtigkeit von Informationen im Feldversuch durch  $n = 1$  Prosumenten.

### Nutzungsverhalten, Usability und User Experience der Nutzerschnittstelle

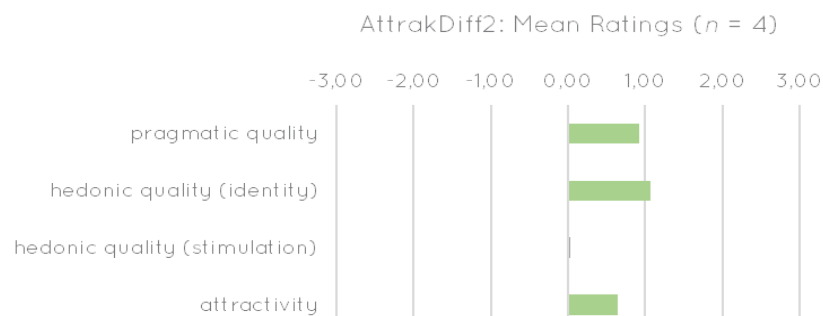
Zwei Personen gaben an, die implementierte Website „einmal pro Woche“ zu nutzen (33 %). Zwei Personen gaben an, die Website „noch nicht“ genutzt zu haben (33 %). Jeweils eine Person (16 %) gab „einmal im Monat“ und „weniger als einmal im Monat“ an. Nur diese Teilnehmer (4), die die Website bereits nutzen, wurden im Folgenden um eine weitere Bewertung gebeten. Alle Teilnehmer, griffen hauptsächlich über ihren Computer darauf zu. Der Grund für diese Präferenz war, dass dieses Gerät die geringsten Barrieren in der Nutzung zu haben scheint, da es verfügbar ist und die Daten detailliert und komfortabel bereitgestellt werden.

Die Bewertung der Usability der Nutzerschnittstelle erfolgte mit Hilfe der System Usability Scale (SUS). Die Benutzeroberfläche des Lugaggia-Feldversuchs wurde von den vier Teilnehmern mit 37,5 bewertet. Dies liegt deutlich unter dem Durchschnitt und entspricht einer „schlechten“ Bewertung. Die Bewertung liegt auch deutlich unter der Bewertung der FokusgruppenteilnehmerInnen, die die Webseite kurzzeitig testeten.

Für eine weiterführende Usability Bewertung wurden die Feldversuchsteilnehmer gebeten den ISONORM-Fragebogen auszufüllen. Hier wurde die Webseite als überwiegend „neutral“ bewertet, mit den Stärken Lernförderlichkeit und Aufgabenangemessenheit. Die vier Teilnehmer bemängelten die Robustheit gegenüber Fehlern (Abbildung 23).



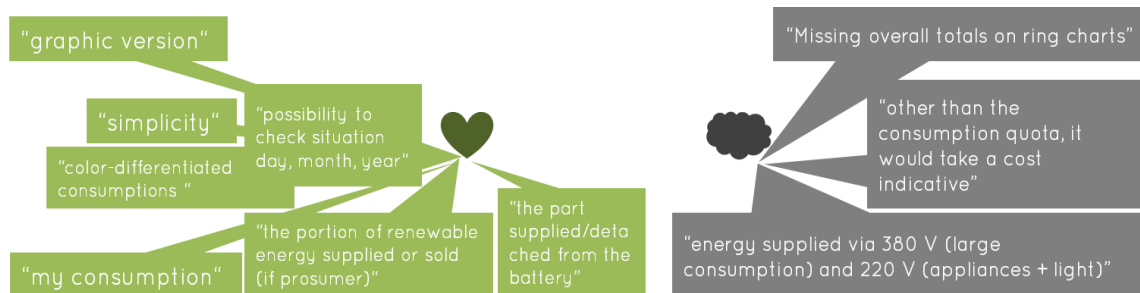
**Abbildung 23.** Mittlere Bewertungen für die ISONORM [11]-Skalen;  $n = 4$ ; Die Standardabweichungen (SD) der ISONORM-Bewertungen variieren zwischen 2,12 (für Fehlerrobustheit) und 3,06 (für Beherrschbarkeit), was auf große Unterschiede in der Einheitlichkeit der Teilnehmerbewertungen hinweist. Der Mittelwert der SD beträgt 2,41.



**Abbildung 24.** Mittlere Bewertungen für den AttrakDiff2-Fragebogen [12]. Die Standardabweichungen (SD) der AttrakDiff2-Bewertungen variieren zwischen 1,48 (für hedonische Qualität (Stimulation)) und 2,14 (pragmatische Qualität), was auf Unterschiede in der Einheitlichkeit

Der anschließend präsentierte AttrakDiff2-Fragebogen erfasste die erfahrungsrelevanten Produktwahrnehmungen und -bewertungen. Paare von kontrastierenden Adjektiven (Abbildung 24) werden unter vier verschiedenen Skalen subsumiert. Aus Sicht der Teilnehmer wurde die Website positiv bewertet, mit guten pragmatischen (Nutzbarkeit und Zielerreichung mit Hilfe des Produkts) und identitätsbezogenen Eigenschaften (Identifikation des Nutzers mit dem Produkt).

Als abschließende Frage für den Schnittstellen bezogenen Teil des Fragebogens wurde offen erfragt, was den Teilnehmern an der Website gefiel/nicht gefiel und in zukünftigen Versionen beibehalten/verändert werden sollte. Die Teilnehmer konnten jeweils bis zu drei Stichpunkte nennen. Die  $n = 3$  Teilnehmer, die antworteten, nannten 7 positive Eigenschaften, die beibehalten werden sollten (Abbildung 25). Im Gegensatz dazu nannten sie (nur) 3 Dinge, die geändert oder hinzugefügt werden sollten.



**Abbildung 25.** Aussagen für positive (grün, linke Seite) und kritisierte (grau, rechte Seite) Eigenschaften der Website;  $n = 3$ .

## Gamifizierung

In Bezug auf Gamifizierung wurde nach Ideen, die die Kompetenz, die Autonomie und/oder das Gefühl der Verbundenheit der Feldversuchsteilnehmer im Feldversuchsszenario ansprechen, gefragt. Die Antworten von  $n = 4$  Personen wurden übersetzt und zusammengefasst. Antworten, die keine konkreten Vorstellungen beinhalteten (z.B. „ja“), wurden ausgeschlossen. Die meisten Antworten entfielen auf den Kompetenz- (2) und den Verbundenheits-Ansatz (2). Nur eine Idee wurde unter dem Autonomie fördernden Ansatz formuliert. Vorschläge zur Förderung der Kompetenz beinhalteten die Verbesserung des Zugangs und der Bewertung des Systems. Für die Verbundenheit forderten die Teilnehmer einen Austausch über ihre Erfahrungen und Ideen mit anderen Personen in der Selbstverbrauchsgemeinschaft. Der Vorschlag zur Autonomie war, den Übergang vom Kon- zum Prosumenten zu unterstützen. Beispielhafte Zitate für die Gamifizierungs-Ansätze sind in Abbildung 26 dargestellt.

Im letzten Teil des Feldversuchsfragebogens wurde gebeten, Veränderungen in Bezug auf Energieverbrauchsgewohnheiten, soziale Interaktionen mit Nachbarn oder andere Veränderungen zu beschreiben. Die Antworten von  $n = 6$  Teilnehmern, beinhalteten zwei Zustimmungen in Bezug auf Veränderungen beim Energieverbrauch.



**Abbildung 26.** Beispielsätze mit Ideen von Feldversuchsteilnehmern für drei verschiedene Gamifizierungs-Ansätze.

### Zusammenfassung

Es erklärten sich nur wenige Feldversuchsteilnehmer bereit, den Online-Fragebogen zu beantworten. Daher ist die Aussagekraft der präsentierten Ergebnisse eingeschränkt. Dennoch können einige Schlussfolgerungen gezogen werden, die Tendenzen in Bezug auf die Nutzerperspektiven einer Selbstverbrauchergemeinschaft aufzeigen.

Die Informationsbedürfnisse der Feldversuchsteilnehmer wurden durch das implementierte System grundsätzlich befriedigt, aber es gibt Raum für Verbesserungen: Die Konsumenten zeigten Interesse an Informationen hinsichtlich der Sicherheit ihrer Versorgung. Das Informationsbedürfnis der Prosumenten könnte durch detaillierte Preisinformationen verbessert werden.

Die Bewertungen der Usability und User Experience der Benutzeroberfläche variierten, wurden aber zusammenfassend als grundsätzlich „befriedigend“ bewertet. Die Website wurde von den Teilnehmern unterschiedlich häufig genutzt (von „noch nicht genutzt“ bis „einmal pro Woche“). Daraus kann geschlossen werden, dass die im Feldversuch zur Verfügung gestellte Nutzerschnittstelle die unterschiedlichen Bedürfnisse der Nutzer ausreichend abdeckte.

Die grafische Gestaltung und die von der Website bereitgestellten Statistiken wurden von den Feldversuchsteilnehmern geschätzt. Außerdem loben die Teilnehmer die Lernförderlichkeit und die pragmatische Qualität der Website.

Die Ideen für Gamifizierungs-Ansätze drehten sich um Kompetenz und Verbundenheits-Förderung: Die Teilnehmer waren an einer zusammenfassenden Bewertung der Effektivität des Systems interessiert.

Wie bereits frühere FokusgruppenteilnehmerInnen andeuten, sind auch die Feldversuchsteilnehmer an einem Austausch von Ideen und Erfahrungen mit anderen Community-Mitgliedern interessiert. Letzteres könnte eine wertvolle Ergänzung einer Nutzerplattform für Selbstverbrauchsgemeinschaften sein. Von den

Feldversuchsteilnehmern wurden nur marginale Verhaltensänderungen berichtet. Sie drehten sich um die Energieverbrauchsgewohnheiten. Hier berichteten die Teilnehmer, dass sie ihre Aktivitäten bzgl. Energiesparen intensiviert haben.

## AP 6 – Verbreitung und Berichterlegung

Im Rahmen des Arbeitspaketes 6 wurden verschiedene Verbreitungs- und Berichterlegungsstrategien in der Projektlaufzeit etabliert. Zum einen wurden zu Projektbeginn für NEMoGrid eine einheitliche Bildsprache (CI) erstellt, welche die Grundlage für die Veröffentlichungen auf der Projektwebseite ([nemogrid.eu](http://nemogrid.eu)) und alle Projektberichte, Poster etc. der Partner war. Zum anderen erfolgte die Verbreitung der Ergebnisse über die Veröffentlichung von wissenschaftlichen Fachartikeln und der Teilnahme an Konferenzen. Zudem wurden Projektergebnisse mit anderen Projekten des Förderauftrages im Rahmen der Knowledge Communities geteilt.

### Projektwebseite

Auf Basis des zu Projektbeginn definierten CIs wurde eine Webseite ([nemogrid.eu](http://nemogrid.eu)) mit statischen und aktuellen Inhalten definiert und befüllt. Die AAP trug zur Erstellung und laufenden Aktualisierung der Webseite wesentlich bei. So wurden zunächst Beschreibungen von Projekthinhalten, -Zielen und Partnern erarbeitet. Im Projektverlauf wurden Veröffentlichungen (wissenschaftliche Beiträge, Vorträge, Deliverables und Pressemeldungen) online gestellt. Zudem wurden Neuigkeiten aus dem Projekt im Blog berichtet, z.B. wurden Aufrufe zur Teilnahme an Nutzerstudien oder auch Kurzpräsentationen zu Ergebnissen veröffentlicht. Ziel der Projektwebseite war es, Projekthinhalte einer breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen und diese aktiv in das Projekt einzubinden.

### Wissenschaftliche Veröffentlichungen und Vorträge

Ergebnisse des Projekts wurden in der wissenschaftlichen Gemeinschaft veröffentlicht. So wurde das Projekt beispielsweise im Rahmen eines Forschungskolloquiums der TUC interessierten Mitarbeitern und Studenten vorgestellt. Alle Projektergebnisse wurden detailliert in den Projekt-Deliverables zusammengefasst, welche auf der Projektwebsite veröffentlicht wurden.

Nach Einreichung und Annahme des Abstracts wurde ein Langbeitrag für die 10. Konferenz „Applied Human Factors and Ergonomics“ in Washington D. C. fertig gestellt. Unter dem Titel „Imagine 2025: Prosumer and Consumer Requirements for Distributed Energy Resource Systems Business Models“ stellten die TUC-Mitarbeiterinnen wesentliche Ergebnisse der AP 2-Interviewstudie vor. Der Beitrag wurde im Konferenzband veröffentlicht. Darüber hinaus wurden die TUC-Mitarbeiterinnen, im Oktober 2019 zu einem Fachvortrag auf das 4. Expertensymposium – „Mobilität der Zukunft“ eingeladen. Hier wurden einem interessierten Fachpublikum Einblicke in die NEMoGrid Nutzerforschung präsentiert. Die Ergebnisse der in Chemnitz durchgeführten



Pro- und Konsumenten-Fokusgruppen wurden auf der HCII-Konferenz im Juli 2020 vorgestellt. Der Inhalt der Publikation mit dem Titel „Peer-to-Peer Traded Energy: Prosumer and Consumer Focus Groups about a Self-consumption Community Scenario“ wurde im Rahmen einer Online-Konferenz vorgestellt. Die Mitarbeiterinnen der TUC präsentierten ihre Ergebnisse über ein Online-Poster, das während der gesamten Konferenz für die Teilnehmenden zugänglich war. Der eingereichte Beitrag wurde im Rahmen des Konferenzbandes veröffentlicht.

Darüber hinaus wurden alle Projektergebnisse der verschiedenen NEMoGrid-Arbeitspakete auf der NEMoGrid Webseite unter dem Menüpunkt „Publikationen“ fortlaufend referenziert um diese auch einer breiteren Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen. Die NEMoGrid-PartnerInnen werden sich auch nach dem Ende des Projekts um weitere wissenschaftliche Veröffentlichungen bemühen.

### **ERA-Net Knowledge Community**

Über die gesamte Projektlaufzeit gab es eine enge Zusammenarbeit mit ERA-Net und der Knowledge Community. Zu Projektbeginn formulierten die Projektpartner gemeinschaftlich einen Projektsteckbrief, welcher auf der ERA-Net Webseite als Projektbeschreibung veröffentlicht wurde. Die TUC-Mitarbeiterinnen nahmen im Mai 2018 erstmals am ERA-Net Smart Energy Systems Knowledge Community Meeting in Malmö teil, welches im Rahmen der Nordic Clean Energy Week (vom 21. bis 25. Mai 2018) ausgerichtet wurde. Die TUC-Mitarbeiterinnen trugen im Wesentlichen zur Arbeitsgruppe Citizenship and Consumer Involvement bei. Im weiteren Projektverlauf nahmen die Projektpartner von SUPSI und TUC am ERA-Net Smart Energy Systems Knowledge Community Meeting vom 17. bis 19. September 2018 in Magdeburg teil. Die NEMoGrid-Vertreter waren an arbeitsgruppenübergreifenden Diskussionen und erneut an den spezifischen Diskussionsrunden der Arbeitsgruppe Citizenship and Consumer Involvement beteiligt. Erste Ergebnisse der TUC wurden hier vorgestellt und mit den anderen VertreterInnen von Projekten des Förderprogramms diskutiert. Im Dezember 2018 fand ein virtuelles Folgetreffen der ERA-Net SES-Arbeitsgruppe statt. Dazu wurde ein schriftlicher Beitrag (White Paper) der AAP mit dem Titel „Conflicting user needs ‘degrees of freedom’ and ‘ease of use’“ sowie eine Zusammenfassung des Beitrags in Form einer Präsentation erstellt und mit den Teilnehmenden diskutiert. Darüber hinaus wurde dieser Beitrag als White Paper auf der NEMoGrid-Website zur Verfügung gestellt und die AAP-Mitarbeiterinnen beteiligten sich an der Erstellung von weiteren Dokumenten für die ERA-Net Smart Energy Systems Knowledge Community. Die Ergebnisse der NEMoGrid-Nutzerforschung flossen so z.B. in das Expera-Dokument „Spotlight Draft“ ein und die Ergebnisse wurden weiterführend in den „Policy Draft“ für EntscheidungsträgerInnen eingearbeitet. Im letzten Projektjahr nahm eine Vertreterin des NEMoGrid-Partners TUC am 25. November 2020 am ERA-Net Smart Energy Systems Knowledge Community Meeting teil. Aufgrund der Pandemie-Situation wurde dieses Treffen online durchgeführt. Die NEMoGrid-Vertreterin war hier an der spezifischen Diskussion der Arbeitsgruppe Citizenship and Consumer Involvement beteiligt.

### III. VORAUSSICHTLICHER NUTZEN

Die wissenschaftliche Anschlussfähigkeit der Projektergebnisse kann gewährleistet werden, indem die im Projekt erprobte Methodik der Nutzerstudien für folgende Forschungsprojekte in ähnlichem Anwendungskontext als Vorlage dienen kann. Die wissenschaftlichen Veröffentlichungen aus dem Projekt tragen ebenfalls zur Verbreitung und Erhaltung des im Projekt gewonnenen Wissens bei. Da die technischen Entwicklungen im Bereich Energieversorgung meist im Vordergrund stehen, bieten die Projektergebnisse der TUC eine wertvolle Ergänzung für eine ganzheitliche Sichtweise auf das Forschungsthema.

Im Rahmen der Nutzerforschung konnten grundlegende Erkenntnisse hinsichtlich der Anforderungen und Bedürfnissen von Konsumenten und Prosumenten an neue Energiegeschäftsmodelle gewonnen werden, die die Basis für weiterführende anwendungsorientierte Forschung schaffen. So konnten im Rahmen der AP 2 und 3 grundlegende Erkenntnisse hinsichtlich der Akzeptanz von neuen Energiemarktmodellen untersucht werden. Weiterführend konnten im Rahmen des AP 4 und 5 Ideen hinsichtlich der Entwicklung von Nutzerschnittstellen und die nutzerspezifische Gestaltung von Geschäftsmodellen untersucht und Gestaltungsrichtlinien abgeleitet werden. Besonders durch die Arbeiten im AP 5 konnten erste wertvolle Einblicke in die nutzerseitige Bewertung von real implementierten Selbstverbrauchsgemeinschaften gewonnen werden. Durch die Erhebung von Nutzerperspektiven bei ersten Pilotprojekten können grundlegende Barrieren und Treiber für diese Konzepte festgehalten werden und sind für die weiterführende Entwicklung von grundlegender Bedeutung.

Zudem wurde durch Vorträge und Publikationen Projektwissen festgehalten und weiterverbreitet. Im Rahmen der universitären Lehre wurden NEMoGrid Projekteinhalte und Ergebnisse in Forschungskolloquien an der TU Chemnitz vorgestellt. Die Zusammenarbeit mit verwandten Projekten aus der Förderschiene im Zuge der ERA-Net Knowledge Community sicherte die Weitergabe von Erkenntnissen an weitere Multiplikatoren.

### IV. VERÖFFENTLICHUNG DER ERGEBNISSE

Während der Projektlaufzeit konnten bereits Ergebnisse der AAP in unterschiedlichster Form veröffentlicht werden.

Ergebnisse des Projekts wurden in der wissenschaftlichen Gemeinschaft veröffentlicht. So wurde das Projekt beispielsweise im Rahmen eines Forschungskolloquiums der TUC interessierten Mitarbeitern und Studenten vorgestellt. Alle Projektergebnisse wurden in den Deliverables zusammengefasst, welche auch auf der Projektwebsite veröffentlicht wurden.

Nach Einreichung und Annahme des Abstracts wurde ein Long Paper für die 10. Konferenz “Applied Human Factors and Ergonomics” in Washington D. C. fertiggestellt. Unter dem Titel „Imagine 2025: Prosumer and Consumer Requirements for Distributed Energy Resource Systems Business Models“ stellten die TUC-Mitarbeiterinnen wesentliche Ergebnisse der AP 2-Interviewstudie vor. Das Papier wurde im Konferenzband veröffentlicht. Darüber hinaus wurden die TUC-Mitarbeiterinnen eingeladen, im Oktober 2019 einen Vortrag auf dem 4. Expertensymposium – „Mobilität der Zukunft zu halten“. Die Ergebnisse der in Chemnitz durchgeführten Pro- und Konsumenten-Fokusgruppen wurden unter anderem auf der HCII-Konferenz im Juli 2020 dem interessierten wissenschaftlichen Publikum vorgestellt. Der Inhalt der Publikation „Peer-to-Peer Traded Energy: Prosumer and Consumer Focus Groups about a Self-consumption Community Scenario“ wurde im Rahmen einer Online-Konferenz vorgestellt. Die Mitarbeiterinnen der TUC präsentierten ihre Ergebnisse über ein Online-Poster, welches während der gesamten Konferenz für die Teilnehmenden zugänglich war.

Folgende wissenschaftliche Artikel wurden im Rahmen der Projektarbeit insgesamt veröffentlicht (Artikel der TUC sind fett hervorgehoben):

- 1) L. Nespoli, & V. Medici (2018). Constrained hierarchical networked optimization for energy markets
- 2) L. Nespoli, M. Salani, & V. Medici (2018). A rational decentralized generalized Nash equilibrium seeking for energy markets
- 3) J. Ridenour & J. Lindborg (2018). Optimal Control in a Smart Grid Aggregator: Connecting PV, EV, Energy Storage, and Heating Systems to Solve the Power Problem
- 4) **S. Döbelt, & M. Kreusslein (2018). Conflicting User Needs “Degrees of Freedom” and “Ease of Use”. White Paper**
- 5) B. Matthiss, A. Momenifarhani, K. Ohnmeiss, & M. Felder (2018). Influence of Demand and Generation Uncertainty on the Operational Efficiency of Smart Grids
- 6) **S. Döbelt & M. Kreusslein (2019). Imagine 2025: Prosumer and Consumer Requirements for Distributed Energy Resource Systems Business Models.**
- 7) B. Antonioli Mantegazzini (2019). The “New Deal” for energy actors in decentralized digital markets: towards a peer-to-peer market?
- 8) **M. Kreusslein & S. Döbelt (2019). Imagine 2025: Evaluation von zukünftigen Geschäftsmodellen zur Integration von Erneuerbaren Energien in das Verteilnetz. Invited Talk 4th Expert Symposium - Mobility of the Future.**
- 9) Nespoli, L., Medici, V., Lopatschiki, K., Sossan, F. (2020). Hierarchical Demand Forecasting Benchmark for the Distribution Grid.
- 10) **Döbelt, S., & Kreusslein, M. (2020). Peer-to-Peer Traded Energy: Prosumer and Consumer Focus Groups about a Self-consumption Community Scenario.**

Die NEMoGrid-Partner werden sich auch nach dem Ende des Projekts um weitere wissenschaftliche Veröffentlichungen bemühen. Die Planung sah eine Veröffentlichung der Ergebnisse des Feldversuches und der Laborstudie (Conjoint-Studie) vor. Auf Grund

der weltweiten Corona-Pandemie konnten die Feldversuche und auch die Laborstudie allerdings nicht wie geplant durchgeführt werden, was zu einer geringen Stichprobengröße und damit zu einer verminderten Aussagekraft führte. Eine Veröffentlichung gewonnenen Ergebnisse wird angestrebt.

## LITERATUR

- [01] Franke, T., Attig, C., & Wessel, D. (2019). A personal resource for technology interaction: development and validation of the affinity for technology interaction (ATI) scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 35(6), 456-467.
- [02] Toft, M. B., Schuitema, G., & Thøgersen, J. (2014). Responsible technology acceptance: Model development and application to consumer acceptance of Smart Grid technology. *Applied Energy*, 134, 392-400.
- [03] Von Wirth, T., Gislason, L., & Seidl, R. (2018). Distributed energy systems on a neighborhood scale: Reviewing drivers of and barriers to social acceptance. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 2618-2628.
- [04] Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining "gamification". In *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments* (pp. 9-15) New York: ACM. doi: 10.1145/2181037.2181040
- [05] Hollebeek, L. (2011). Exploring customer brand engagement: definition and themes. *Journal of Strategic Marketing*, 19(7), 555-573. doi: 10.1080/0965254X.2011.599493
- [06] Deci, E. L., & Ryan, R. M. (Eds.). (2002). *Handbook of self-determination research*. Rochester: University of Rochester Press.
- [07] Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does gamification work? - A literature review of empirical studies on gamification. In *Proceedings of the 2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 3025-3034) Washington, DC: IEEE Computer Society. doi: 10.1109/HICSS.2014.377
- [08] Schulz, M., Mack, B., & Renn, O. (Eds.). (2012). *Fokusgruppen in der empirischen Sozialwissenschaft: Von der Konzeption bis zur Auswertung* [Focus groups in empirical social science: from conception to evaluation]. Wiesbaden: Springer. doi: 10.1007/978-3-531-19397-7
- [09] Brooke, J. (1996). SUS: A quick and dirty usability scale. In P.W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester & I. L. McClelland (Eds.), *Usability Evaluation in Industry* (pp. 189-194). London: Taylor and Francis.
- [10] Van Der Laan, J. D., Heino, A., & De Waard, D. (1997). A simple procedure for the assessment of acceptance of advanced transport telematics. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 5(1), 1-10.
- [11] Prümper, J., & Anft, M. (1993). Die Evaluation von Software auf Grundlage des Entwurfs zur internationalen Ergonomie-Norm ISO 9241 Teil 10 als Beitrag zur partizipativen Systemgestaltung—ein Fallbeispiel. In *Software-Ergonomie'93* (pp. 145-156). Vieweg+ Teubner Verlag, Wiesbaden.
- [12] Hassenzahl, M., Koller, F., & Burmester, M. (2008). Der User Experience (UX) auf der Spur: Zum Einsatz von www.attrakdiff.de. Tagungsband UP08.