



Gefördert durch:
 Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Abschlussbericht zum SINTEG-Schaufenster NEW 4.0 - teilweise vertraulich (Anlage 1) -

Zuwendungsempfänger:

Stadtwerke Norderstedt

Förderkennzeichen:

03SIN426

Vorhabenbezeichnung:

Teilvorhaben: Implementierung eines dynamischen Tarifmodells für Haushaltskunden.

Beteiligung in Teilarbeitspaket(en) und Use Case(s):

–

Laufzeit des Vorhabens:

01.12.2016 – 30.11.2020

Berichtszeitraum:

01.12.2016 – 30.11.2020

Autoren:

Thorsten Meyer

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei dem Autor

1. Kurzdarstellung

1.1. Aufgabenstellung

Für die Nutzung fluktuierender Energie im Rahmen erzeugungsabhängiger Über- und Minderangebote soll durch Steuerung im Verbraucherverhalten von Haushaltskunden ein Ausgleich geschaffen werden. Im Zusammenspiel mit Erzeuger, Übertragungsnetz- und Verteilnetzbetreiber soll diese Steueraufgabe mit marktwirtschaftlichen Instrumenten wie einem dynamischen Stromtarif erreicht werden.

Im Rahmen des Projektes (Teilvorhaben) sollen daher folgende drei Gesamtziele der Aktivitäten erreicht werden:

1. Potentialermittlung
2. Tarifkonstrukt
3. Energiemanagement

1. Potentialermittlung

Zur Entwicklung einer wirksamen Steuerfunktion ist die Potentialermittlung und Klassifikation der Speicherkapazitäten erforderlich. Dies soll durch Messung und unmittelbare Auswertung in einem zentralen System erfolgen. Durch ein technisches und marktwirtschaftliches Konzept zur Flexibilisierung der Stromvermarktung im privaten Haushalt soll ein Steuerungsinstrument entwickelt werden, das insbesondere in den Kurzzeitmärkten eingesetzt werden kann („Design eines Marktmodells“). Im Rahmen des Forschungsvorhabens sollen die systemrelevanten Parameter, die zur Kopplung zwischen Verbrauch und Erzeugung ausschlaggebend sind, untersucht und dokumentiert werden.

2. Tarifkonstrukt

Mit der Entwicklung eines bzw. mehrerer möglichst kosten- und kostenstrukturorientierter Tarifmodelle für den privaten Haushalt, soll ein Ansatz für ein Marketingmodell für Haushalte entwickelt werden, das nach Akzeptanz Gesichtspunkten einen hohen Umsetzungsgrad der Erzeugungsorientierung bewirkt. Es gilt herauszufinden, welche Instrumente notwendig sind, um die Disposition, Steuerung und Regelung von Last in das vorhandene Energiesystem einzubinden.

3. Energiemanagement

Mit der Implementierung barrierefreier Kommunikationsinstrumente und technischer Hilfsmittel soll die automatisierte Umsetzung von Preissignalen erfolgen. Moderne dynamische Tarife benötigen digitale Technik in der Versorgungstechnik vor Ort. Es besteht die Herausforderung Smart-Grid- und Smart-Home-Systeme miteinander zu kombinieren.

1.2. Planung und Ablauf des Vorhabens

Der zeitliche Ablauf der einzelnen Arbeitspakete wich teilweise von dem geplanten Ablauf ab. Sichtbar wird dies an den beiden gegenüberstehenden Gantt-Diagrammen. Im ersten nachfolgenden Zeitplan ist der ursprünglich mit Antragstellung geplante Ablauf abgebildet (Abbildung 1); im zweiten Zeitplan (Abbildung 2) befindet sich der aktuelle Stand (Juli 2020).

Unterschiede im Ablauf sind demnach an folgenden Meilensteinen im Zeitplan auszumachen:

- MS 1: Verlängerung d. Erschließungsphase aufgrund von Nicht-Verfügbarkeit von BSI-zertifizierten Messsystemen
- MS 2: Verschiebung d. Tarifentwicklungsphase wg. MS 1; gleichzeitig Inanspruchnahme eines IT-Dienstleisters, um Projekterfolg nicht zu gefährden
- MS 3: Verlängerung d. Tarif-Rolloutphase, zur Steigerung der Teilnehmerzahlen

- MS 4: Synchronisierung zwischen Ausstattungsphase und Tarif-Rolloutphase
- MS 5: Vorziehen und Verlängern der Begleitenden Analyse, um rechtzeitig Rückschlüsse für notwendige Projektanpassungen ziehen zu können

An dieser Stelle sollen die drei wichtigsten und notwendigen Änderungen im Projekt mit erheblichen Auswirkungen auf den Zeitplan näher ausgeführt werden:

1. Wechsel der Projektleitung durch Ausscheiden
2. Wechsel von BSI-zertifizierten SMGW hin zu Smart-Home-Lösung mit Homee-System
3. Umfangreiche (Weiter-) Entwicklungen an der Tarifmaschine

Zu 1. Wechsel der Projektleitung:

Zum 30.11.2017 schied der bisherige Projektleiter – auf eigenen Wunsch – bei den Stadtwerken Norderstedt aus. Diese Position konnte zum 01.02.2018 neu besetzt werden. Dadurch wurde das Projekt über drei Monate hinweg kommissarisch geleitet. Im Anschluss folgten umfangreiche Einarbeitungen sowie Änderungen in der geplanten Vorgehensweise.

Zu 2. Wechsel von BSI-zertifizierten SMGW hin zu Smart-Home-Lösung mit Homee-System

Die Mindestanforderungen an iMSys für das SMGW und die sichere Anbindung wurden vom Gesetzgeber in §§21-23 MsbG definiert. Ebenfalls sind in §3 MsbG die Aufgaben und Rollen des Messstellenbetreibers (MSB) im Energieversorgungssystem beschrieben. Der MSB nimmt dabei regulär auch die Rolle des – durch das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) zertifizierten – Smart-Meter-Gateway-Administrators (SMGWA) ein. Im vorliegenden Fall wird die Rolle des SMGWA nicht durch den MSB (SW Norderstedt), sondern durch den Zählerdienstleister (MeterPan GmbH) realisiert. Der SMGWA ist zur Einhaltung eine Reihe weiterer technischer und regulatorischer Vorgaben verpflichtet.

Zu einer der Pflichten des SMGWA zählt gem. §29 MsbG die Realisierung optionaler und der Pflichteinbaufälle sobald diese „(...) nach § 30 technisch möglich und nach § 31 wirtschaftlich vertretbar (...)“ sind.

Technische Möglichkeit wird demnach erreicht, sobald „mindestens drei voneinander unabhängige Unternehmen intelligente Messsysteme am Markt anbieten“ (§30 MsbG) und die Zertifizierung dieser durch das BSI erfolgt und kommuniziert wurde. Dieses Kriterium wurde erst im Laufe der Bearbeitungszeit des vorliegenden Forschungsvorhabens erfüllt und am 19.12.2019 per Pressemitteilung [BSI (Hrsg.) (2019), Online unter: https://www.bsi.bund.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Presse2019/Smart_Meter-Gateway_191219.html] bzw. per Allgemeinverfügung des BSI mit Wirkung zum 17.02.2020 bekanntgegeben [BSI (Hrsg.) (2020), Online unter https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Verbraucher/BSI_Feststellung.html].

Dies führte dazu, dass keine Standards für einheitliche und zukunftssichere Gateways für das Projekt zur Verfügung standen.

Sämtliche Testkunden erhielten zu Beginn der Testphase daher kostenlos vier schaltbare Funk-Steckdosen, die mithilfe einer – ebenfalls kostenlos bereitgestellten Smart-Home-Basisstation – über den Kabelrouter des Kunden mit dem Internet verbunden werden mussten. Hierdurch war letztlich eine direkte Steuerung einzelner Verbraucher im Testhaushalt möglich. Auf diese direkte und für den Kunden automatisierte Steuerung konnte – aber nicht musste – der Kunde mithilfe einer individualisierten White-Label-App der Firma *homee* manuell Einfluss nehmen. Dadurch wurde ein hoher Automatisierungsgrad bei gleichzeitiger Verbrauchsflexibilität gewährleistet.

Zu 3. Umfangreiche (Weiter-) Entwicklungen an der Tarifmaschine

Ursprünglich sollte die Tarifmaschine mit Daten der SMGW, also der heutigen „normalen Messtechnik“, angereichert werden. Durch die umfangreichen Erfahrungen mit Smart-Meter-Daten bereits weit vor Projektbeginn, sollte hierauf zurückgegriffen werden – Datenstruktur und -formate sowie Datenlieferungszyklen waren bekannt und normiert.

Durch die zahlreichen Verzögerungen bei der Bereitstellung und Zertifizierung von SMGW (s. o.) war ein erfolgreicher Projektverlauf zu o. g. Forschungsfragen auf diesem Wege nicht mehr möglich. Es wurde auf die Smart-Home-Lösung des Herstellers homee zurückgegriffen – mit weitreichenden Folgen für die Anpassungen an der Tarifmaschine:

Zunächst mussten bis dahin nicht vorhandene Treiber, Schnittstellen und Transferprotokolle für die Kommunikation mit den homee-Geräten hergestellt werden. Daneben senden Smart-Home-Steckdosen, im Gegensatz zu geeichten Stromzählern, nicht zuverlässig im Viertelstundenraster normierte und abrechenbare Messwerte. Dies hatte insbesondere zu Beginn des Projekts zur Folge, dass aus den durch die homee-Steckdosen sehr unregelmäßig bereitgestellten Leistungswerten, diese Messwerte über Algorithmen aufwändig in ein einheitliches Viertelstundenraster überführt werden mussten.

Unabhängig von den Smart-Home-Steckdosen kamen zusätzliche Anforderungen hinzu, die durch die Anbindung von weiteren schaltbaren Endgeräten und Marktakteuren ausgelöst wurden: Beispiele für weitere aus der Ferne schaltbare elektrische Geräte sind etwa Heizstäbe oder Shelly-Steckdosen, die aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften (Power-to-Heat-Anwendungsbereich bzw. optisches Signalisieren von Schaltzeiten) nachträglich mit in die Untersuchungen aufgenommen wurden. Als Beispiele für die Anbindung weiterer Marktakteure sind z. B. die Hamburg Energy oder Schleswig-Holstein Netz zu nennen (s. Kap.1.4.2).

Die für das automatische Schalten benötigten Eingangsdaten der SH-Netzampel konnten zudem nicht einfach über einen Webservice oder eine alternative API (Application Programming Interface) an die Tarifmaschine angekoppelt werden. Stattdessen kam die sog. Screen-Scraping- bzw. Web-Scraping-Methode zum Einsatz bei der mit Hilfe einer Software die auf einer Internetseite verfügbaren Daten in regelmäßigen Abständen abgefragt und in strukturierte, verarbeitbare Informationen für die Tarifmaschine transformiert hat.

Als letzten Aspekt für die umfangreichen Weiterentwicklungen der Tarifmaschine ist die während der Projektlaufzeit mehrfach geänderte Schaltlogik für das automatische Schalten von homee-Steckdosen zu nennen. Hier musste viel experimentiert werden, um eine geeignete Balance zwischen zu sensitivem Fern-Schaltverhalten auf Seiten des Stromnetzes bei kleinsten Ausreißern und einer ausreichenden Anzahl an Schaltzeiten für den Stromkunden zu finden. Hiermit gingen bei jeder kleinen Änderung auch immer neue technische Anforderungen einher, die jeweils umgesetzt werden mussten.

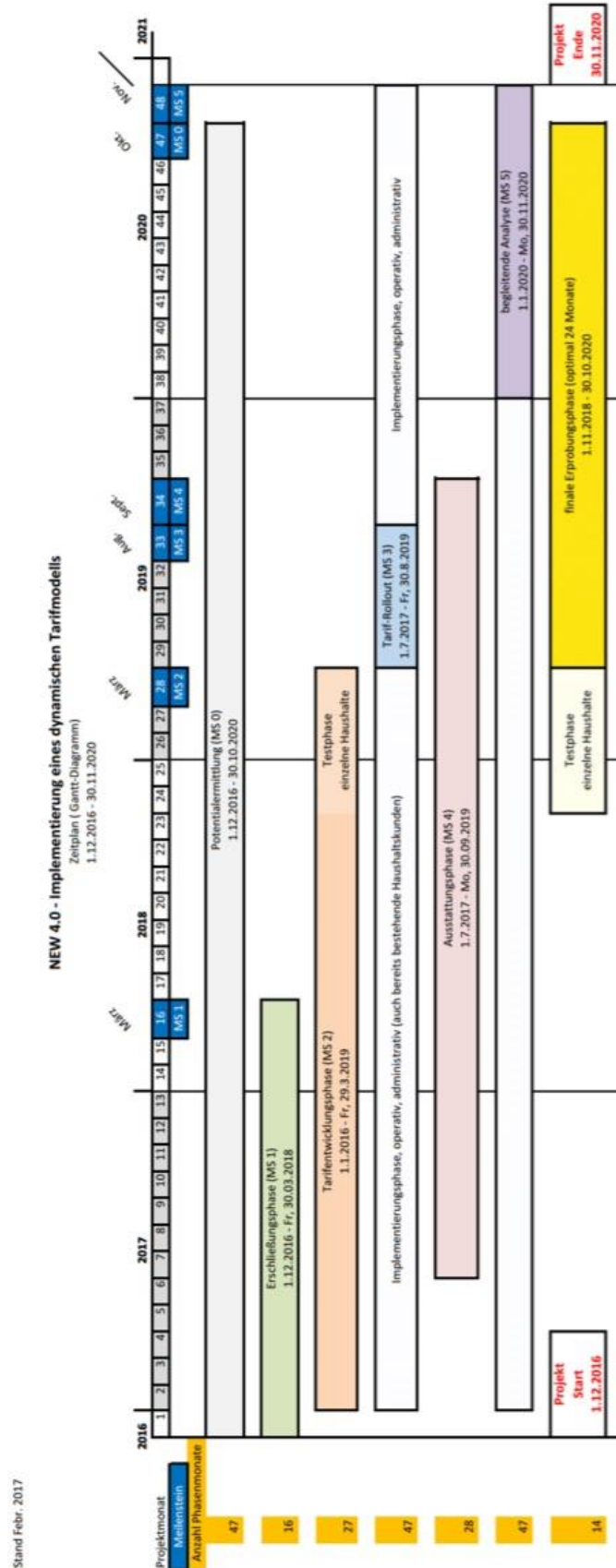


ABBILDUNG 1: GANTT-ZEITPLANUNG ZUR ANTRAGSTELLUNG

1.3. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Bei dem durch die *Stadtwerke Norderstedt* und assoziierten Partnern durchgeführten Teilvorhaben konnte auf zahlreiche, praktische Vorerfahrungen aus angrenzenden Themenbereichen zurückgegriffen werden, die sich positiv auf die erzielten Ergebnisse ausgewirkt haben.

Im Rahmen des Messstellenbetriebs wurde bereits seit 2010 damit begonnen, Haushalte mit elektronischen Stromzählern auszustatten. Heute verfügt das Versorgungsgebiet der Stadtwerke über ein nahezu **flächendeckendes elektronisches Zählerwesen** mit modernen Messeinrichtungen. Davon ist ein Großteil (>90 %) bereits mithilfe einer Smart-Meter-Infrastruktur **online zugänglich**. Aufgrund der – erst seit Dez 19/ Jan 20 mit der Zertifizierung eines dritten unabhängigen intelligenten Messsystems am Markt – definierten BSI-Vorgabe sind diese in Norderstedt eingesetzten Smart-Meter jedoch noch nicht vollständig konform mit den neuen Anforderungen. Dennoch wird hier mithilfe des Technologie- und Prozessdienstleisters *MeterPan GmbH* im Gegensatz zu den meisten anderen Gebieten ohne Smart-Meter-Rollout, bereits eine funktionierende Technologie in der Praxis eingesetzt und seit Jahren erfolgreich genutzt.

Daneben ist durch die 100 %-ige Tochtergesellschaft der Stadtwerke Norderstedt, *wilhelm.tel GmbH* eine hohe Kompetenz im Bereich der Telekommunikationsdienste vorhanden. Mehr als 300.000 Kunden werden in Schleswig-Holstein und Hamburg versorgt. In Norderstedt ist darüber hinaus eine flächendeckende Verfügbarkeit von **leitungsgebundener Breitbandtechnologie** mithilfe von Glasfaserleitungen gegeben. Diese bestehende Infrastruktur lässt heute schon eine nahezu **latenzfreie Übertragung** von digital erfassten Messwerten zu.

Seit 2012 bieten die Stadtwerke Norderstedt **Stromtarife mit zeitgesteuerten Programmen** an, die eine gewisse (statische) Steuerung des Stromverbrauchs bei Endkunden ermöglichen. Wie auch die meisten am Markt angebotenen Tarife zeichneten sich diese durch eine eher geringe Interaktivität und Teilnahmebereitschaft auf Kundenseite aus.

Die damalige Tarifeinführung wurde bereits mithilfe einer **sozialwissenschaftlichen Studie** durch die *e-fect dialog evaluation consulting eG* unter dem von 06/2012-06/2013 geförderten Forschungsvorhaben „Nullemissionsstadt Norderstedt 2040“ im Rahmen des Förderschwerpunktes „ZukunftswerkStadt“ begleitet (teilweise veröffentlicht unter Hoffmann C., Homburg A., Stolberg A., Oberhansberg H. (2017) Unterstützung der Entwicklung neuer nachhaltiger Energiedienstleistungen/Smart-Grid-Technologien über Kundengruppenanalyse und Partizipation mittels CoCreation-Prozessen. In: López I. (eds) CSR und Wirtschaftspsychologie. Management-Reihe Corporate Social Responsibility. Springer Gabler, Berlin, Heidelberg.), sodass neben der technischen Seite auch auf umfangreiche Erfahrungen etwa im Bereich der Kundenakzeptanz vorliegen: Dadurch wurde bereits früh gezeigt, welche Potenziale von dynamischen Stromtarifen hinsichtlich einer Lastverlagerung ausgehen können, wenn die technischen Voraussetzungen einer Automatisierung vorhanden sind. Die Kundengruppe der sog. Umweltinnovatoren sind durchaus bereit, ihre Haushaltsgeräte weitgehend von den Stadtwerken schalten zu lassen. Damit sind die beiden Grundpfeiler technische Machbarkeit und Akzeptanz der Kunden gegeben.

Denn eine wesentliche Herausforderung des Energiesystems, welches zunehmend auf der volatilen Einspeisung erneuerbarer Energien basiert, stellt in Zukunft die flexible Anpassung des Stromverbrauchs an dessen Verfügbarkeit dar. Dies kann nur gelingen, wenn in Haushalten automatisierte Anwendungen zum Tragen kommen. Dafür musste im Rahmen des vorliegenden Forschungsvorhabens – aufgrund der Verzögerungen von Herstellern und des BSI – auf **automatisch schaltbare Plug-In-Steckdosen** ausgewichen werden, die mittels Funktechnologie über eine an das Internet angeschlossene Steuereinheit verfügen.

Weiterhin wurde bei Initialisierung des Teilvorhabens beachtet, dass **Erkenntnisse** aus bisher durchgeführten Projekten mit ähnlichem Schwerpunkt **berücksichtigt** und eine ausreichende **Abgrenzung** dazu **vorgenommen** wird. Beispielsweise wurde in den Projekten der *Intelliekon* und *MeRegio* primär ein manuelles Lastmanagement erprobt mit dem Ziel, eine Lastverschiebung beim Endverbraucher durchzuführen. Der Endverbraucher musste also die Lasten eigenständig schalten.

1.4. Zusammenarbeit

1.4.1. Zusammenarbeit mit anderen Schaufenstern, Begleitforschung und darüber hinaus

– keine –

1.4.2. Zusammenarbeit mit Verbundpartnern

Im Rahmen des NEW 4.0 Teilvorhabens der *Stadtwerke Norderstedt* wurden weitere Forschungsaktivitäten und Feldtests mit Verbundpartnern unternommen. Hierzu zählen insbesondere Projekte mit den beiden Unternehmen *Hamburg Energie* und *SH Netz*. Diese werden im Folgenden dargestellt.

Hamburg Energie Use Case 1 (Schneller, lokaler Intraday-Handel + EnergiePlattform)

Gemeinsam mit *Hamburg Energie* wurde ein Demonstrator-Projekt realisiert, bei dem der Anwendungsfall „Hafenwind für Haushalte“ mit Hilfe einer *EnergiePlattform* als Digitaltechnologie aufgesetzt wurde (Abbildung 3).

Die beiden wesentlichen Ziele dieses Projekts waren zum einen, den Hafenwind-Überschuss mit dem Flexibilitätsanbieter *SW Norderstedt* bzw. deren Testhaushalten zu verbinden. Zum anderen sollte über Bundeslandgrenzen hinweg zusammengearbeitet werden (Hamburg/Schleswig-Holstein).

Das Vorgehen wurde in **Use Case 1 einmalig erfolgreich getestet**: Dazu wurde die notwendige digitale Schnittstelle implementiert, sodass ein Dunkelverarbeitungsprozess gestartet werden konnte, bei dem zwei Maschinen regelbasiert miteinander interagiert haben.

Hamburg Energie Use Case 2

In Use Case 2 gingen die Tests über das reine ein-/ausschalten und technische Interagieren von zwei Maschinen hinaus: Es wurde mengenabhängig geschaltet, sodass über einen längeren Zeitraum in jeder Viertelstunde diejenige Strommenge als flexible Stromnachfrage automatisch eingekauft und zugeschaltet wurde, bis insgesamt 170 kWh als festgesetzte Energiemenge vollständig geliefert wurden. Anschließend wurde der Schaltimpuls beendet bzw. ein Abschaltimpuls gesendet.

Etwas detaillierter wurde in dem gemeinsamen Feldtest erfolgreich gezeigt, dass verfügbare Windenergie zu einem spezifischen Preis (Angebot) und angemeldete Nachfrage von Energie zu einem spezifischen Preis (Nachfrage) mithilfe des Marktplatzes *EnergiePlattform* gehandelt werden können (Schritt 1).

Auf dieser Basis wurde ein Energielieferkontrakt geschlossen, der bei erfolgreichem Zustandekommen die relevanten Informationen an einen Fernwirkadapter weiterreicht (Schritt 2).

Ausgehend von diesem Fernwirkadapter erreichte ein Signal die Tarifmaschine der *Stadtwerke Norderstedt*, die wiederum eine Steuerungsanweisung an die – über die Smart-Home Schnittstelle *homee* – schaltbaren Steckdosen eines spezifischen Testkunden weiterleitet (Schritt 3).

Wurde der Strom erfolgreich abgenommen, wurde dies über einen Bot der *Hamburg Energie* geprüft und bestätigt.

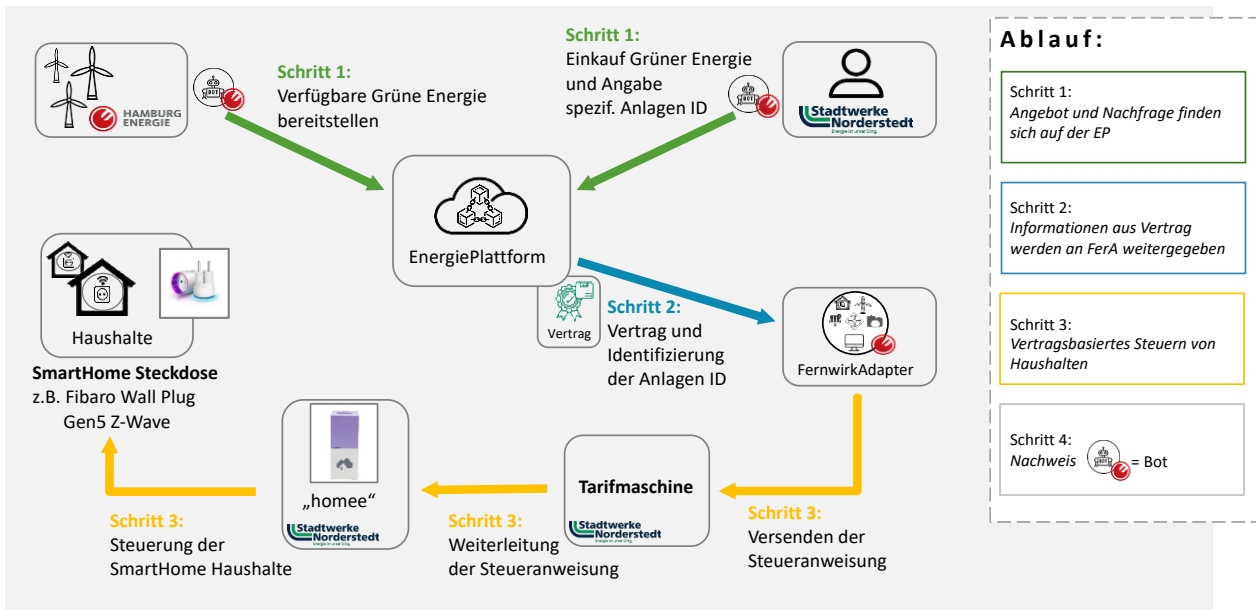


ABBILDUNG 3: PROZESS DES GEMEINSAMEN FELDTTESTS "HAFENWIND TRIFFT HAUSHALTE"

Schleswig-Holstein-Netz (Use Case 1: Aufbau Netzampel, Marktplattform)

Die Schleswig-Holstein Netz und Arge Netz haben im Rahmen Ihres NEW 4.0 Teilvorhabens die ENKO-Plattform entwickelt. ENKO steht für „ENERgien intelligent KOordiniert“.

Die ENKO-Plattform verbindet die lokalen Verbraucher mit den Netzbetreibern. Auf der Plattform geben Anlagenbetreiber ihren flexiblen Mehrverbrauch als verfügbare Flexibilität an. Die Netzbetreiber ermitteln damit die kostengünstigste und effizienteste Engpassmanagementmaßnahme und wählen die hierfür notwendigen Flexibilitätsangebote aus. Der Flexibilitätsanbieter wird über die Plattform über seinen Zuschlag benachrichtigt (Abbildung 4).

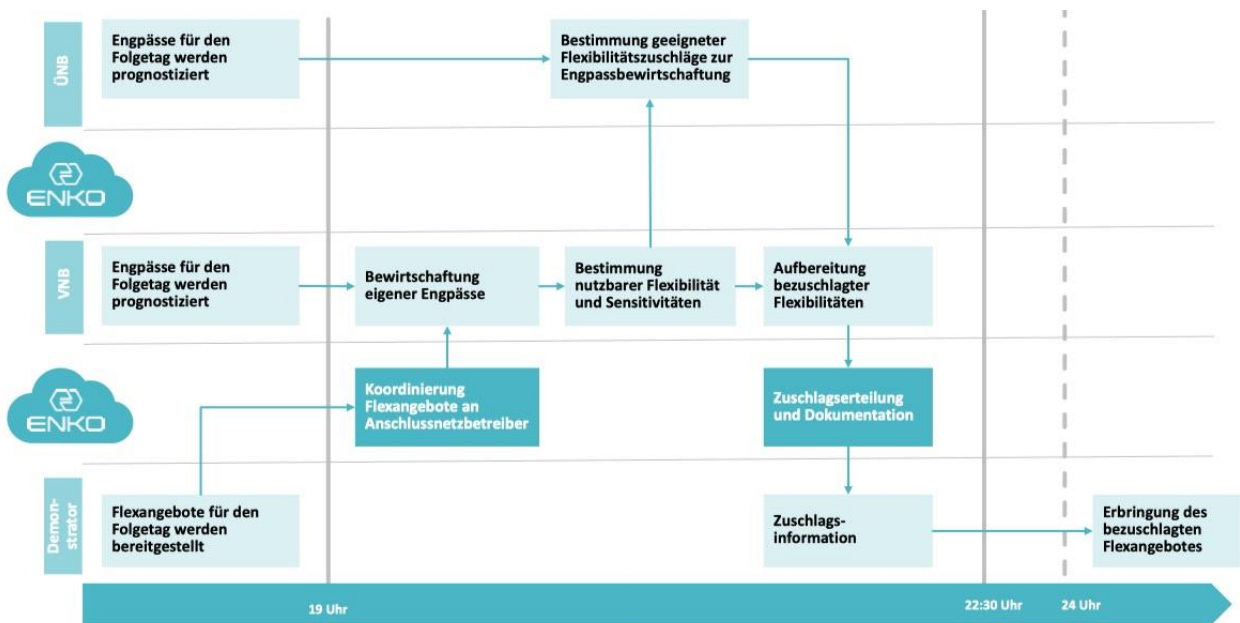


ABBILDUNG 4: PROZESSABLAUF DES ENKO-FELDTTESTS

Grundlage hierfür ist die öffentlich zugängliche Netzsampel von SH Netz: Über die Website (www.netzsampel.energy) kann die aktuelle Einspeisereduzierung von Erneuerbaren Energien ins Netz beobachtet werden. In einer interaktiven Karte wird gemeindescharf dargestellt, welche Erneuerbaren Energien Anlagen aktuell ihren Grünstrom nicht ins Netz einspeisen können (Abbildung 5).

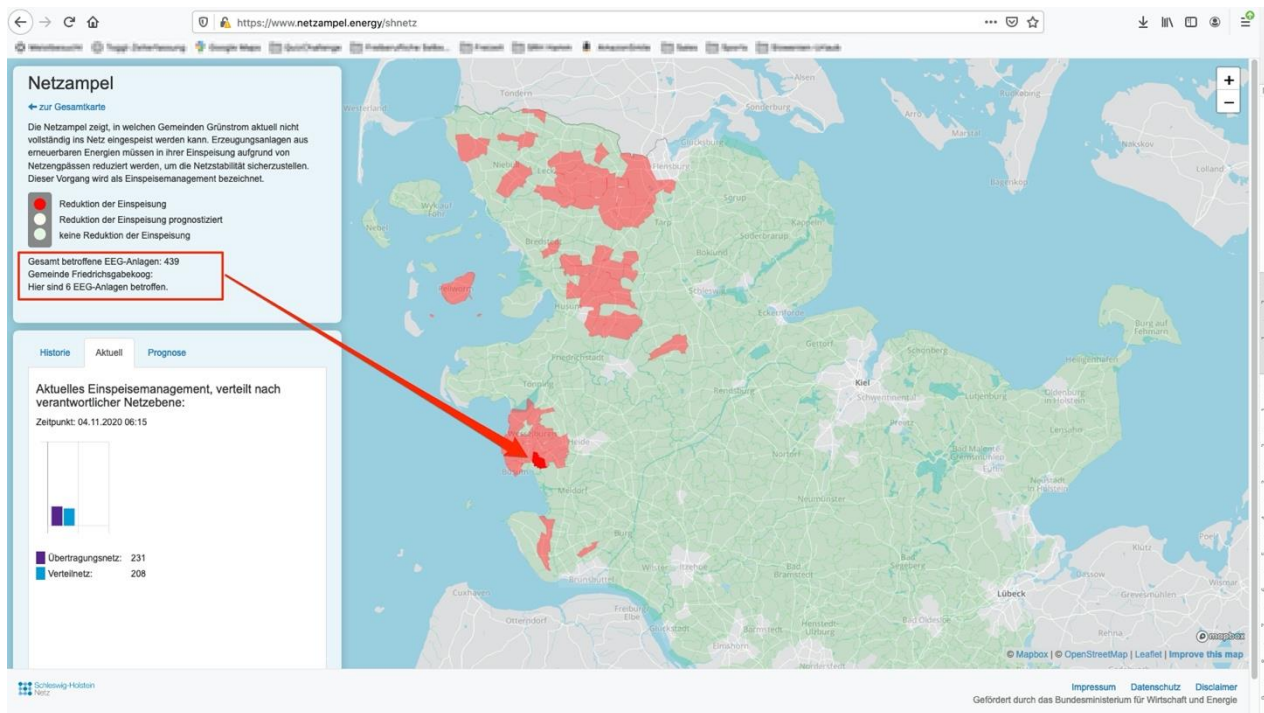


ABBILDUNG 5: BEISPIELANSICHT DER SH-NETZAMPEL ZUM 04.11.20, 06:15 UHR

Die Stadtwerke Norderstedt haben als Demonstrator an diesem Use Case partizipiert, indem Kleinstflexibilitäten der vielen Testhaushalte als flexible Nachfrage über die ENKO-Plattform angeboten wurden. In Use Case 1 wurde das reine ein-/ausschalten auf Ebene der sechs Umspannwerke in Norderstedt über die ENKO-Plattform getestet.

Schleswig-Holstein-Netz (Use Case 2)

In Use Case 2 kamen die festgelegten strommengenabhängigen Schaltvorgänge hinzu. Auch hier sollte gezeigt werden, dass so ein Handel von überschüssigem Strom über eine Plattform möglich ist und dass es sich hierbei ebenfalls um eine sehr effiziente Form der Abnahme von Überschussstrom handeln kann.

Die Zuschlagserteilung von Flexangeboten erfolgte als ein reiner Dunkelverarbeitungsprozess, bei dem zwei Maschinen regelbasiert miteinander interagieren.

2. Eingehende Darstellung

2.1. Verwendung der Zuwendung, Erzielte Ergebnisse und Gegenüberstellung mit den vorgegebenen Zielen

0 Potenzialermittlung (übergeordnet)

AS 0.1 Klassifikation schaltbare Lasten

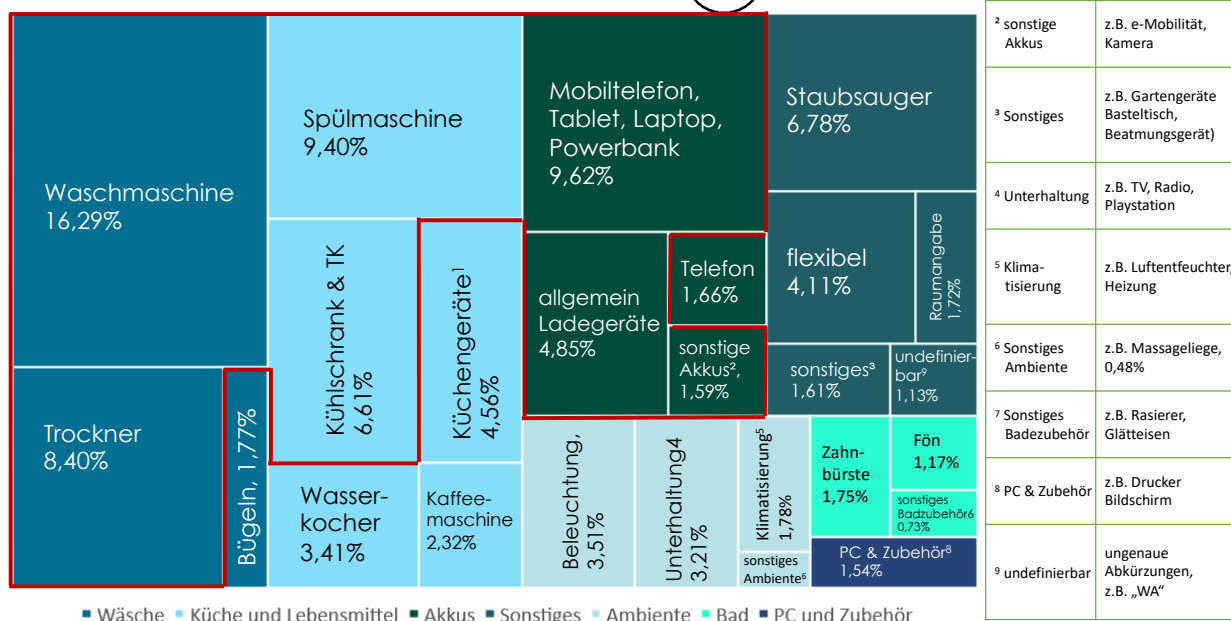
Im Rahmen der Potenzialermittlung sollte zum einen erforscht werden, welche Lasten im häuslichen Umfeld bedarfsabhängig geschaltet werden können und wie diese klassifiziert und hinsichtlich von Schalthandlungen ggf. priorisiert werden können.

Im Rahmen von umfangreichen, gemeinsam mit Kunden durchgeführten Workshops wurden Best-Practises erarbeitet, die einen Katalog an akzeptierten und sinnvoll schaltbaren Lasten ergaben. Dabei wurde ein besonderes Potenzial im Bereich der sog. „weißen Ware“ (also Spülmaschine, Waschmaschine, Trockner, Kühlschrank) sowie bei sämtlichen (Kleinst-) Speicheranwendungen (Mobiltelefone, Tablets, Laptops, Powerbanks sowie andere Ladegeräte und Akkus) ermittelt (s. Abbildung 6). Diese Geräte zeichneten sich – anhand von begleitenden sozialwissenschaftlichen Befragungen durch die *e-fect dialog evaluation consulting eG* in sämtlichen der bis zu 950 zeitgleich aktiven Testkunden-Haushalten – durch eine hohe Nutzungsrate in Verbindung mit den tarifabhängig schaltbaren Steckdosen (ca. 57 %) aus.

Daneben herrscht insbesondere an den Geräten der weißen Ware eine relativ hohe haushaltsübliche Last. Die Lasten aus beiden wesentlichen Kategorien zeichnen sich darüber hinaus durch relativ hohe Anwendungsintervalle sowie eine gewisse Lastverlagerungsflexibilität auf Kundenseite aus. Die Ergebnisse der Workshops werden als Anlage zu diesem Abschlussbericht zur Verfügung gestellt.

Welche Geräte sind an die Steckdosen angeschlossen?

Anzahl gesamt: 1366 (in dieser Statistik)



1 Küchengeräte	z.B. Toaster, Mikrowelle
2 sonstige Akkus	z.B. e-Mobilität, Kamera
3 Sonstiges	z.B. Gartengeräte, Basteltisch, Beatmungsgerät
4 Unterhaltung	z.B. TV, Radio, Playstation
5 Klimatisierung	z.B. Luftentfeuchter, Heizung
6 Sonstiges Ambiente	z.B. Massageliege, 0,48%
7 Sonstiges Badzubehör	z.B. Rasierer, Glätteisen
8 PC & Zubehör	z.B. Drucker, Bildschirm
9 undefinierbar	ungenau Abkürzungen, z.B. „WA“

ABBILDUNG 6: ANGESCHLOSSENE ELEKTRISCHE LASTEN AN SCHALTBARE STECKDOSEN

Im Rahmen von ersten Testanwendungen wurde auch das Potenzial für die preisinduzierte Lastverlagerung von Wärmepumpen und Elektrofahrzeugen nachgewiesen. Da dies nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung im NEW-4.0-Forschungsprojekt war, wird hierauf nicht näher eingegangen. Festgestellt wurde u. a., dass sich das behelfsmäßig eingesetzte Schalt-Steckdosenkonzept als eine Hürde darstellt, da für beide Anwendungsgebiete Stromanschlüsse mit höherer Leistung benötigt werden.

Die bereitgestellten schaltbaren Steckdosen sind bis zu einer maximalen Last von 2,5 kW zugelassen. Auch wird aufgrund von möglichen Überhitzungsschäden an der Steckdose von einigen Elektrofahrzeug-Herstellern vom Laden über die einfache Haushaltssteckdose abgesehen. Das Laden von Elektrofahrzeugen erfolgt dort via Schuko-Steckdose mit einer Normleistung von 3,7 kW. Um Elektro-PKW in das Schaltkonzept der Tarifmaschine im Rahmen des NEW 4.0-Projekts einzubeziehen, wären schaltbare Wallboxen notwendig.

AS 0.2 Monitoring von Gebrauchsgewohnheiten

Weiterhin sollten Gebrauchsgewohnheiten sowie Auswirkungen des eingeführten dynamischen Stromtarifs auf diese Gewohnheiten ermittelt werden.

Durch begleitendes Monitoring sind zum einen viertelstündliche Lastgangzeitreihen über den gesamten Stromverbrauch des einzelnen Haushalts aufgenommen worden, zum anderen liegen auch die Stromverbrauchswerte der einzelnen Schalt-Steckdosen in dieser Granularität vor. Damit konnte seit Anbindung des ersten Testkunden der Stromverbrauch an einzelnen Geräten gemessen und daraus die Lastverlagerung abgeleitet werden. Diese betrug bis zum Stichtag 31.10.2020 durchschnittlich 21,2 kWh je Monat und Testhaushalt (12 kWh nach Abzug von Grundlast), wobei auch hier – analog zu allgemeinen Lastgangkennlinien – saisonale Effekte mit höherem Verbrauch im Winter und geringerem Verbrauch im Sommer zu beobachten waren.

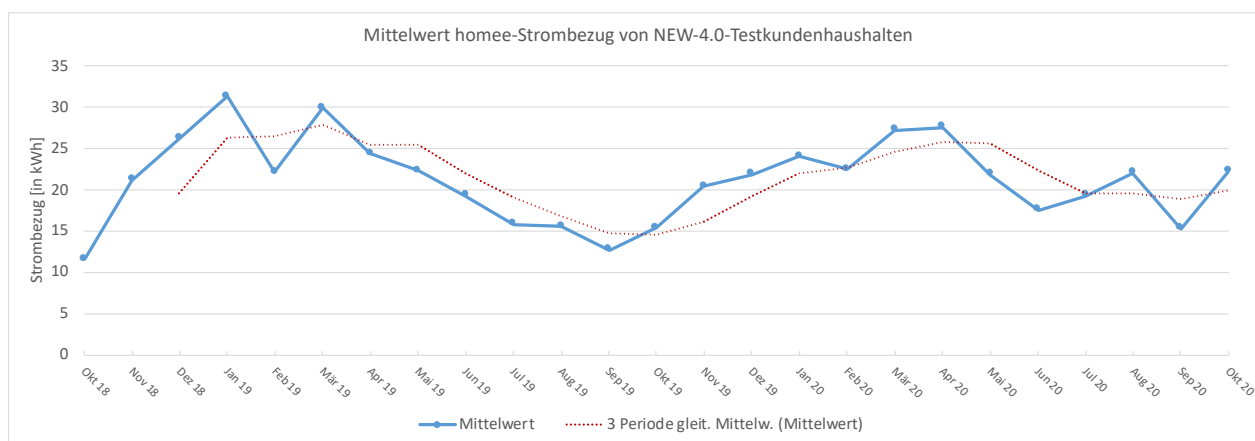


ABBILDUNG 7: MITTELWERT DES HOMEE-SPEZIFISCHEN STROMBEZUGS VON NEW 4.0-TESTKUNDEN

Im Rahmen der Auswertung (Abbildung 7) wurde davon ausgegangen, dass sämtlicher rabattierter Stromverbrauch an den Schalt-Steckdosen aufgrund des Tarifsignals ausgeübt wurde. Dabei wird vernachlässigt, dass bestimmte Geräte auch im Normalbetrieb zu diesen Zeiten gelaufen wären und auch Stromverbrauch außerhalb der rabattierten Schaltzeiten an diesen Steckdosen stattfindet (Grundlast). Die tatsächliche Lastverlagerung ist somit zu einem relevanten Anteil nach unten zu korrigieren (s. Abbildung 8).

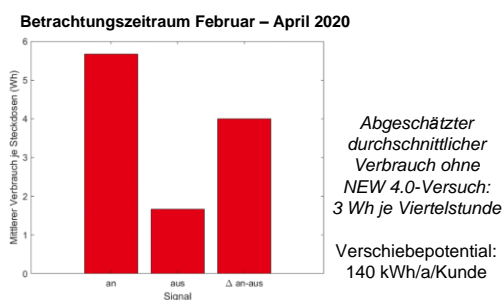


ABBILDUNG 8: GEMITTLER STROMVERBRAUCH IN ABHÄNGIGKEIT DES SCHALTSIGNALS

Für diese Auswertung wurde durch die *BET Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH* aus Aachen über einen Betrachtungszeitraum von drei Monaten (02-04/2020) der gemittelte Verbrauch über alle Steckdosen in Abhängigkeit der Signalschaltung ausgewertet. Festgestellt wurde, dass bei Schaltungen mit „Aus“-Signal der mittlere Verbrauch um 71 % reduziert ist.

Ein alternativer Vergleich mit einer Referenzlastkurve der Vorjahre wäre ebenfalls mit gewissen Unschärfen behaftet.

AS 0.3 Analyse und Auswirkungen des Tarifes

Bei dem als erstes eingeführten dynamischen Bonus-Eventtarif mit einer **Schaltdauer von einer Stunde** und einem rabattierten Arbeitspreis von **5 Ct./kWh (brutto)** meldeten einige Kunden Probleme durch die Schaltunterbrechung bei dem Betrieb von Spül-/Waschmaschinen oder Trocknern. Diese Geräte zeichnen sich durch festgelegte Programme aus. Ältere Geräte verfügen zudem häufig über keine sog. „Memory-Funktion“ bei der sich das Gerät den Fortschritt im Programm merkt. So kam es vor, dass Spül-/Waschprogramme bei diesen Geräten nicht automatisch weiterliefen, sobald der rabattierte Schaltimpuls beendet wurde.

Daher wurde dem Kundenwunsch nach längeren Schaltdauern und garantierten Intervallen (z. B. Schaltung 1x pro Tag) durch die Stadtwerke entsprochen: Im Laufe des Projekts wurde daher ein zweiter Tarif angeboten, der eine **garantierte Schaltdauer von drei Stunden**, einen rabattierten Arbeitspreis von **15 Ct./kWh (brutto)** und nach wie vor unbekannte Schaltzeit beinhaltet. Somit konnten die Haushalte für jede schaltbare Steckdose individuell entscheiden, welchen Tarif und dementsprechend welche rabattierte Schaltdauer und -intervall sie dort nutzen wollten.

Interessant ist in diesem Zusammenhang zu erwähnen, dass dieser Tarif gemeinsam mit Kunden in Kundenworkshops entwickelt wurde. Bis Abschluss des Projekts wurden jedoch maximal 75 Steckdosen (von rd. 5.400) in diesen Tarif eingebucht. Diese Auswertung lässt zwei Schlüsse zu:

Erstens ist somit offensichtlich kein tatsächlicher Bedarf vorhanden bei einer Tarifquote von 1,6 % aller Schalt-Steckdosen. Zweitens ist das Anpassen des eigenen Verbrauchsverhalten anreizabhängig – kaufmännisch größer erscheinende Einsparungen werden vor längeren Schaltdauern bzw. höherem Komfort bei im Gegenzug geringer erscheinenden Einsparungen bevorzugt.

Des Weiteren sollte an der Einführung eines dynamischen Strompreistarifs für Elektro-PKW's gearbeitet werden. Aufgrund der höheren Ladeleistung sollen hierfür fernsteuerbare Wallboxen eingesetzt werden. Hierfür wurde keine Förderung unter dem vorliegenden Teilvorhaben seitens des *PTJ* bewilligt, weshalb diese Forschungsfrage bis heute nicht weiter untersucht wurde. Verwiesen wurde seitens *PTJ* auf zukünftige und noch zu beantragende Forschungsprojekte.

AS 0.4 Machbarkeitsstudie hinsichtl. des Einsatzes des dynamischen Tarifmodells in Kurzzeitmärkten (KM)

Als letzten Aspekt der Potenzialermittlung sollte eine Machbarkeitsstudie hinsichtlich des Einsatzes des dynamischen Tarifmodells in Kurzzeitmärkten durchgeführt werden. Im Rahmen der vorliegenden TVB stand die Frage im Vordergrund, inwiefern sich ein dynamisches Tarifmodell inkl. Laststeuerung beim Kunden positiv auf die Verbraucherstrompreise auswirken könnte. Diese Studie (M. Hinterstocker und T. Hübner, FfE (Hrsg.) (2019): Abschlussbericht – Machbarkeitsstudie dynamische Tarifmodelle Analysen im Projekt NEW 4.0) wurde durch die *Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH (FfE)* mit Sitz in München durchgeführt und abgeschlossen. Die Studie wird als Anlage zu diesem Abschlussbericht beigelegt.

Da sich der im Rahmen des vorliegenden Teilvorhabens entwickelte Stromtarif nicht an den marktverfügbaren Börsenstrompreisen orientiert, sondern an den durch Einspeisemanagement (EinsMan) betroffenen, vorgelagerten Netzebenen, fällt u. a. deshalb schon das ermittelte Potenzial für die Einsparmöglichkeiten der Haushalte aus den Preisvolatilitäten am Day-Ahead-Markt mit rd. 3 €/Jahr vernachlässigbar gering aus. Hinsichtlich der Einsparung durch vermiedenes EinsMan ergab sich bei Modellberechnungen der FfE immerhin eine durchschnittliche Kostenersparnis von rd. 20 €/Jahr und Haushalt. Ein fast identisches Bild ergab sich für die Projektion der Modelle auf das Jahr 2025.

Die Autoren der Studie konstatierten außerdem, dass das vorliegende Konzept zwar einen funktionierenden Ansatz darstellt, um Verbraucherlasten flexibel an volatile Stromerzeugung anzupassen, jedoch ohne Einbindung von Geräten mit größeren Leistungen kein wirtschaftlicher Betrieb für die Stadtwerke möglich sei: „Eine Kombination beispielsweise mit einer netzdienlichen Steuerung der Ladevorgänge von Elektroautos und des Betriebs von elektrischen Heizsystemen sowie eventuell mit einem zeitvariablen Tarif für Geräte, welche nicht beliebig und unplanbar zu- und abgeschaltet werden können, könnte dabei sinnvoll sein.“

Zudem sind regulatorische Anpassungen notwendig, um einen echten kommerziellen Mehrwert für flexible Stromkunden zu ermöglichen, der nicht in gleicher Höhe die Stadtwerke bzw. die Netzbetreiber belastet. Auf diese Aspekte wird am Ende dieses Kapitels unter dem Abschnitt „Außerdem von Interesse“ näher eingegangen.

1 Erschließung

AS 1.1 Kundengewinnung in Schleswig-Holstein und Hamburg

Für die Projektumsetzung wurden teilnehmende Endverbraucher bzw. Testhaushalte benötigt: Über die gesamte Akquisephase von Juni/2018 bis März/2020 konnten insgesamt rd. 1060 Kunden (Höchststand zeitgleiche Kundenanzahl: 988) gewonnen werden. Diese stammen aus dem Versorgungsgebiet der *Stadtwerke Norderstedt* und waren bereits oder wurden Kunde in einem von den Stadtwerken angebotenen Sondertarifen. Der Akquiserfolg verlief in Wellenform, die auf einzelne Kommunikationsmaßnahmen zurückzuführen ist (Abbildung 9).

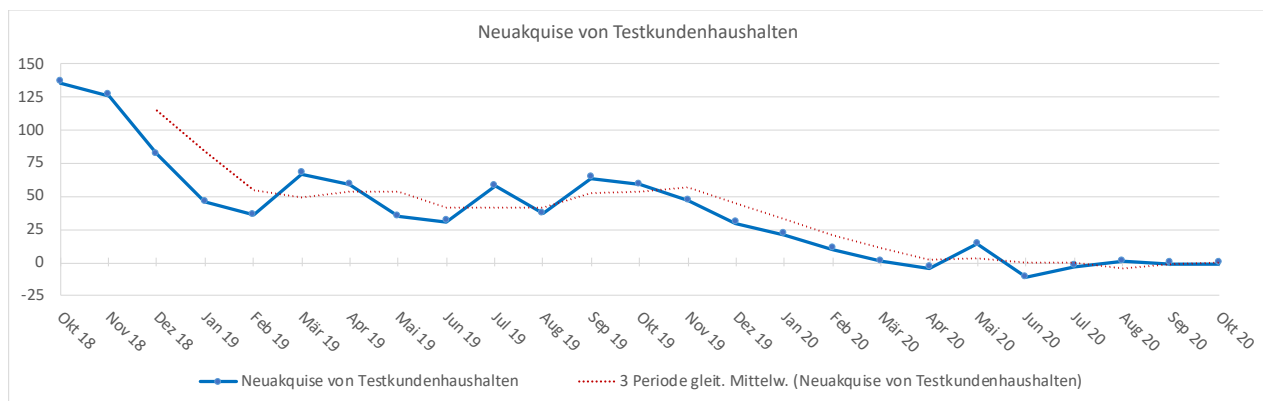


ABBILDUNG 9: NEUAKQUISE VON NEW 4.0-TESTKUNDEN

Ein Großteil der bei den Endverbrauchern benötigten Messsysteme war zum Beginn der Projektteilnahme bereits installiert und in Betrieb. Bei denjenigen Kunden, bei denen zum Beginn der Projektteilnahme noch kein Smart-Meter installiert war, sollten nach BSI-Standard zertifizierte, intelligente Messsysteme eingebaut werden. Dies war aufgrund des verzögerten Zertifizierungsverfahrens nicht möglich. Stattdessen wurden einheitlich vernetzte, digitale Zähler verbaut.

Für die Steuerung einzelner Steckdosen im Haushalt wurde ein Smart-Home-System der Firma *homee GmbH* (Firmensitz Berlin) beschafft und bei den Kunden installiert. Die Kosten dafür wurden von den *Stadtwerken Norderstedt* sowie aus Projektmitteln getragen. Mittels *homee Cube* inkl. Z-Wave-Protokoll-Erweiterung fand die Vernetzung von schaltbaren Verbrauchsgeräten und der zusammen mit Partnern selbst entwickelten Tarifmaschine statt.

Jeder teilnehmende Kunde erhielt darüber hinaus – ohne Mehrkosten – vier schaltbare DECT-Steckdosen der Firma *AVM GmbH* (Firmensitz Berlin), um damit einzelne Geräte ansteuern zu können.

AS 1.2 Prospektmaterial Kundengewinnung

Hinsichtlich der Kundengewinnung wurden zahlreiche Anstrengungen unternommen, die im Folgenden aufgelistet sind:

- Kundenmailing an alle Haushalte mit fernauslesbaren Stromzählern
- Informationsabende im TechnikCenter der Stadtwerke Norderstedt
- Produktion und Veröffentlichen eines Kinospots (wurde im lokalen Kino ausgestrahlt)
- Beiträge im Norderstedter Fernsehsender NOAA
- Plakate in Bushaltestellen

- Werbung in Printmedien
- Beiträge in sämtlichen Fachzeitschriften
- Teilnahme an Messen (E-World, etc.)
- Veranstaltungen im Stadtpark Norderstedt
- Promotion via Agentur auf den Norderstedter Wochenmärkten
- Facebook-Werbung

AS 1.3 Datenschutzprüfung

Es wurde geprüft, wie die permanente Verbindung Kunde zu den Standwerken gesichert ist. Das Ergebnis ist eine unique Mac Adresse (homee-ID), die nur auf dem Würfel gedruckt ist. Es wird bei der Installation durch einen Techniker der Stadtwerke diese ID mit der App des Kunden registriert sowie ein Username und ein Passwort generiert und verschlüsselt an die Tarifmaschine der Stadtwerke übertragen. Die Daten sind nur auf dem Würfel gespeichert und es werden alle 15 Minuten Daten sämtlicher Steckdosen an die Stadtwerke gemeldet und in der Datenbank der Tarifmaschine gespeichert. Diese Daten sind die Grundlage der Rabattierung am Ende des Monats. Der *homee* wird per End-to-End Verschlüsselung über den eigenen Proxy Server von *homee* (Firma Codeatelier) authentifiziert und angesteuert. Dort werden keine Daten gespeichert. Dem Kunden ist freigestellt, Alexa, Siri und / oder Google Assistent einzubinden und den *homee* per Sprache zu steuern. In diesem Fall wurde der Kunde darauf hingewiesen, dass die Daten dann im Internet landen.

2 Entwicklung Tarifengine für dynamische Tarife

AS 2.1 Entwicklung Schnittstellen zu weiteren Marktpartnern in (Tarifsteuersignal)

In diesem Arbeitsschritt wurde die bestehende Marktdatenkommunikation überprüft und hinsichtlich der Verbesserung von Schnittstellen zwischen den unterschiedlichen Marktteilnehmern ausgebaut und optimiert.

Eine neuartige Schnittstelle wurde etwa für die Integration der – für das Tarifsteuersignal erforderlichen – Daten der vorgelagerten Netzebene geschaffen. Als Auslöser für ein Tarifsteuersignal diente das Überschreiten eines kritischen Wertes bei der Anzahl von Einspeisemanagement-Maßnahmen im Netzgebiet der *SH-Netz GmbH*. Dabei wurde auf die dort entwickelte Netzampel zurückgegriffen (s. AS 2.2 und 2.3).

Daneben musste die Datenübertragung und -verarbeitung für die Smart-Home Kommunikation sichergestellt werden. Die durch die Schaltsteckdosen bei den Projektteilnehmenden gemessenen Lastflüsse wurden mittels Glasfaserleitung der *Wilhelm.Tel GmbH* übertragen und im Hause der *MeterPan GmbH* zusammengeführt und ausgewertet.

Bei der bereits existierenden Marktdatenkommunikation der einzelnen Smart-Meter wurden verschiedene Maßnahmen zur Anpassung an die neue „Marktkommunikation (MaKo) 2020“ vorgenommen. Diese wurde seitens der Bundesnetzagentur im Verwaltungsverfahren (unter AZ BK6-18-032) mit Wirkung zum 1.12.2019 festgelegt ([Link](#) BNetzA – Beschlusskammer 6). Hierdurch wurde u. a. die nun vom Messstellenbetreiber (vorher im Aufgabengebiet des Netzbetreibers) sternförmig ausgehende, elektronische Datenverteilung an berechnete Empfänger eindeutig geregelt.

AS 2.2 Entwicklung Tarifmaschine

Die Tarifmaschine wurde in einem iterativen Prozess mithilfe dynamischer Methoden als zentrale Steuereinheit zusammen mit der *IVU Softwareentwicklung GmbH* entwickelt und dort programmiert (Abbildung 10). Eingesetzte Kerntechnologien waren dabei das quelloffene und plattformunabhängige *.Net Core Framework* von *Microsoft* unter Verwendung der Programmiersprache *C#*. Außerdem kam das *Microsoft Cluster-Framework Orleans* für skalierbare und große Datenmengen zum Einsatz.

Mithilfe dieser Tarifmaschine ist es seitdem möglich, die dezentral verteilten Datenströme zusammenzuführen, maschinenlesbar auszuwerten und in Abhängigkeit des zugrundeliegenden Schaltalgorithmus (Abbildung 11) in ein Tarifsteuersignal für die Smart-Home Systeme zu übersetzen.

Auf dieser Basis werden die schaltbaren Steckdosen der am Projekt teilnehmenden Haushalte angeschaltet, sobald der Eventtarif auf gültig (=1) gesetzt wurde. Gleichmaßen werden diese Steckdosen ausgeschaltet, wenn die Tarifmaschine die Gültigkeit des Eventtarifs aufhebt (=0).

Dabei wurde bereits zu Beginn berücksichtigt, dass jede Steckdose mit einem eigenen Tarif verknüpft ist und dementsprechend ein eigenes Steuersignal von der Tarifmaschine erhalten muss. Diese Verknüpfung der Schaltzeiten an den Steckdosen musste weiterhin zu Abrechnungszwecken an die *Stadtwerke Norderstedt* übertragen werden.

Aufgrund der hohen Datendichte (ca. 500 Byte/Messwert) musste einerseits die Dateninfrastruktur ausgebaut werden und andererseits mussten die Übertragungsintervalle – von sekundlich auf viertelstündlich – verlängert werden, um die Performance des Gesamtsystems auch bei einer wachsenden Teilnehmerzahl zu gewährleisten.

Die Hauptproblematik dieser Datenmengen geht primär von den Übertragungsintervallen der einzelnen Smart-Home-Steckdosen aus: Bei 1.000 Kunden mit je vier Steckdosen und sekundlicher Datenübertragung müssen 240.000 Messwerte pro Minute oder 14,4 Mio. Messwerte pro Stunde verarbeitet werden können. Es entstehen Messwertsammlungen mit einer Datenmenge von rd. 7,2 GB pro Stunde. Beim Umstieg auf Viertelstundenwerte reduziert sich die Anzahl der Messwerte auf 16.000 Messwerte pro Stunde und die Datenmenge auf rd. 8 MB pro Stunde.

In diesem Zusammenhang ist eine eigene Serverlandschaft mit dedizierten Maschinen aufgebaut worden, die je nach Ausbaugrad von Smart-Metern und Smart-Home-Steckdosen mitwächst.

The screenshot shows the 'Übersicht' (Overview) page of the 'NEW 4.0 Tarifmaschine'. It displays a summary of smart meters and sockets, a list of connected devices with their status and phases, and a log of events.

Übersicht

Filter: Kundengruppe Handy User Testgeräte
 Homes: Offline Steckdosen: Offline Fernware

Umgangswerte: Homes Gesamt: 934 963

Freischaltphase	277	384	802336 W
Gartritt	214	224	7481,26 W
Wahlhilfe	217	225	14107,86 W
Wahlphase	220	224	11452,77 W
Nicht Zugeordnet	6	6	0,38 W

Homees: 284

Online-Status: Online (515), Offline (94), Aus (187)

Schaltphase: Flex, Garantie, Aus

Anzahl Homeeigamme: 4

Funktionsknoten	Homee Log
000551100587_1	Laptop 2
000551100587_2	Startanlage 1
000551100587_3	Fernseher 4
000551100587_4	Waschmaschine 3
000551100587_5	Küche #5

Ereignisanzeige

Zeitpunkt	Quelle	Status	Meldung
23.05.2020 15:06:21	Homee	Fehler	Der Versuch eine Verbindung zu Homee 000551100409 aufzubauen schlug fehl.
23.05.2020 15:05:09	Homee	Fehler	Der Versuch eine Verbindung zu Homee 000551100546 aufzubauen schlug fehl.
23.05.2020 15:03:06	Homee	Fehler	Der Versuch eine Verbindung zu Homee 000551100609 aufzubauen schlug fehl.
23.05.2020 15:01:48	Homee	Fehler	Der Versuch eine Verbindung zu Homee 000551100616 aufzubauen schlug fehl.
23.05.2020 15:00:42	Homee	Fehler	Der Versuch eine Verbindung zu Homee 000551100481 aufzubauen schlug fehl.
23.05.2020 14:58:54	Homee	Fehler	Der Versuch eine Verbindung zu Homee 000551100530 aufzubauen schlug fehl.
23.05.2020 14:56:51	Homee	Fehler	Der Versuch eine Verbindung zu Homee 000551113897 aufzubauen schlug fehl.
23.05.2020 14:56:48	Homee	Fehler	Der Versuch eine Verbindung zu Homee 000551114883 aufzubauen schlug fehl.
23.05.2020 14:56:48	Homee	Fehler	Der Versuch eine Verbindung zu Homee 000551100899 aufzubauen schlug fehl.
23.05.2020 14:56:47	Homee	Fehler	Der Versuch eine Verbindung zu Homee 000551100812 aufzubauen schlug fehl.
23.05.2020 14:56:47	Homee	Fehler	Der Versuch eine Verbindung zu Homee 000551100889 aufzubauen schlug fehl.
23.05.2020 14:55:54	Homee	Fehler	Der Versuch eine Verbindung zu Homee 000551100476 aufzubauen schlug fehl.

ABBILDUNG 10: ÜBERSICHT DER ANGEKUNDENEN NEW 4.0-TESTKUNDENGERÄTE IN DER TARIFMASCHINE

Friedrichsgabe		Garstedt		Glashütte		Harksheide		Nicht Zugeordnet	
Schwellwerte		Schwellwerte		Schwellwerte		Schwellwerte		Schwellwerte	
Ein	Aus	Ein	Aus	Ein	Aus	Ein	Aus	Ein	Aus
800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
Laufzeit Ein		Laufzeit Ein		Laufzeit Ein		Laufzeit Ein		Laufzeit Ein	
Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
71		71		71		71		71	
Laufzeit Aus		Laufzeit Aus		Laufzeit Aus		Laufzeit Aus		Laufzeit Aus	
Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
222		222		222		222		222	
<input checked="" type="checkbox"/> Cluster aktivieren		<input checked="" type="checkbox"/> Cluster aktivieren		<input checked="" type="checkbox"/> Cluster aktivieren		<input checked="" type="checkbox"/> Cluster aktivieren		<input checked="" type="checkbox"/> Cluster aktivieren	

Aktuell betroffene Anlagen: 975 Automatisches Schalten aktivieren

Speichern Abbruch

ABBILDUNG 11: KONFIGURATIONSÜBERSICHT DER AUTOMATISCHEN SCHALTZEITEN IN DER TARIFMASCHINE

AS 2.3 Entwicklung Automatisierung / Steuerung Tarifmaschine

Die Tarifmaschine wurde so programmiert das eingehende Datenströme vollautomatisch in einen Schaltalgorithmus einfließen und dort serverseitig verarbeitet werden. Somit wird auf dieser Ebene menschenunabhängig entschieden, ob, wann und wie lange eine Schaltzeit für einen der dynamischen Eventtarife Gültigkeit besitzt.

Die *Stadtwerke Norderstedt* können über ein eigens entwickeltes Frontend die Schaltparameter beeinflussen und auch manuelle Schalthandlungen zu Testzwecken vornehmen.

Der bisherige Schaltalgorithmus basiert auf der Anzahl der von Einspeisemanagement betroffenen Erneuerbare-Energien-Anlagen der vorgelagerten Netzebene (*SH-Netz*). Auf dieser Mittelspannungsebene handelt es sich nahezu ausschließlich um Windkraftanlagen. In Schleswig-Holstein sind aufgrund hoher Dichte von Windenergieanlagen häufig Maßnahmen des Einspeisemanagements notwendig, die der Systemsicherheit des Stromnetzes dienen und von Seiten der Übertragungsnetz- und Verteilnetzbetreiber ausgelöst werden dürfen. Dabei wird die Stromeinspeisung regenerativer Energieerzeugungsanlagen auf rechtlicher Basis des Energiewirtschaftsgesetzes herunter- oder vollständig abgeregelt, sobald durch den erzeugten Strom technische Netzengpässe entstehen. Ziel des Teilvorhabens der *Stadtwerke Norderstedt* war es, insbesondere diese sonst regenerativ erzeugten Strommengen durch eine Flexibilisierung der Nachfrageseite nutzen zu können, anstatt diese abzuregeln.

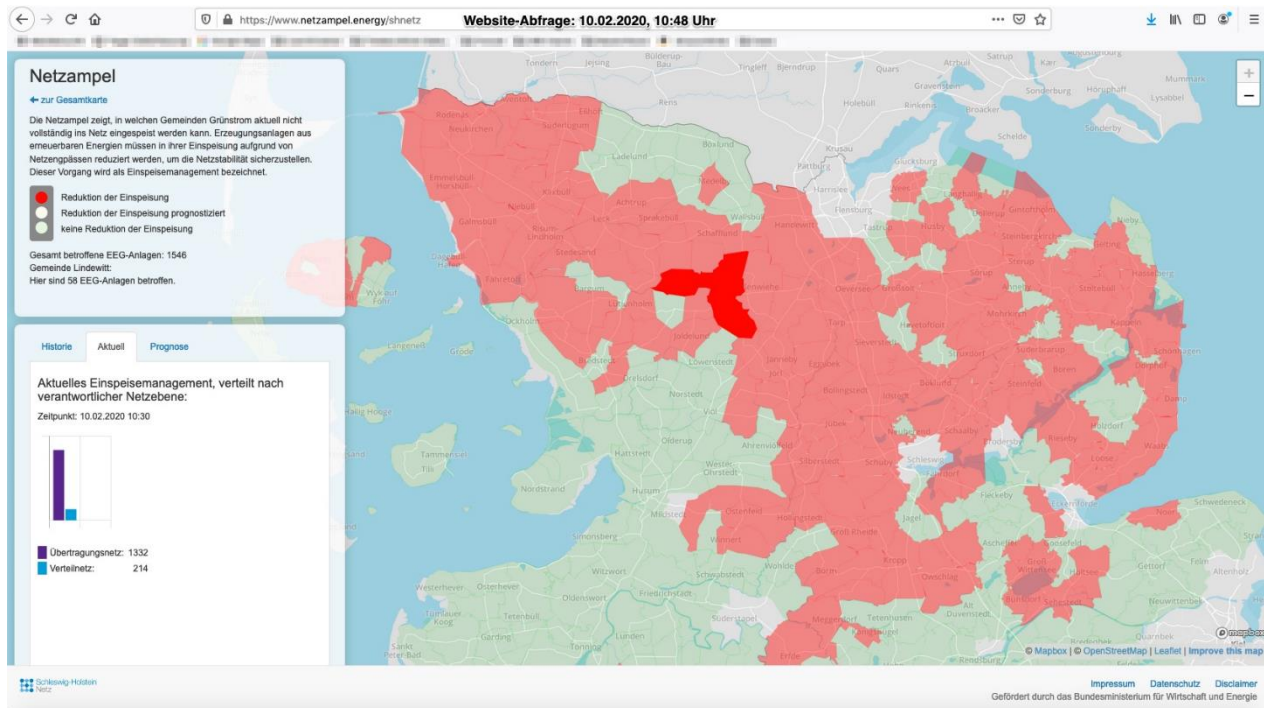


ABBILDUNG 12: BEISPIELANSICHT DER SH-NETZAMPEL ZUM 10.02.20, 10:48 UHR

Mithilfe der entwickelten Tarifmaschine, des angebotenen Eventtarifs im Projektzeitraum und der erfolgten Flexibilisierung der Kundenseite wurde dieses Ziel erreicht.

Derzeit wird an einer Erweiterung des Tarifsteuersignals in Abhängigkeit von beispielsweise Wetterprognosedaten, Verbrauchsprognosedaten, Börsenstrompreisen und Netzflussdaten geforscht, um zusätzliche preisanreizbasierte oder netzseitige Vorteile generieren zu können.

AS 2.4 Entwicklung Verifikationssoftware

Das EDL40-System, welches in Norderstedt vor den BSI-zertifizierten, intelligenten Messsystemen zum Einsatz kam, besteht aus Elektrizitätszählern mit Signaturfunktion und einer Display-Software zur Kontrolle der Abrechnung für den Letztverbraucher.

Wenn die Zähler im EDL40-Betriebsmodus betrieben werden, erhalten die übertragenen Datensätze die jeweiligen Messwerte (Zählerstände) und eichrechtlich relevante Logbuch-Einträge als Signaturen.

Die signierten Datensätze werden periodisch auf der Datenschnittstelle ausgegeben oder von Erfassungssystemen abgefragt. Die Datensätze mit Messwerten (Zählerständen) und eichrechtlich relevante Logbuch-Einträge werden an der Datenschnittstelle signiert ausgegeben.

Der Anwender kann folgendes überprüfen:

- Signaturen der Messwerte
- Signaturen der Logbuch-Einträge
- Vollständigkeit der Logbuch-Einträge über den zu prüfenden Abrechnungszeitraum
- Tarifabhängige Verbrauchsermittlung über den Zeitbereich der vorliegenden Abrechnungswerte einer Datei

Der Anwender erhält eine Übersicht von gesamten Abrechnungszeitraum mit folgenden Informationen:

- Zählerstände zu Beginn und Ende des Abrechnungszeitraums

- Tarifabhängige Verbräuche im Abrechnungszeitraum
- Summe der tarifabhängigen Verbräuche im Abrechnungszeitraum
- Anzahl der Tarifumschaltungen
- Anzahl enthaltener Ersatzwerte
- Anzahl Logbuch-Einträge
- Stammdaten zu Abnahmestelle, Kunde, Vertrag und Vertragspartner
- Fehlende/fehlerhafte Abrechnungswerte werden farblich und formkodiert dargestellt

In der Ansicht „Detaillierte Übersicht Tarifumschaltung“ werden die Abrechnungswerte, Umschaltpunkte und Tarife je Tag dargestellt.

Die Darstellung beinhaltet folgende Einträge:

- Farbsymbol zum Status der Abrechnungswerte gemäß Legende
- Anfangs-Zählerstand des Tages
- Tarifabhängige Verbräuche des Tages
- Summe der tarifabhängigen Verbräuche des Tages
- End-Zählerstand des Tages
- Graphische Darstellung der Tarifzeiten mit Kurzbeschreibung des jeweils aktiven Tarifs

AS 2.5 Konzepterstellung für Monitoring relevanter Kennzahlen

Um das Gesamtsystem bestehend aus der Tarifmaschine und der Feldtechnik überwachen zu können, ist iterativ ein Kennzahlensystem über die Projektlaufzeit entstanden. Dabei handelte es sich anfangs weniger um ein fertiges Konzept als um eine gewachsene Struktur. Die relevanten Kennzahlen für die Überwachung des Systems waren am Anfang noch schwer greifbar und im Laufe der Zeit in agilen Sprints erarbeitet und umgesetzt. Hierbei wurde unterschieden zwischen statischen Reports sowie dynamischen Dashboards und live Auswertungen. Im Projektverlauf wurden die Möglichkeiten kontinuierlich in Zusammenarbeit mit der *BET* ausgewertet, erweitert und fortgeschrieben. Die Datengrundlage von Smart-Metern und den *homee*-Steckdosen wurden durch *MeterPan* bereitgestellt.

AS 2.6 Konzepterstellung dynamische Lastflussrechnung

In diesem Arbeitspaket sollen die Auswirkungen der zukünftigen Verbraucher im Niederspannungsnetz mit Fokus auf Elektromobilität und Wärmepumpen sowie die Effekte von Lastverschiebungsoptionen auf das Niederspannungsnetz evaluiert werden. Hierfür sind umfassende Lastflussberechnungen in Niederspannungsnetzen nötig.

Zur Beantwortung dieser Fragestellung soll ein Verteilnetzsimulationsmodell genutzt werden. Im Rahmen dieses Projekts sollen zwei Netzgebiete der *Stadtwerke Norderstedt*, deren Bebauungsplan eine hohe Anzahl an Elektrofahrzeugen und Wärmepumpen vorsieht, für das Simulationsmodell aufbereitet und integriert werden. Die benötigten Daten hierfür wurden von den Stadtwerken bereitgestellt.

Im zweiten Schritt wurden zusammen mit den Stadtwerken Simulationsszenarien für zukünftige Netzbelastungen definiert. Der Fokus lag auf den Komponenten Elektrofahrzeuge und Wärmepumpen. Zur Auswahl und Abstimmung der Parameter gab es einen Workshop bei den Stadtwerken. Hierbei sollten folgende Punkte, welche als Eingangsdaten in die Simulation einfließen, abgestimmt werden:

- Auslegungsgrundsätze der Stadtwerke Norderstedt-Netze (mittlere/maximale Leistungen) bzw. Informationen über Anzahl der Wohneinheiten je Gebäude
- Anteil von Gebäuden mit PV-Anlagen bzw. durchschnittliche Anlagengröße
- Anteil von elektrisch beheizten Gebäuden
- Anteil von Wohneinheiten mit Elektrofahrzeugen

Im dritten Schritt wurde das Simulationsmodell erweitert, um die in diesem Projekt notwendige Detailtiefe im Bereich der Modellierung von Elektrofahrzeugen und Wärmepumpen zu erreichen. Im Bereich der Wärmepumpen sollen temperaturabhängige Jahresarbeitszahlen und Durchlauferhitzer, falls die Wärmepumpen an kalten Tagen nicht ausreichend Wärme bereitstellen können, in die Simulationsumgebung integriert werden.

Basierend auf diesen Daten und den Szenarien wurde im vierten Schritt die zukünftige Netzbelastung mit einem Simulationsmodell abgebildet. Die Simulationsergebnisse wurden durch die *BET-Energie* detailliert ausgewertet und grafisch aufbereitet. Die Ergebnisse der Studie werden als Anlage zu diesem Bericht beigefügt. Ziel der Simulationen war es zu überprüfen, ob durch die zukünftigen Verbraucher und auf Grund der städtischen Prägung Netzüberlastungen, mit Fokus auf Betriebsmittelüberlastungen von Kabeln oder Transformatoren, entstünden.

Im fünften Arbeitsschritt sollte zusätzlich die Frage beantwortet werden, ob durch Lastverschiebungen die etwaigen Engpässe behoben werden können oder diese sogar verstärkt werden. Die Lastverschiebung wurde hierbei durch vier verschiedene Betriebsweisen abgebildet:

- Eigenverbrauchsoptimierung von PV-Energie
- Optimierung zur Reduktion von Engpassmanagement im HöS/HS
- Optimierung zur Vermeidung von Netzengpässen im Niederspannungsnetz
- Optimierung nach Börsenpreis

Im Falle der Eigenverbrauchsoptimierung wurden die Komponenten dann geladen/betrieben, wenn Überschussenergie aus der PV-Anlage vorhanden war. Im zweiten Fall wurde ein externes Schaltsignal zur Steuerung verwendet und die Anlagen reagierten auf dieses Steuersignal. Im dritten Fall wurde in der Simulation überprüft, ob es ohne Steuerung zu Netzüberlastungen kam. Falls dies der Fall war, wurde diese durch gezielte Leistungsreduktionen der relevanten Anlagen verhindert. Im vierten Fall werden die Anlagen preisgesteuert nach dem *EPEX*-Preis optimiert betrieben.

Die Referenzsimulationen (Arbeitsschritt 4) wurden anschließend mit den Simulationen, bei denen die Last gezielt verschoben wurde, verglichen. Beim Vergleich der Simulationen lag der Fokus auf den netztechnischen Auswertungen mit Fokus auf die maximale Last am Transformator sowie die maximale Auslastung der Stromleitungen. Zusätzlich wurden die maximalen/minimalen Spannungen im Netzgebiet ausgewertet, auch wenn diese in städt. Netzen tendenziell unkritisch sind. Die Ergebnisse wurden für jedes betrachtete Netzgebiet aufbereitet und es erfolgte eine Bewertung, ob durch die Lastverschiebung die Versorgungsqualität in der Niederspannungsebene bezogen auf die oben genannten Kriterien verbessert oder verschlechtert wurde.

Ebenso wurde analysiert, ob die unterschiedlichen Ladesteuerungen zu Komforteinbußen, also unvollständig geladenen Elektrofahrzeugen oder nicht gedecktem Wärmebedarf, bei den Nutzern führten.

AS 2.7 Datensicherheitsverifikation/Entwicklung Sicherheitskonzept

Die Kommunikation der Smart-Meter erfolgt grundsätzlich verschlüsselt. Auch die Feldgeräte welche nicht mit einem Smart-Meter-Gateway (SMGW) ausgestattet sind kommunizieren über einen *AES 256* verschlüsselten Kanal. Zusätzlich sind die Messwerte signiert.

Die Kommunikation mit den Smart-Home Geräten erfolgt zwar über einen zentral vom Hersteller betriebene Proxy Server, der Kanal wird allerdings Ende zu Ende verschlüsselt, sodass die Nutzdaten effektiv geschützt werden.

AS 2.8 Schnittstellenentwicklung Datenübermittlung an Abrechnungssystem

Im Projektverlauf sollten Verbrauchsgewohnheiten von Stromkunden gemonitort und analysiert werden, um daraus Rückschlüsse für die Erstellung von Tarifen, Netzstabilität und Schalthandlungen zu erlangen. Für die Übermittlung

der abrechnungsrelevanten Daten aus den Backendsystemen hin zum Abrechnungsprogramm wurde eine technische Schnittstelle geschaffen. Als Abrechnungssystem wird *Wilken Ener:gy* genutzt.

Um das automatisierte Einlesen von Abrechnungswerten zu ermöglichen wurde ein Import-Format auf Basis von *OBIS-Codes* je Tarifstufe entwickelt. Dieses wird von der Tarifmaschine am Ende des Abrechnungszeitraumes erzeugt (1 x im Monat) und in *Wilken Ener:gy* eingelesen. Hierüber ist es möglich die umfangreichen Tarifschaltungen abzurechnen. In *Ener:gy* wurde eine entsprechende Importlogik entwickelt. Somit ist es möglich den hoch dynamischen Tarif gemeinsam im Standard Abrechnungslauf durchzuführen.

AS 2.9 Entwicklung Smart Home System zur Logischen Lastkreissteuerung

Im Projektverlauf sollte eine logische Lastkreissteuerung mithilfe eines Smart-Home Systems erfolgen, bei dem Endkunden nicht mehr selbst schalten konnten. Dieser ursprünglich geplante Aspekt wurde aus versicherungsrechtlichen Gründen und zugunsten der Kundengewinnung verworfen, um die Hoheit über den individuellen Stromverbrauch weiterhin dem Kunden zu überlassen (Komfortgedanke).

Gleichzeitig lässt es die für die *Stadtwerke Norderstedt* modifizierte *homee*-App „SparWatt“ zu, dass Kunden innerhalb ihrer Haushalte selbstständig ein sog. „Homegramm“ schreiben. Dadurch ist es möglich, einzelne Geräte über die schaltbaren Steckdosen logisch miteinander zu kombinieren sowie deren Betrieb beispielsweise an bestimmte Wochentage, Uhrzeiten, An-/Abwesenheiten oder Wetterdaten zu knüpfen.

AS 2.10 Entwicklung Onlineportal Visualisierung Verbräuche Online, Mobile, Offline

Bei dynamischen Tarifen ist es unabdingbar, den Kunden in das Tarifierungsgeschehen einzubinden. Dies erhöht die Transparenz, aber auch die Verbundenheit mit dem Produkt und die Möglichkeit tatsächlich Last zu verlagern. Das Vorgehen erfolgte in zwei Stufen. In der ersten Stufe wurde den Kunden ein Onlineportal zu Verfügung gestellt, um Ihre Stromverbräuche kurzzyklisch (15 min) einzusehen und entsprechende Rückschlüsse zu ziehen.

Stufe 2 ist eine App welche für *iOS* und *Android* zu Verfügung steht und dem Kunden detaillierte Einblicke in den aktuell gültigen Tarifzustand gewährt als auch retrospectiv einen Überblick über getätigte Tarifierungen gibt (Abbildung 13 und Abbildung 14).

Auch das Ändern von Tarifoptionen pro Steckdose wurde den Kunden über die App zu Verfügung gestellt.

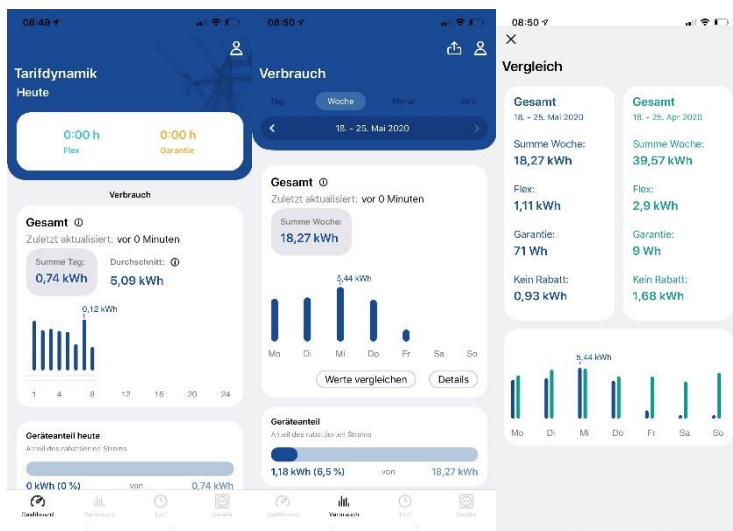
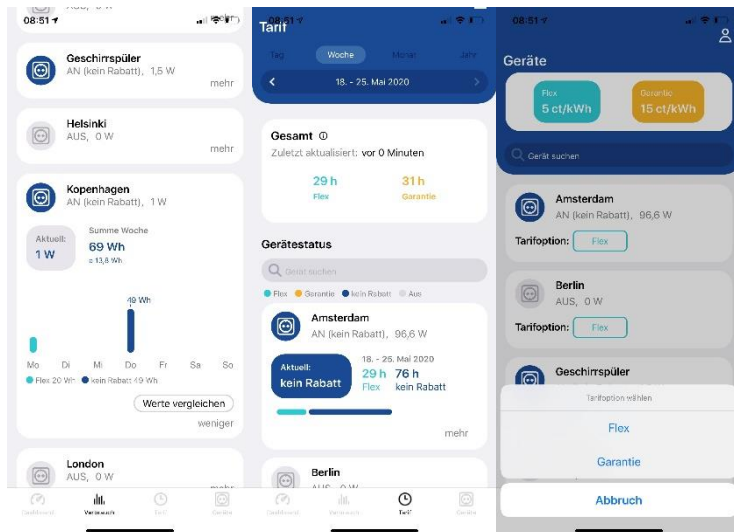


ABBILDUNG 13: UNTERSCHIEDLICHE SICHTEN DER ENTWICKELTEN IOS-APP FÜR APPLE-IPHONES (1)



ABILDUNG 14: UNTERSCHIEDLICHE SICHTEN DER ENTWICKELTEN IOS-APP FÜR APPLE-IPHONES (II)

AS 2.11 Entwicklung Konzept Aggregation von Schaltbaren Lasten zu Lastclustern

Die Aggregation von Lastclustern dient dem dynamischen Abwerfen von Lasten. Ein Lastcluster ist eine dynamische Zusammenstellung von Kunden, die an einem oder mehreren Umspannwerken angeschlossen sind, welche anhand der derzeit an den Steckdosen verfügbaren abwerfbaren Last entsteht. Pro Lastcluster wird definiert, wie groß die Ziellast ist und welche abgeworfen werden soll. Die Zusammenstellung erfolgt kurzzyklisch, so dass auf Änderungen des Verbrauchsverhaltens der angeschlossenen Geräte ad hoc reagiert wird.

Denkbar ist sowohl die Selektion und Zusammenstellung von Lastclustern auf Steckdosenbasis oder auch auf Kundenbasis. Für das Projekt wurde die Zusammenstellung auf Basis der aktuell abwerfbaren Last je Kunde umgesetzt. Dies macht eine einfache Kommunikation mit dem Kunden möglich. Eine Prämisse in der technischen Umsetzung des gesamten Projekts war es, alle Teststeckdosen eines Kunden immer vollständig zu schalten.

Für die Selektion der Kunden wurde drei Varianten diskutiert:

1. Lastpriorität

In dieser Variante werden solange die Kunden mit der größten, abwerfbaren Last addiert bis nur noch der zweitgrößte die Zielvorgabe nicht reißt. Dann wird dieser addiert. Das Vorgehen wird solange wiederholt bis das Last-Ziel erreicht ist.

2. Umgekehrte Lastpriorität

Diese Variante beginnt im Gegensatz zur Lastpriorität mit den Kunden mit den kleinsten abwerfbaren Lasten.

3. Am längsten an

Die Kunden werden anhand der Dauer, wie lange die Steckdosen bereits eingeschaltet sind, aufgenommen. Somit ist gewährleistet, dass beispielweise Waschmaschinen mit phasenweise sehr starker Last so lang wie möglich in Betrieb bleiben können.

3 Implementieren des Tarifmodells

AS 3.1 Change Management

Zur Vermeidung negativer Rückwirkungen durch das Teilvorhaben, insbesondere auf den laufenden Netzbetrieb der *wilhelm.tel*, wurde ein aktives Change-Management betrieben. Hierfür wurden interne und externe Stakeholder eng in den Tarifeinführungsprozess eingebunden.

Wie bei den meisten Veränderungsvorhaben sind bei den betroffenen Personen intern wie auch extern emotionale Phasen der Veränderungsbereitschaft über die Zeit zu beobachten, die es durch aktives Change-Management aufzufangen gilt. Elizabeth Kübler-Ross erarbeitete 1969 anhand von Interviews folgendes 7-Phasen-Modell, welches heute noch verwendet wird:

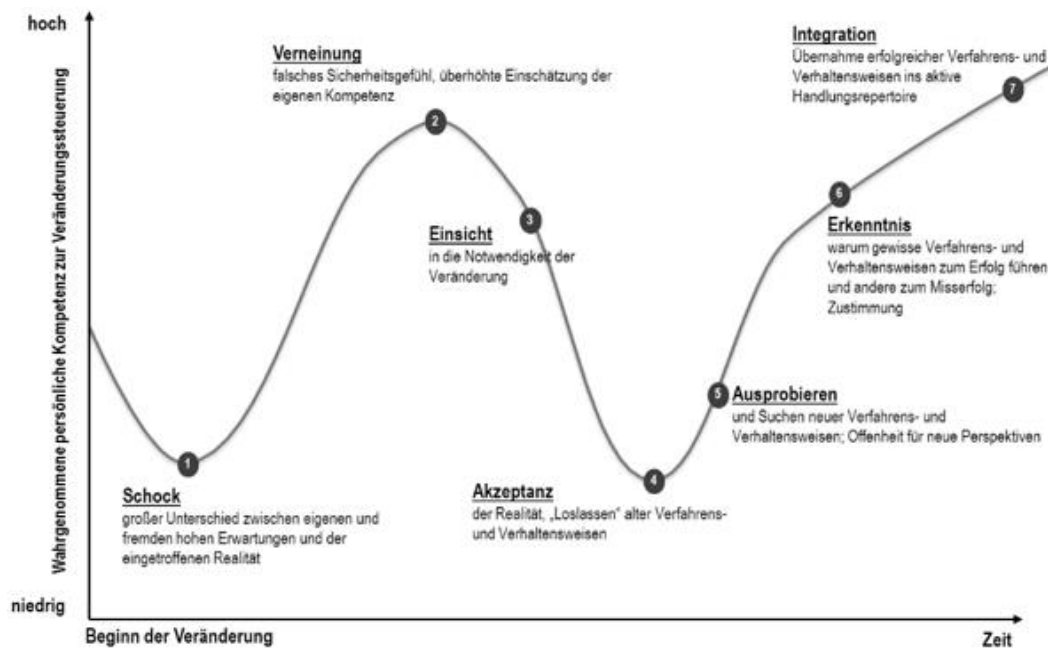


ABBILDUNG 15: DAS 7-PHASEN-MODELL DER VERÄNDERUNGSBEREITSCHAFT [KÜBLER-ROSS, 1969]

Das Überwinden innerer Widerstände musste sowohl im eigenen Unternehmen genommen werden als auch bei der Stadt (100-%ige Eigentümerin der *Stadtwerke Norderstedt*). Daneben waren auch bei den Kunden sehr unterschiedliche Voraussetzungen gegeben. Ein "von oben vorgelebtes offenes Mindset" sowie das Mitziehen aller Beteiligten gelang offenbar auch durch das kommunikative Einbinden sämtlicher Beteiligter in die Prozesse der Projektgestaltung und der Tarifeinführung.

AS 3.2 Informationen/ Kundenberatung/ Vor Ort, Servicecenter

Im Rahmen des Projektes sollte es eine*n Mitarbeiter*in geben, welche*r speziell auf Kundenfragen aus dem Projekt geschult wird. Diese*r sollte telefonisch, per Mail und persönlich für Kundenanfragen zur Verfügung stehen (Kundensupport).

Bereits früh im Teilvorhaben hat sich herausgestellt, dass es weitaus mehr Kundenanfragen und Beratungsaufwand je Kunde gab als im Vorfeld angenommen: „Jeder der rd. 1.000 Kunden im NEW-4.0-Teilprojekt musste einmal an die Hand genommen werden“.

Um den zeitlichen Aufwand bei der Kundenbetreuung zu bewältigen, wurden mehrere Maßnahmen realisiert:

- Zum einen wurde eine professionelle Servicehotline beauftragt, um bei Abwesenheiten oder Nicht-Verfügbarkeiten der Mitarbeiter*innen den sog. Telefonischen Überlauf aufzufangen und Kundenanliegen entgegenzunehmen.
- Desweiteren wurden vier Projektmitarbeiter*innen im Unternehmen als mögliche, erste Ansprechpartner identifiziert, die jeweils für Kundenanfragen telefonisch und per E-Mail zur Verfügung standen.

- Ein Kundenforum wurde unter <https://new4-0-forum.stadtwerke-norderstedt.de> eingerichtet, in dem außerdem Fragen untereinander beantwortet werden konnten – hier unterstützten die Projektmitarbeitenden in der Moderation und Beantwortung von Fragen.
- Ein FAQ wurde erarbeitet und bereitgestellt.
- Im persönlichen Dialog wurden Kundenworkshops zu spezifischen Themen (Homee-Programme, Geräteinsatz, etc.) durchgeführt.
- Daneben standen die Mitarbeiter im Servicecenter auch für die persönliche Beratung während der Öffnungszeiten zur Verfügung.
- Im wöchentlichen Jour Fix wurde Raum für den internen Austausch und Best-Practices bei kritischen Kundengesprächen gegeben.

AS 3.3 Service- und Störungsbeseitigung/ SC / Hotline

Gerechnet wurde mit Störungen auf verschiedensten Ebenen. Hier sollte es einen direkten Ansprechpartner für die Kunden geben um Störungen zu melden.

Erarbeitet wurde ein Entstörungsprozess, der mit der Aufnahme der Störung durch eine*n Mitarbeiter*in im Kundenservice beginnt. Diese waren über die – den Kunden vertrauten – Kommunikationswege des Kundenservice der *Stadtwerke Norderstedt* (Hotline, Service-Mail, Forum) erreichbar. Die Störungen wurden daraufhin eingegrenzt, bewertet und die weitere Prozesskette der Entstörung wurde gestartet. Sobald ein Entstörungsauftrag gestartet wurde, wurde das Störungsticket durch ein Workflowsystem an die jeweiligen Entstörungsabteilungen weitergeleitet und letztendlich lokal/softwareseitig oder über AS 3.4 (Service- und Störungsbeseitigung vor Ort) bei den Kunden vor Ort beseitigt.

Insgesamt gab es ca. 350 Entstörungsmaßnahmen über den Zeitraum von 2,33 Jahren.

Die überwiegende „Störungsart“ war (>70 %), dass Kunden ihre Zugangsdaten zum *homee* vergessen hatten, mit dem die Steckdosen verwaltet wurden. Vorbeugend erhielt jeder Kunde einen Brief mit genau diesen Zugangsdaten (vor Ort durch den Techniker ausgefüllt), der verloren gegangen ist. Aus Datenschutzgründen hatte die *Stadtwerke Norderstedt* zu keinem Zeitpunkt Kenntnisse über die Zugangsdaten bei Kunden und konnten diese daher nicht rekonstruieren.

Ungefähr 29 % der Störungen konnten telefonisch mit Kunden gelöst werden (*Fritzbox* nicht erreichbar, WLAN ausgefallen oder ausgestellt durch „Nachtsparmodus“, etc.)

Bei weniger als 1 % aller Störungen war der *homee* tatsächlich defekt und musste ausgetauscht werden.

AS 3.4 Service- und Störungsbeseitigung vor Ort

Das letzte Glied in der Entstörungskette war die Problembehebung vor Ort. Die Entstörung beim Kunden wurde durch die Fachspezialisten eines Dienstleisters (*MeterPan*) durchgeführt.

Häufigster Grund für eine Störungsbeseitigung vor Ort war die fehlerhafte, manuelle Neu-Einrichtung des *Homee-Cubes* durch den Kunden. Dadurch ging die Anbindung des Testkunden an die Tarifmaschine der *Stadtwerke Norderstedt* verloren.

AS 3.5 Clearing mit vorangehenden Informationsgebern

Die Lastschaltung beim Stromverbraucher wurde durch Netzsituationen im vorgelagerten Netz ausgelöst und über eine Übertragungsstrecke mit verschiedensten Schnittstellen zum Stromverbraucher übertragen. Ein Beispiel für einen Fehler an dieser Stelle ist eine Lastauslösung durch ein Schaltsignal, welches die Technik beim Kunden zwar

erreicht, aber nicht bei der rabattierten Abrechnung berücksichtigt wurde. Ein anderes Beispiel stellen nicht erklärbare Fehlmessungen an den schaltbaren Steckdosen dar: Hier prüften Mitarbeitende der *Stadtwerke Norderstedt* den Sachverhalt insbesondere bei unkonventionellen Leistungsspitzen (>3 kW).

Mithilfe der Verifikationssoftware konnten die Kunden solche Probleme selbst erkennen und sich an die Stadtwerke wenden. Zunächst war dies mithilfe der Spar-Watt-App möglich, seit April 2020 auch mithilfe der durch die *MeterPan* entwickelten Smart-Meter-Cockpit-App. Der Störungsursache wurde nachgegangen und nach Bedarf im Clearingverfahren mit der vorgelagerten Prozesskette geklärt. Bei fehlerhaften Abrechnungen wurde eine Neuberechnung vorgenommen oder eine Kulanzregelung im Einvernehmen getroffen.

AS 3.6 Prüfstelle/ Befundprüfung

Die gestellte These, dass Kunden immer sensibler auf mögliche Inkonsistenzen in Ihrer Verbrauchsabrechnung reagieren, kann aus den Erfahrungen seit Beginn des Projektes ganz klar bestätigt werden. Kunden werden immer preissensibler und informieren sich mit Hilfe der digitalen Medien über die Ursachen von Abweichungen zu ihren historischen Abrechnungen. Hier wird sehr häufig und vorschnell durch diverse Forencommunitys der Rat erteilt, dass die Verbrauchsmessung nicht stimmen kann. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass der Elektrizitätszähler von den Eichbehörden oder einer staatlich anerkannten Prüfstelle (in Schleswig-Holstein ist dies u. a. die Prüfstelle *ENO4* bei den *Stadtwerken Norderstedt*), anhand einer Befundprüfung, auf seine Messrichtigkeit überprüft werden muss.

Es wird leider hier häufig die Ursachenforschung für einen erhöhten Stromverbrauch außer Acht gelassen. Viele Kunden denken, dass durch den Austausch alter Leuchtmittel gegen z.B. LED-Leuchtmittel der Stromverbrauch signifikant sinken müsste. Dies ist aber nur selten der Fall, denn parallel werden im Rahmen der Digitalisierung und der Komforterrhöhung des Privathaushaltes immer mehr elektronische Geräte angeschafft, welche wiederum den Stromverbrauch erhöhen.

Die Hauptarbeit der Mitarbeiter der staatlich anerkannten Prüfstelle *ENO4* lag im Rahmen des NEW-4.0-Projektes somit hauptsächlich in der Kundeberatung. Alle Kundenanfragen, die nicht im First Level Support geklärt werden konnten, wurden von den Mitarbeitern der staatlich anerkannten Prüfstelle geklärt.

Es wurde vermutet, dass durch die Verwendung von Schaltsteckdosen eine Intransparenz bei der Verbrauchsabrechnung hätte auftreten müssen. Dies ist tatsächlich nicht der Fall gewesen. Es gab zwar Fragen zu der Verbrauchsabrechnung, diese waren aber nicht auffallend hoch.

AS 3.7 Stichprobenprüfung und Verifikation

Die gestellte These, "durch den Paradigmenwechsel von elektromechanischen Zählern (Ferraris-Zähler) zu den elektronischen Zählern ist die Ausfallrate der Zähler gestiegen", kann grundsätzlich über den gesamten Zählerbestand der Stadtwerke Norderstedt bestätigt werden. Der Umstieg von mechanischen Zählern zu elektronischen Zählern führte zu einem Anstieg verschiedenster Fehler. Die Durchführung von Annahmeprüfungen bei den eingesetzten Elektrizitätszählern, konnte im Projekt verhindern, dass im Regelbetrieb Elektrizitätszähler falsch messen oder ein sonstiger Defekt aufgetreten ist. Hier ist bei über 1.000 Kunden kein Ausfall eines Zählers zu beklagen gewesen. Der parallele Einsatz eines Monitoringsystems konnte dies im Wirkbetrieb bestätigen. Eine Anomalie eines Elektrizitätsfehlers hätte sofort festgestellt werden können.

Die Aufgabe der Mitarbeiter der Prüfstelle lag in der Annahmeprüfung und des Aufbaus sowie Betriebs eines Dauermonitorings der im Projekt eingesetzten Elektrizitätszähler.

AS 3.8 Monitoring und Analyse von Gebrauchsgewohnheiten

Im Projektverlauf wurden Verbrauchsgewohnheiten von Stromkunden gemonitort und analysiert, um daraus Rückschlüsse für die Erstellung von Tarifen, Netzstabilität und Schalthandlungen zu erlangen.

Festgestellt wurde zum einen, dass zahlreiche Testkunden für spezifische Verbrauchsgeräte eine kürzere garantierte Schaltdauer pro Tag mit einem höheren Rabatt bevorzugen (5 ct./kWh), als eine garantierte, längere Schaltdauer pro Tag, die weitaus geringer rabattiert wurde (15 ct./kWh). Dies zeigen die Entwicklungen der Anzahl *Homees* in den jeweiligen Tarifen. Lediglich 1,6 % aller *homee*-Steckdosen wurden in den 3h-Garantietariftarif mit 15 ct./kWh eingebucht und das obwohl dieser Tarif von den Kunden selbst mitentwickelt wurde und dieser Tarif jederzeit über die App hätte geändert werden können.

Eine zeitweise Netzüberlastung aufgrund der kollektiven, zeitgleichen Inanspruchnahme der rabattierten Stromverfügbarkeit wurde nicht beobachtet. Dies ist insbesondere auf die zumeist geringen Leistungen der angeschlossenen Verbraucher zurückzuführen. Bei einem Elektromobilitätstarif wird dieser Aspekt jedoch durch ein zwischengeschaltetes Energiemanagementsystem berücksichtigt.

Hinsichtlich der Wirksamkeit des Tarifs bzgl. der Laststeuerung zeigen sich erwartbare, saisonale Effekte, jedoch keine "Müdigkeitserscheinungen", die aus der mittelfristigen Nutzung der Schaltsteckdosen resultieren würden (s. AS 0.2). Dies lässt sich auf die überwiegend automatisierte Nutzung und Schaltung von Verbrauchsgeräten zurückführen. Diese Beobachtung lässt sich auch nach Projektabschluss und einer Betrachtungsdauer von zwei Jahren bestätigen.

Ebenfalls erst nach Abschluss des Projekts konnten belastbare Aussagen dazu getroffen werden, ob sich aufgrund des rabattierten Stromangebots, eine erhöhte Stromnachfrage bei den Kunden ergeben hat (Rebound-Effekte). Unschärfen hinsichtlich der Unkenntnis der SWN über zwischenzeitliche Veränderung stromführender Geräte oder sich verändernder Lebensumstände (Nachwuchs oder Auszug von Kindern, technische Aufrüstung, etc.) bei den Testhaushalten mussten dabei berücksichtigt werden. Kleinere Erhöhungen im Verbrauch bei einzelnen Kunden war auf ein neu gekauftes und an eine Außensteckdose (Dect 210) angeschlossenes Elektroauto zurückzuführen.

AS 3.9 Operative Marktdatenkommunikation

In diesem Arbeitsschritt wurde die operative Marktdatenkommunikation realisiert. Es existierte eine enge Verzahnung mit AS 3.15 Messdienstleistung, für welche der externe Dienstleister zuständig war.

In AS 2.1 wurde bereits auf die notwendigen Anpassungen, aufgrund der zwischenzeitlich eingeführten *MaKo 2020* hingewiesen.

AS 3.10 Messstellenbetrieb administrativ

Die administrative Steuerung des Messstellenbetriebes ist die originäre Aufgabe des grundzuständigen Messstellenbetreibers. Diese Aufgabe wurde durch Mitarbeiter der Stadtwerke Norderstedt übernommen. Hier wurde u. a. auf das monatliche Reporting (siehe hierzu AS 3.14) zurückgegriffen.

AS 3.11 Messstellenbetrieb operativ

Der operative Messstellenbetrieb wurde durch die Fachspezialisten des Dienstleisters (*MeterPan*) übernommen. Dafür war eine enge Abstimmung mit dem administrativen Messstellenbetreiber (*Stadtwerken Norderstedt*) (siehe AS 3.10) notwendig. Hier wurde u. a. auf das monatliche Reporting (siehe hierzu AS 3.14) zurückgegriffen.

AS 3.12 Abrechnung und Onlinebereitstellung

In diesem Arbeitsschritt sollte dem Kunden eine monatliche Stromabrechnung in einem Online-Portal zur Verfügung gestellt werden.

Das Online-Portal wurde im AS 2.10 (Entwicklung Onlineportal Visualisierung Verbräuche Online, Mobile, Offline) entwickelt. Die Abrechnung konnte der Kunde mit der Verifikationssoftware aus AS 2.4 (Entwicklung Verifikationssoftware) auf Richtigkeit prüfen.

AS 3.13 Implementierung / Betrieb Monitoring aller Relevanter Kennzahlen

Nach den anfänglichen Ansätzen eines abgesetzten Reportingsystems, wurde ein integrierter Ansatz gewählt. Alle dynamischen Auswertungen können direkt auf den Live-Datenbestand der Tarifmaschine ausgeführt werden. Somit ist jederzeit der Gesamtzustand im Feld ersichtlich und es lassen sich ad hoc die relevanten Kennzahlen ermitteln. Das Reporting wurde somit zu einem integralen Bestandteil der Tarifmaschine.

AS 3.14 Monatliches Reporting Feldüberwachung

Im monatlichen Rhythmus werden die aktuellen Erkenntnisse der Feldüberwachung besprochen, um die weitere Entwicklung der Tarifmaschine, der App, der Abrechnung sowie auch der Kundenkommunikation darauf abzustimmen und entsprechende Rückschlüsse zu ziehen. Das monatliche Reporting ist die Grundlage für den im Projekt etablierten kontinuierlichen Verbesserungsprozess.

AS 3.15 Messdienstleistung

Die Messdienstleistung entspricht den Aufgaben der ehemaligen Marktrolle „Messdienstleister“. Es wird Sorge getragen, dass die Messwerte der verbauten Messsysteme zur richtigen Zeit, am richtigen Ort, in der richtigen Qualität zu Verfügung gestellt werden. Um die Kontinuität zu gewährleisten, wird für die Feldüberwachung die Verfügbarkeit sichergestellt.

Aus dem Backend-System für die Messsysteme werden die Messwerte an die Tarifmaschine übergeben, welche die Daten mit den Messwerten der verwendeten Smart-Home-Zwischenstecker kombiniert. Die Daten werden konsolidiert als Abrechnungsdatei an das Wilken Ener:gy weitergegeben und gemeinsam in der App visualisiert. (siehe hierzu auch „AS 2.8 Schnittstellenentwicklung Datenübermittlung an Abrechnungssystem“ sowie „AS 2.10 Entwicklung Onlineportal Visualisierung Verbräuche Online, Mobile, Offline“)

AS 3.16 Feldüberwachung

Die Feldüberwachung gliedert sich in zwei thematische Schwerpunkte:

1. Die Überwachung der Messsysteme im Feld und
2. Die Überwachung der Smart-Home Systeme als „Gateway“ zum Kunden

Bei der Überwachung der Messsysteme im Feld wird kontinuierlich die Verfügbarkeit der Messsysteme im Feld überwacht. Sind Geräte nicht erreichbar, wird nach drei Tagen der Entstörungsdienst informiert. In der Zwischenzeit speichern die Messsysteme die Messwerte lokal.

Analog verhält sich die Feldüberwachung der Smart-Home Systeme. In der Tarifmaschine findet ein kontinuierliches Monitoring der Erreichbarkeit der Geräte statt. Ebenso werden die einzelnen Schaltzustände und die Erreichbarkeit der Steckdosen geloggt. Sind die Smart-Home Systeme über einen längeren Zeitraum nicht verfügbar, werden entsprechende Maßnahmen eingeleitet.

AS 3.17 Betrieb Kundenportal

Die Endverbraucher sollten aktiv ihren Stromverbrauch einsehen können und hieraus Optimierungsmaßnahmen durchführen sowie ihre Kundendaten verwalten können.

Den Kunden wurde hierfür ein Kundenportal in Form einer Smartphone-App zur Verfügung gestellt. Das Portal wurde in AS 2.10 (Entwicklung Onlineportal Visualisierung Verbräuche Online, Mobile, Offline) entwickelt und über die Projektlaufzeit durch einen Dienstleister (*MeterPan*) betrieben. Die benötigten Zählerdaten wurden dort in einem zentralen Datenbanksystem („Messplattform“) verwaltet. Der Betrieb der Messplattform wird über AS 3.18 (Betrieb Messplattform) abgebildet.

AS 3.18 Betrieb Messplattform

Hier wurden die Daten aus anderen Systemen wie z. B. dem Kundenportal (siehe AS 3.17) oder der Messdienstleistung (siehe AS 3.15) zur Verfügung gestellt. Die Messplattform stellte darüber hinaus die notwendigen Treiber für die Konnektivität mit den jeweiligen Messsystemen bereit.

AS 3.19 Smart Meter Gateway Administration

Geplant war es, die nach dem neuen BSI-Standard ausgeführten Messsysteme der Administration durch einen zertifizierten Gateway Administrator zu überlassen.

Da dieser BSI-Standard nicht rechtzeitig vorlag, musste auf BSI-zertifizierte Messsysteme verzichtet werden. Dies wiederum führte zu einer anders gelagerten Rolle des dafür vorgesehenen zertifizierten Smart-Meter-Gateway-Administrators (SMGWA). Der SMGWA verwaltet regulär die Gateways und vergibt Zugriffsberechtigungen, sendet nach Bedarf neue Tarife an die Gateways oder führt notwendige Softwareupdates durch. Diese Funktion muss gem. Messstellenbetriebsgesetz (MSBG) durch einen zertifizierten Gateway Administrator durchgeführt werden. Die Vorhaltung der Technik, Software, Rechenzentrum und die Zertifizierung ist für mittlere und kleine Stadtwerke wirtschaftlich nicht eigenständig zu erbringen und wird deshalb extern vergeben.

Diese und weitere Aufgaben, die auch bei nicht BSI-zertifizierten Messsystemen teilweise erbracht werden müssen, übernahm der Messdienstleister der Stadtwerke Norderstedt.

Im Rahmen des Projektes wurden folgenden Themenfelder im Zusammenhang mit dem Smart-Meter-Gateway und der Smart-Meter-Gateway-Administration evaluiert.

- Wie kann die Kommunikation des Smart-Meter-Gateways in die Glasfaser Infrastruktur der Stadtwerke eingebunden werden?
- Welchen Beschränkungen unterliegt man im Vergleich zu bestehenden Feldtechnik?
- Welche Mehrwerte bieten sich über die neue Infrastruktur?
- Ist der CLS Kanal für die Anbindung der Smarten Steuerungstechnik geeignet und wie kann dieser eingebunden werden?
- Welche weiteren Steuerungsmöglichkeiten bestehen über den CLS Kanal?

Zu allen Themenpunkten wurden umfangreiche Versuche durchgeführt. Die Nutzung des CLS Kanals im weiteren Verlauf dieses Projektes scheiterte an der Kompatibilität der verwendeten Smart-Home-Technik: Mit dem mittlerweile verfügbaren Gerät der Firma *MTG AG* war zum Zeitpunkt der Untersuchungen lediglich ein CLS-fähiges Smart-Home-System vorhanden, das über den CLS Kanal angesprochen werden kann, welches bislang aber noch nicht marktreif angeboten wird. Daher wurde ein eigener Prototyp eines CLS-Devices entwickelt aus dem sich wiederum zahlreiche Problemstellungen ergaben (z. B. fehlende Möglichkeiten der Inhouse-Kommunikation, wenn SMGW im Keller verbaut ist), sodass auf weitere Produktentwicklungsmaßnahmen zunächst verzichtet wurde.

Tests mit den zertifizierten Smart-Meter-Gateways sind erst seit wenigen Monaten möglich (Stand: Feb. 2021), da zunächst keine Zertifizierung und später keine zeitnahe Auslieferung der bestellten Gateways durch die Hersteller erfolgte. Die bisher erhaltenen Geräte konnten noch nicht verbaut werden, sodass nur unter „Laborbedingungen“ getestet wurde und sich noch keine verlässlichen Aussagen für die Praxis ableiten lassen. Auch hieraus wird noch einmal deutlich, wie wichtig und richtig die Projektentscheidung war, ab 2018 auf einen Smart-Home-Lösungsansatz mit *homees* zu setzen und nicht auf das BSI oder Hersteller zu warten.

Die Beschaffung der Messsysteme erfolgte in AS 4.1.

4 Ausstattung

AS 4.1 Beschaffung intelligenter Messsysteme und Smart Home System

Die Messsysteme zum Datensammeln sowie Smart-Home-Systeme zum Schalten sind die Basis für das Teilprojekt „disponible Haushaltskunden“. Die Beschaffung der Systeme sollte nach Möglichkeit mit der Expertise des externen Dienstleisters korrespondieren, damit eine homogene Entwicklung, beispielsweise des Smart-Home-Systems in AS 2.9 (Entwicklung Smart Home System zur logischen Lastkreissteuerung) auf der zu beschaffenden Hardware aufsetzen kann.

Nach umfangreichen Recherchen und Gesprächen mit Herstellern fiel die Entscheidung hinsichtlich intelligenter Messsysteme für die bestehenden Smart-Meter im Versorgungsgebiet der *Stadtwerke Norderstedt*. Diese wurden beschafft, einer vorgeschriebenen Eichkonformitätsprüfung unterzogen und letztlich in den Testhaushalten ohne bisherige Smart-Meter-Ausstattung verbaut.

Hinsichtlich des Smart-Home-Systems fiel die Entscheidung für *homee* mit dem Erweiterungssatz um das Z-Wave-Protokoll aus. Schaltbare Steckdosen wurden von *AVM* und *Fibaro* beschafft und an Testhaushalte ausgegeben.

AS 4.2 Materialien Kundensupport

Für den Kundensupport in AS 3.2 (Informationen/ Kundenberatung/ Vor Ort, Servicecenter) sollten verschiedenste Materialien erstellt werden, um die Kunden über Technik, den Sinn des Projektes oder die Benutzung des Kundenportals zu informieren.

Hierfür wurden folgende Maßnahmen umgesetzt:

- Infolyer erstellt
- Informationsabende durchgeführt
- Kundenworkshops durchgeführt
- Informationsroboter „Pepper“ auf Messen eingesetzt
- Portable Informationswand mit TouchScreen (gespiegelt von HAW)
- NEW 4.0 Diskussionsforum angelegt
- Website-Infobereich errichtet
- Infovideo erstellt
- Videoanleitungen bereitgestellt
- Schritt-für-Schritt Anleitungen erstellt
- Teilnahme- und Datenschutzerklärung erstellt
- FAQs erstellt

AS 4.3 Montage Messsysteme inkl. NE4

Die Montage und Parametrierung der Messsysteme musste durch Fachspezialisten durchgeführt werden. Da bei der Montage u. a. Eingriffe in die Hauselektrik des Kunden notwendig waren – und dies den Stadtwerken grundsätzlich untersagt ist – erfolgten die Arbeiten über den externen Dienstleister (*MeterPan*). Die Zuständigkeit der Stadtwerke endete am Hausanschluss des Kunden, nicht jedoch die Koordination der Dienstleister gem. eines kundenorientierten Service.

AS 4.4 Montage Smart Home

Aus den identischen Gründen wie in AS 4.3 erfolgte die Montage und Parametrierung der Smart-Home-Systeme ebenfalls durch den Fachspezialisten (*MeterPan*). Für die weitere Anwendung des *Homee* sowie der jeweiligen Schaltsteckdosen gab der Dienstleister den Testhaushalten noch eine kurze Einführung sowie wichtige Informationen zum Umgang mit den Smart-Home-Systemen per Ausdruck zur Hand.

AS 4.5 Konnektivität

Die Konnektivität der Messsysteme war eine der elementaren Voraussetzungen für das Projekt. Das Glasfasernetz der *wilhelm.tel* war in Norderstedt und Umgebung (HH / SH) flächendeckend bis in die Häuser – Fiber to the Home (FTTH) – verbaut. Über dieses Netz konnten Daten nahezu in Echtzeit und in großer Bandbreite übertragen werden.

Die Kundenanschlüsse der *wilhelm.tel* wurden für das Projekt über einen eigenen Anschlussport am Medienkonverter genutzt. Es wurde ein komplett autarkes Netz für die Datenübertragung aufgebaut. Dies stellte einen sehr hohen Sicherheitsanspruch hinsichtlich des Datenschutzes und der Datensicherheit dar. Es wurden somit keine Daten oder Schalthandlungen vom Kunden bis zum Backendsystem über das World Wide Web versendet. Einzig die *Homees* sind über eine verschlüsselte Internetverbindung angebunden (durch eindeutige MAC-Adresse, Benutzernamen und kundenseitig vergebenes Passwort geschützt).

5 Begleitende Analyse

AS 5.1 Maßnahmenkatalog für die Tarifierstellung auf Grundlage der Projektergebnisse

Die Entwicklung von Tarifen für die Projektlaufzeit wurde in AS 2.2 (Entwicklung Tarifmaschine) abgebildet. Der Arbeitsschritt „Maßnahmenkatalog“ sollte daran anknüpfend die Ergebnisse der Projektphasen aufzunehmen. Es sollte ein Maßnahmenkatalog in Form eines Leitfadens erstellt werden. Dieser Leitfaden soll der Energiewirtschaft als Vorlage zur eigenständigen Entwicklung dynamischer Tarife dienen. Ein Ziel war es darzustellen, wie zukünftig dynamische Tarife „standardisiert“ entwickelt werden können, ohne umfangreiche Forschung betreiben zu müssen. Die Ergebnisse werden auch im AS 5.4 (Dokumentation der Ziele und Ergebnisse) dokumentiert.

Im Hinblick auf die rechtlichen Aspekte wurde im Laufe des Projektes eine rechtliche Beratung durch die renommierte Kanzlei *BBH* in Anspruch genommen. Dabei wurden wichtige Fragen hinsichtlich der Übertragbarkeit der Forschungsergebnisse in die Zukunft gestellt und beantwortet. Ein Kernergebnis der Beratung war, dass sämtliche Messwerte, die als Bemessungsgrundlage in die Abrechnung des Kunden einfließen, anhand von geeichten Geräten gemessen werden müssen. Somit scheidet die Tarifierung über Messwerte der (nicht-geeichten) Smart-Home-Steckdosen aus und es muss zur Abrechnung der vollständige Lastgang der (geeichten) Smart-Meter zugrunde gelegt werden. Nichtsdestotrotz können Schaltimpulse über schaltbare Steckdosen zur Unterstützung der Einspareffekte beim Kunden und der Netzentlastung der *Stadtwerke Norderstedt* vorgenommen werden. Darüber hinaus müssen alle zur Abrechnung herangezogenen Werte dem Kunden transparent dargestellt werden können – da hierfür allein das Bereitstellen der Messdaten in einer App nicht ausreichend ist, wären katalogähnliche Listen für jeden Kunden vorzuhalten und für die Abrechnung bereitzustellen. Weitere Details werden im Ergebnisbericht der Kanzlei *BBH* als Anlage zu diesem Bericht beigelegt.

Im Rahmen des NEW-4.0-Teilvorhabens wurde ein umfangreiches Excel-Tool als Potenzial- und Bedarfsanalysetool für Energieversorger entwickelt, welches bei der erstmaligen Einführung eines dynamischen Stromtarifs unterstützen soll – dieses wurde im Rahmen einer Masterthesis (Rene Beele, M.Sc. „Management i. d. Energiewirtschaft“) entwickelt und soll der Energiewirtschaft anschließend zur Verfügung gestellt werden (Abbildung 16).

Ein beispielhafter Projektstrukturplan (Abbildung 17) sowie ein exemplarischer Projektzeitplan (Abbildung 18) wurde ebenfalls auf Basis der gemachten Erfahrungen erstellt – hierfür wurden Experteninterviews mit den beteiligten Projektakteuren geführt. Beide Dokumente greifen ineinander und harmonisieren ebenfalls mit dem o. g. Excel-Tool. Hierin sind alle wesentlichen Schritte zur Einführung eines dynamischen Stromtarifs enthalten.

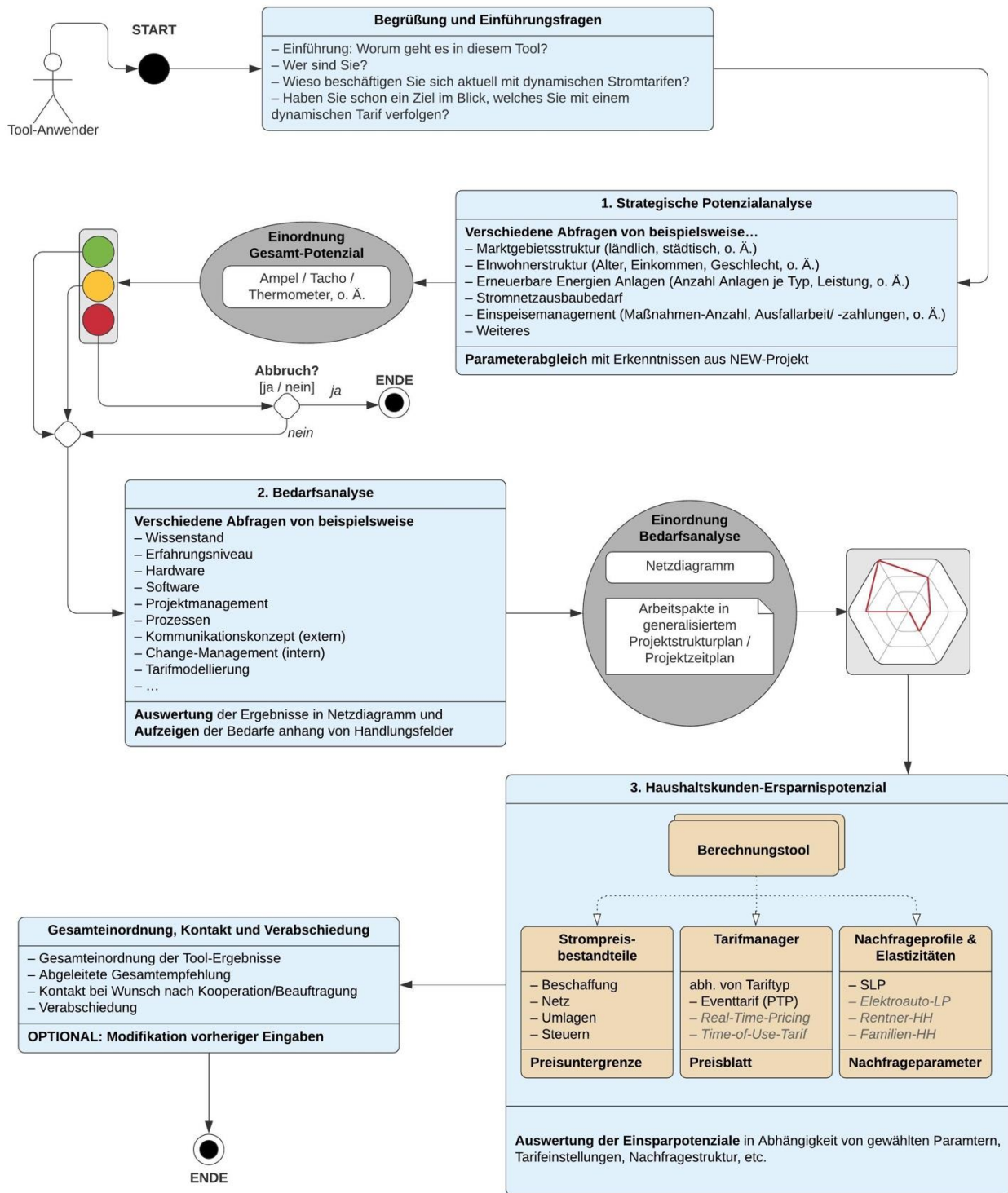


ABBILDUNG 16: ARCHITECTURSCHAUBILD DES EXCELBASIEREN POTENZIAL- UND BEDARFSANALYSETOOLS FÜR ENERGIEVERSORGER

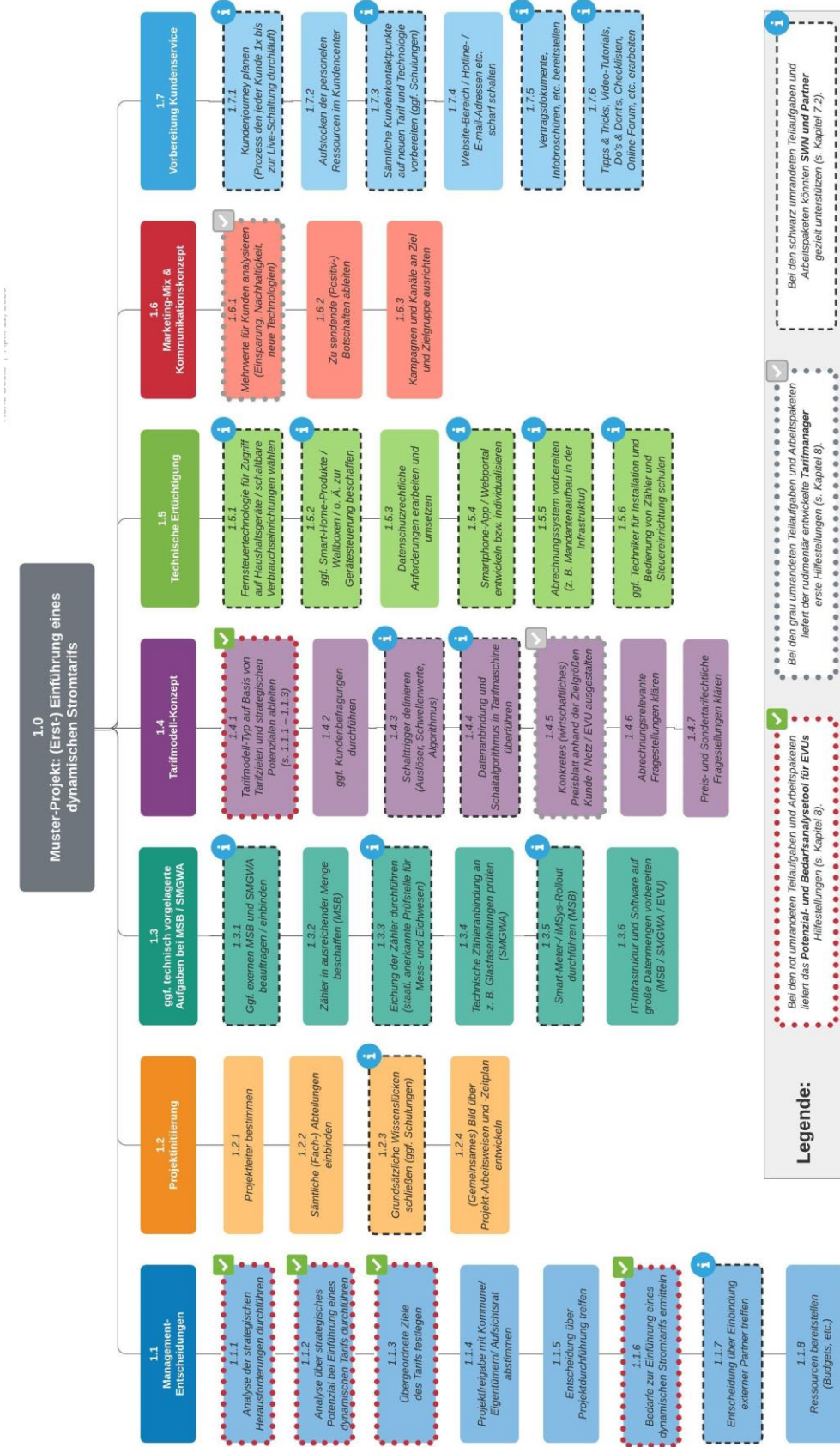


ABBILDUNG 17: BEISPIELHAFTER PROJEKTSTRUKTURPLAN

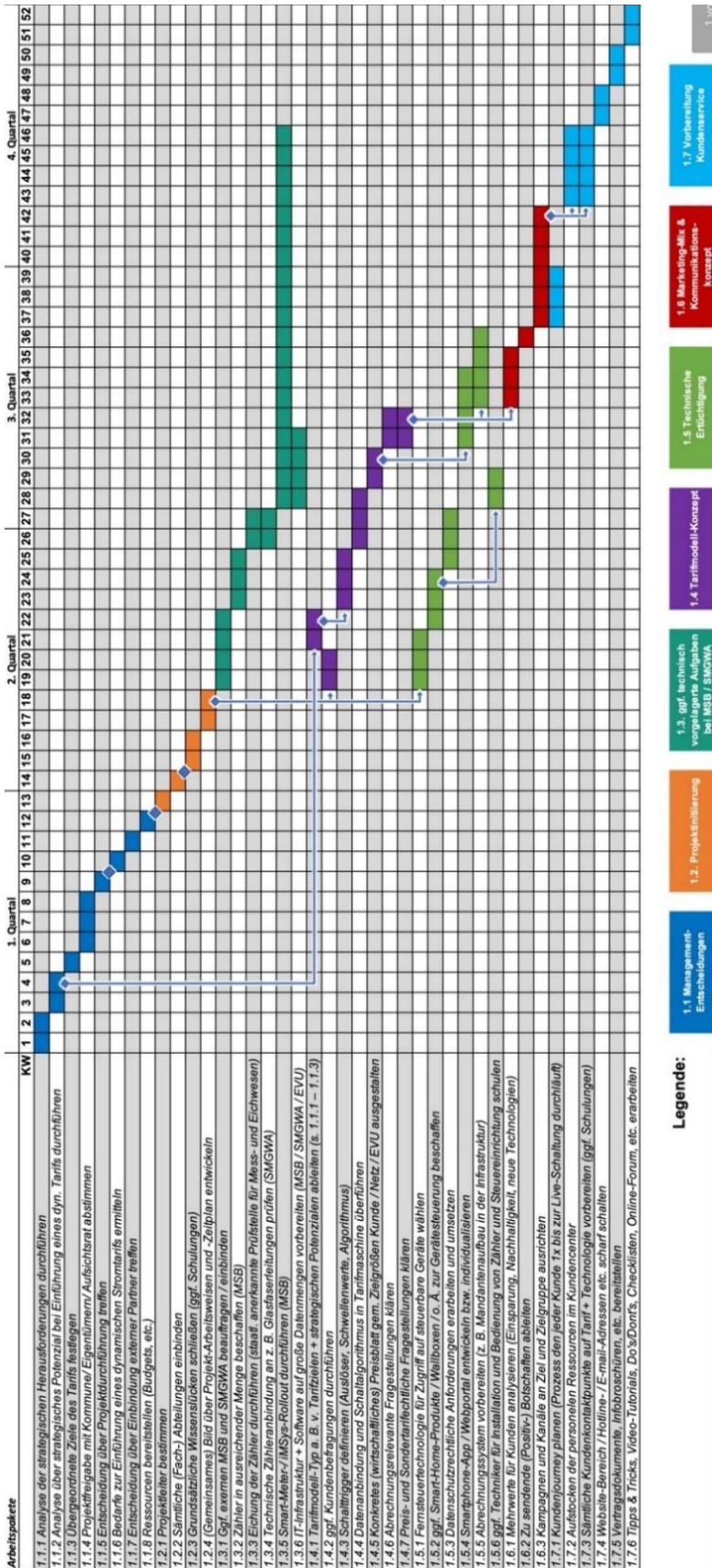


ABBILDUNG 18: EXEMPLARISCHER PROJEKTZEITPLAN

AS 5.2 Auswertungskonzept für Tarif- und Messdaten und gewonnene Lastverläufe

Von den *Stadtwerken Norderstedt* sollte ein Tarif als Anreiz zur externen Steuerung entwickelt und im Rahmen des Projekts in mehreren Testphasen erprobt und ausgewertet werden. Dies ermöglichte es, sowohl die theoretisch ermittelten Abschaltpotenziale zu verifizieren als auch die Akzeptanz der Kunden zu analysieren. Während dieser Testphasen wurden von den *Stadtwerken Norderstedt* kontinuierlich Messdaten erhoben, welche einerseits die durchgeführten Schalthandlungen abbildeten, andererseits auch den zeitaufgelösten Verbrauch der teilnehmenden Haushalte.

Diese Daten werden von dem Auftragnehmer am Ende des Forschungsprojekts ausgewertet, um den Erfolg des entwickelten Tarifmodells, ggf. in verschiedenen Varianten, zu bewerten. Die Auswertung umfasst dabei hauptsächlich folgende Kernfragen:

- Wird das Modell der externen Schaltung vom Kunden angenommen?
- Werden durch die vermiedene Abregelung Kosten reduziert?

Zur Beantwortung der ersten Frage ist eine Methodik zur Erkennung von Verhaltensänderungen der Kunden zu entwickeln. Dabei ist zu unterscheiden, ob ein Gerät zu-/abgeschaltet wurde, weil es an der entsprechend schaltbaren Steckdose betrieben wird, oder ob der Kunde sich ohnehin genauso verhalten hätte. In letzterem Fall ist also keine Veränderung durch die externe Steuerung zu erreichen und dementsprechend auch keine Kostenreduktion festzustellen. Hierfür wird ein Modell erarbeitet, welches das Verhalten eines Kunden aufgrund dessen historischer Verbrauchsmuster prognostiziert und darauf basierend Abweichungen feststellt, welche dann durch Abgleich mit den aufgezeichneten Schaltbefehlen der externen Steuerung zugeordnet werden können.

Die erwähnte Kostenreduktion wiederum ergibt sich aus der vermiedenen Abregelung, welche aufgrund von Lasterhöhung durch Zuschaltung in Zeiten mit hoher erneuerbarer Einspeisung möglich wird. Die dabei eingesparten Kosten werden den entgangenen Einnahmen durch den niedrigeren Strompreis gegenübergestellt und so bewertet, ob das Modell insgesamt profitabel betrieben werden kann. Werden im Verlauf der Testphasen verschiedene Strompreise angewandt, kann hier auch der Effekt des Strompreisniveaus einerseits auf die Akzeptanz und andererseits auf die Profitabilität analysiert werden.

Zur Entwicklung der notwendigen Berechnungs- und Auswertungsmodelle wird nach etwa 2–3 Monaten Laufzeit der Testphase von den *Stadtwerken Norderstedt* ein Testdatensatz im finalen Format an den Auftragnehmer übergeben. Die tatsächliche Auswertung der gesamten Testphase(n) erfolgt etwa 4 Monate vor Projektende. Die Auswertung umfasst diese Ergebnisse, darüber hinaus eventuelle zusätzliche Erkenntnisse der *Stadtwerke Norderstedt* aus der Testphase. Zur Darstellung der Akzeptanz wird zusätzlich von dem Auftragnehmer ein Fragebogen entwickelt, der von den *Stadtwerken Norderstedt* unter den teilnehmenden Kunden verteilt wird. Außerdem wird eine Einordnung des Tarifkonzepts in den zum Zeitpunkt der Leitfadenerstellung gültigen rechtlich-regulatorischen Rahmen vorgenommen.

AS 5.3 Sozialwissenschaftliche Studie und Akzeptanzanalyse

Im Rahmen einer für die *Stadtwerke Norderstedt* angefertigten Sozialstudie aus dem Jahr 2014 wurden anhand von psychografischen und verhaltensspezifischen Merkmalen vier Haushaltstypen identifiziert. In einer aktuellen Untersuchung aus dem Jahr 2018 (Auswertung und Ergebnispräsentation im Jahr 2019) durch die Agentur *e-fect dialog evaluation consulting eG* wurden die Testhaushalte am NEW 4.0-Forschungsprojekt diesen vier gebildeten Clustern zugeordnet. Die Ergebnispräsentation wird als Anlage zu diesem Bericht beigefügt.

Es ergaben sich folgende Haushaltstypen mit diesen Anteilen am Projekt:

TABELLE 1: HAUSHALTSTYPEN-CLUSTER IN NORDERSTEDT

Typ	Bezeichnung	Beschreibung	Anteil SWN-Testkunden
1	Die Zurückhaltenden	„Nehmen sich eher zurück“	26 %
2	Die Etablierten	„Gut situiert; wenig aufgeschlossen für Neues“	0%
3	Die Engagierten	„Engagiert im Umweltbereich und in der Freizeit bei geringem Budget“	4%
4	Die Umweltinnovatoren	„Eher Wohlhabende, umweltbewusste, investitionsbereite Innovatoren“	70 %

Auffallend waren etwa die unterschiedlichen Variablenausprägungen auf die Fragen nach dem selbstberichteten Wissen über die Energiewende sowie nach dem Umwelthandeln in Bezug auf das eigene Investitionsverhalten (Abbildung 19).

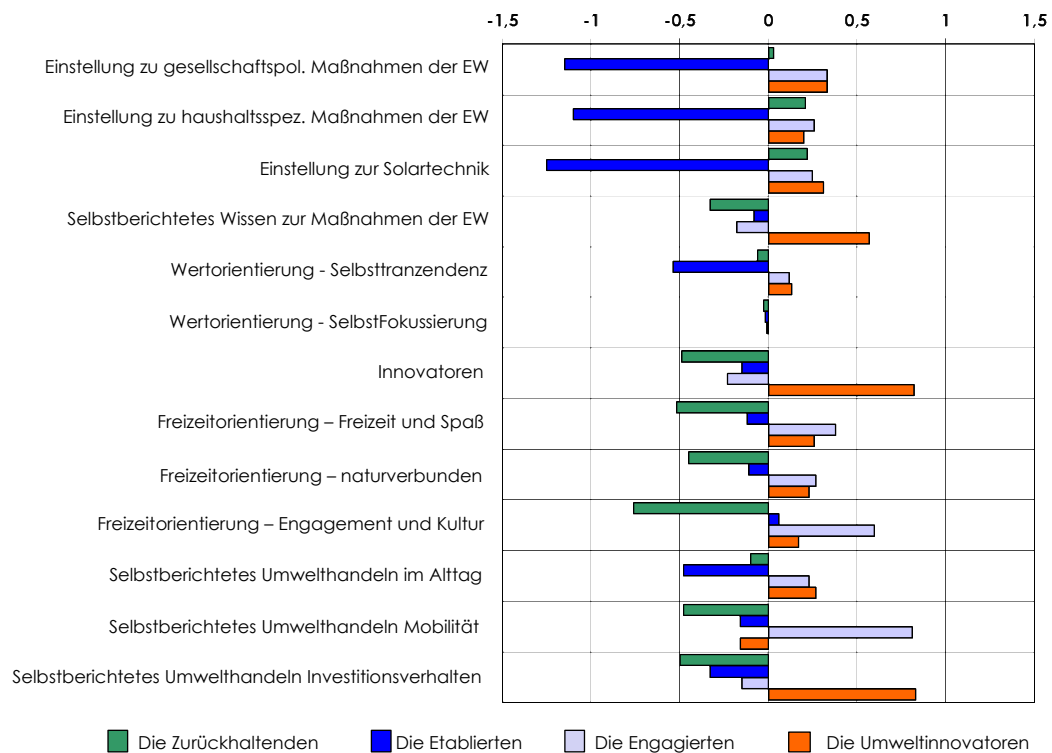


ABBILDUNG 19: VERGLEICH DER HAUSHALTSTYPEN IN NORDERSTEDT

Hier antwortete die Gruppe der Innovatoren (orangene Balken), die tendenziell auf ein höheres Netto-Einkommen zurückgreifen kann, mit deutlich höheren Variablenausprägungen als die anderen Typen. Daraus kann die Annahme abgeleitet werden, dass Haushalte mit eigenem Umwelt-Investitionsverhalten anfangs erheblich empfänglicher für dynamische Tarifangebote sind als andere Gruppen. Dies bestätigt auch der Blick auf die Antworten zu den Fragen über das eigene Wissen hinsichtlich flexibler Laststeuerung oder die Nutzungs-/ Kaufbereitschaft für ein Elektroauto.

Die Gruppe der Zurückhaltenden (grüne Balken; insgesamt 24 % der Testhaushalte) verfügt zwar ebenfalls über ein tendenziell höheres Einkommen, weist jedoch von allen Typen die geringsten Ausprägungen im Bereich Umwelt-Investitionen auf.

Daneben wurden u. a. auch Fragen zur Demographie gestellt. Dabei fiel das vergleichsweise hohe Alter derjenigen Personen auf, die an der Umfrage teilgenommen hatten (N=333). Die Repräsentativität der Umfrage – mit gewissen

Einschränkungen darf angenommen werden, da zum Zeitpunkt der Umfrage ein Anteil von über 60 % der teilnehmenden Testkunden befragt wurde. Abgefragt wurde zwar nicht das Durchschnittsalter im Haushalt, sondern das Alter derjenigen Person, die an der Umfrage teilnahm, dennoch lassen sich auch aus den weiteren Betrachtungen im Hinblick auf das Alter Tendenzen entnehmen.

So wurde etwa die Frage nach der Umsetzbarkeit und Praktikabilität des flexiblen SparWatt-Tarifs mit einem erkennbaren Altersgefälle auf Kundenseite beantwortet (Abbildung 20). Haushalte mit älteren Mitgliedern bewerten die Tarife als deutlich praktikabler (49 %) und besser umsetzbar (53 %) als die jüngeren (32 % bzw. 38 %).

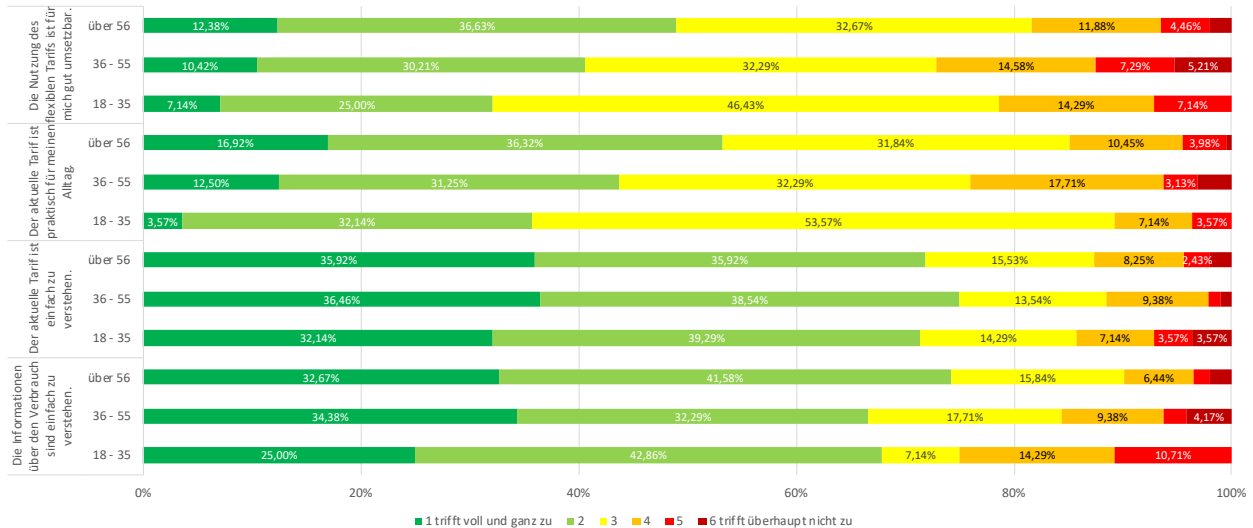


ABBILDUNG 20: EINSCHÄTZUNG DER BEFRAGTEN HINSICHTLICH UMSETZBARKEIT UND PRAKTIKABILITÄT DES SPARWATT-TARIFES (NACH ALTER)

Ein Erklärungsansatz dafür liegt in der etwas höheren Alltags-Flexibilität von Haushalten mit Mitgliedern im Ruhestand. Diese bewerten die Zeiten, in denen Steckdosen Strom führen, tendenziell besser (25 %) als jüngere Haushalte (10 %).

Ein weiterer Ansatz könnte in der finanziellen Ersparnismöglichkeit bzw. auch in ihrer Wertschätzung vermutet werden. Bei der Frage, ob tatsächlich Geld eingespart werden kann, zeigt sich jedoch, dass sowohl ältere (73 %) als auch sehr junge Haushalte (75 %) diesen Punkt als gut bis sehr gut bewerten. Bei Haushalten im mittleren Alterssegment zwischen 36-55 Jahren sind es mit 58 % etwas weniger Kunden.

Hinsichtlich der Bedienung und Umsetzbarkeit sind keine signifikanten Unterschiede bei den Altersgruppen festzustellen. Diese werden durchweg mit sehr hoher Zustimmung als überaus positiv bewertet. Gleiches gilt für die Wahrnehmung über den eigenen sinnvollen Beitrag zur Energiewende.

Bei einer geschlechterspezifischen Betrachtung der gegebenen Antworten fiel auf, dass es keine signifikanten Unterschiede in der Beantwortung der Fragen gab – mit einer Ausnahme: Bei der Frage über die Einschätzung des eigenen Wissensstandes zum Thema flexibler Laststeuerung. Hier schätzten sich bei den männlichen Befragten, die im Übrigen fast 76 % der Gesamtbefragten ausmachten, rd. 37 % als wissend ein, wohingegen bei den weiblichen Befragten der Wert mit nur knapp 22 % ausfiel.

Eine zweite efect-Studie (Abschlussbefragung) im Projekt NEW 4.0 hatte zum Ziel, Akzeptanz und Nutzungsbereitschaft von flexibler Laststeuerung und der einzelnen getesteten Tarife zu untersuchen. Die ausführlichen Ergebnisse werden ebenfalls als Anlage zum vorliegenden Abschlussbericht beigelegt.

Die Untersuchung wurde zum einen mit qualitativen Befragungselementen (mit einer adaptierten Fokusgruppen-Methodik in Kundenworkshops), zum anderen mit Online-Befragungen mit quantitativen und qualitativen

Befragungsanteilen umgesetzt. Im Folgenden werden Durchführung und Ergebnisse der Abschlussbefragung zusammengefasst.

Durchführung:

Die Befragung wurde als Online-Befragung für alle Kund*innen des Modellprojekts NEW 4.0 der *Stadtwerke Norderstedt* als Grundgesamtheit konzipiert (insgesamt ca. 1000 TN). Befragungszeitraum war der 10.11.-10.12.2020. Die Einladung zur Befragung ging per Brief und Mail an alle Teilnehmenden des Projektes NEW 4.0 (zusammen mit einem Link und einem QR-Code). Es wurden insgesamt drei Erinnerungen per Mail versandt, die jeweils noch einmal den Rücklauf relevant erhöhten. Insgesamt belief sich der Rücklauf mit mehr als 600 verwertbaren Datensätzen (d.h. Befragung bis zum Ende ausgefüllt) auf über 60% und ist damit als hoch zu bewerten. Die Daten wurden deskriptiv ausgewertet.

Ergebnisse:

Die Teilnehmenden der Teilnehmer waren überwiegend v.a. männlich (72%), älter (25% der Befragten 56-65 Jahre, 35% älter als 65 Jahre) und hatten einen höheren sozioökonomischen Status (ca. 40% Hochschulabschluss, über 30% Haushaltsnettoeinkommen über 4000 EURO). Ein Großteil der Befragten bewertet diverse Energiewende-Maßnahmen (z.B. Umstellung auf erneuerbare Energien, Solartechnik auf dem Hausdach) als sinnvoll.

Bewertung des Projektes insgesamt:

60-70% der Befragten bewerten Projekt generell positiv (Top Two). Insgesamt ist eine hohe Kundenbindung vorzufinden (Nutzungsabsicht, Weiterempfehlungsabsicht bei über 70% der Befragten). Über 80% der Befragten würden die Steckdosen auch nach dem Modellversuch weiter nutzen. 80-90% (Top Two) der Befragten zeigten Interesse an Tarifen und bewerteten das Projekt als sinnvoll und attraktiv.

Der Einsatz der genutzten Steckdosen wurde von ca. 75% der Befragten als gut umsetzbar bewertet.

Technik, Service und Tarife wurden ebenfalls sehr positiv bewertet (Dimension Attraktivität), hierbei ist der *3-Stunden-Tarif* und der *Texas-Tarif* (auch hohem Niveau) am unbeliebtesten, *PlanWatt* am beliebtesten. Bei den Bewertungen der Tarife ist zu beachten, dass die meisten Befragten längere Zeiten, in denen Steckdosen, die Strom führen, befürworten.

Angeschlossene Geräte waren v. a. große (z.B. Waschmaschine, Geschirrspüler, Trockner), aber auch Akku-Geräte (wie Laptop, Powerbank) und Ladegeräte. Hierbei wurden die Steckdosen von den Kund*Innen häufig gewechselt (bei der Interpretation ist zu beachten, dass a) in der Regel nur 4 Steckdosen zur Verfügung standen und b) der experimentelle Charakter des Projektes allen Beteiligten bekannt war und bei diesen auch eine hohe Bereitschaft zum Ausprobieren bestand.

Die genutzte Technik wurde generell als gut empfunden, der *Homee* führt jedoch häufiger zu Problemen (v. a. von wenig technikaffinen Teilnehmenden wurde die Möglichkeit, dem *Homee* zu programmieren als schwierig empfunden und selten genutzt).

Die App wurde insgesamt positiv bewertet (55% Top Two), dennoch sehen die Befragten hier Ausbaupotenzial (Einfachheit der Nutzung, Innovationsgrad und Vollständigkeit der Informationen).

Kommunikation:

Über 75% der Befragten bewerten die Kommunikation mit den Stadtwerken im Projekt als gut, ebenso den technischen Support im Projekt. Auch die Vorinformationen wurden als motivierend und verständlich bewertet (Hintergrund: die Verständlichkeit der Vorinformationen wurde mit Hilfe der Wissenschaftlichen Begleitung von KundInnen bewertet und in einem CoCreation-Design an die Anforderungen der KundInnen angepasst). Das Forum zur Kundenkommunikation im Projekt war vergleichsweise wenig bekannt und genutzt.

Zukunft Flexibler Tarife und Bereitschaft zur Mitwirkung an weiteren Modelprojekten:

Insgesamt ist von einer hohen Akzeptanz flexibler Tarife auszugehen. Die Tarife wurden von den meisten Befragten als gut verständlich, die Abrechnungen als nachvollziehbar bewertet. Auch bei konkreter Nachfrage zu einer zukünftigen Nutzungsbereitschaft ist ein hohes Potenzial festzustellen:

- Etwas mehr als 60% der Befragten würden den *PlanWatt*- oder den *3-Stunden-Tarif* wahrscheinlich bis sehr wahrscheinlich nutzen
- Etwas mehr als 50% würden einen Tarif mit Kosten von 10ct/kWh oder mit 5ct/kWh wahrscheinlich bis sehr wahrscheinlich nutzen.

Hierbei wären kWh-Preise zwischen 5 ct. (am besten bewertet), 10 ct. und Preisen wie im Modellversuch akzeptabel, eine Höhe von 20-30ct/kWh wurde als deutlich weniger attraktiv bewertet.

Viele Befragte (über 75% Top Two) würden die flexiblen Steckdosen auch nach Projektende weiter nutzen, über 45% würden ein Angebot nutzen, in dem Strom zu bestimmten Zeiten rabattiert wäre.

Erweiterungsoption Elektromobilität:

Zur flexiblen Laststeuerung in Haushalten kann die Elektromobilität einen wichtigen Baustein darstellen, da hier größere Lastmengen flexibel in die Akkus der Fahrzeuge eingespeist werden können.

- Ca. ein Drittel der Befragten zeigt sich offen gegenüber E-Mobilität
- Ca. 22% (Top Two) würden sich als nächstes Auto ein E-Auto kaufen
- Charakteristika der Interessierten sind v.a.: männlich, mind. 46 Jahre alt, Angestellte, voll berufstätig oder Rentner, abgeschlossene Berufsausbildung, Verdienst > 400€ pro Monat, wohnen im Einfamilien- oder Reihenhaus, vorhandener Garten

AS 5.4 Dokumentation der Ziele und Ergebnisse

Die Ergebnisse und Ziele im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojekts wurden in einem zentralen Abschlussbericht (vorliegendes Dokument) sowie in ergänzenden Auftragsstudien sowie Studien- und Abschlussarbeiten von Bachelor-, Master- und Promotionsstudierenden verfasst. Diese werden nachfolgend aufgelistet:

- **Umfangreicher Abschlussbericht** (s. vorliegendes Dokument)
- **Ergänzende Studien durch**
 - BET Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH (Hrsg.) (2020): Abschlussbericht AP2: Konzepterstellung dynamische Lastflussrechnung.
 - BET Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH (Hrsg.) (2020): Abschlussbericht AP3: Auswertung der Testphase.
 - BET Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH (Hrsg.) (2020): Abschlussbericht AP4: Bewertung des Messintervalls.
 - BSH Hausgeräte GmbH und KEO GmbH (Hrsg.) (2019): Entwicklung eines CEM (Customer Electronic Management System).
 - e-fect dialog evaluation consulting eG (Hrsg.) (2019): Auswertung Befragungswelle 1.
 - e-fect dialog evaluation consulting eG (Hrsg.) (2020): Auswertung Abschlussbefragung.
 - e-fect dialog evaluation consulting eG (Hrsg.) (2020): Auswertung Nichtnutzer-Befragung.
 - FfE – Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH (Hrsg.) (2019): Abschlussbericht zum Projekt: Machbarkeitsstudie dynamische Tarifmodelle.
 - BBH Becker Büttner Held Hamburg (Hrsg.) (2020): Bewertung potenzieller neuer Liefer- und Preismodelle Strom.

• Studien- und Abschlussarbeiten

- Rene Beele (2020): Mastherthesis – Entwicklung eines Potenzial- und Bedarfsanalyse-Tools für Energieversorger in Zusammenarbeit mit den Stadtwerken Norderstedt.
- Dominik Hattensauer (2019): Masterarbeit – Entwicklung eines Home Energy Management Systems zur Steuerung eines Batteriespeichers in Verbindung mit dynamischen Tarifmodellen.,
- Theresa Rhön (2018): Bachelorthesis – Untersuchungen von drahtlosen Übertragungstechniken im Bereich“Smart Home“.
- Elisabeth Viktor (2019): Infrastruktur-Resilienz in Zeiten des Klimawandels (SYnAPTIC-Projekt).

Außerdem von Interesse**Regulatorische Anforderungen**

Die regulatorischen Anforderungen, damit das vorliegende Tarifkonzept funktionieren kann, wurde in der Masterthesis von Rene Beele analysiert – diese ist als Anlage zum vorliegenden Abschlussbericht beigefügt.

Im Kern stellt er fest, dass die derzeit sehr begrenzt vorhandenen Ausdifferenzierungsmöglichkeiten der rein mengenabhängigen, regulierten Endkunden-Preisbestandteile dazu führen, dass nur sehr wenige (preisinduzierte) Flexibilitätspotenziale auf der Nachfrage-Seite tatsächlich gehoben werden können.

Zu den beiden relevantesten, regulierten Strompreisbestandteilen mit erhöhtem Einfluss auf die Strombezugskosten von HHK zählt er einerseits das Netzentgelt, andererseits die EEG-Umlage. Über beide Komponenten gibt es zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen hinsichtlich ihrer Effizienz sowie insbesondere auch Reformvorschläge, die hier nicht dezidiert aufgegriffen werden sollen.

Diese Reformvorschläge fließen bereits in den politischen Meinungsprozess mit ein und könnten sich in zukünftigen Veränderungen gesetzlicher Rahmenbedingungen niederschlagen, die wiederum eine Potenzialsteigerung oder -abschwächung für dynamische Stromtarife zur Folge haben werden.

Bevorzugt wird für eine effiziente, dynamische Strombepreisung im Haushaltskundensegment sowohl eine Dynamisierung der Stromnetzentgelte sowie der EEG-Umlage. Für beides wären grundlegende Veränderungen im EnWG, EEG sowie in der ARegV bzw. StromNEV notwendig.

Ermittlung von Zustandsvariablen zur Prognose der Lastsituation in verschiedenen Prognosezeiträumen

Auf eine tiefere eigene Ermittlung von Zustandsvariablen zur Prognose der Lastsituation in verschiedenen Prognosezeiträumen (kurz-, mittel-, langfristig) wurde aufgrund der sich mit Wechsel des Projektleiters modifizierten Schwerpunktsetzung verzichtet. Prognosewerte waren nun nicht mehr relevant in Bezug auf die Strombeschaffung und Börsenstrompreise, sondern vielmehr in Bezug auf Abschaltmaßnahmen von Erneuerbare Energien Anlagen: Hierfür wurde aus Kosten-Nutzen-Abwägungen auf die bereits vorhandenen Prognosen der *SH-Netzampel* als best-choice (Markt- und Forschungspartner) zurückgegriffen. Für eine adäquate Untersuchung der Kernfrage sind hochkomplexe Berechnungen notwendig an denen mehrere promovierte Forscher, unabhängig von den *SW Norderstedt*, arbeiten.

Eine „Prognose light“ kam beim getesteten *Wochenendtarif* (Modell „Texas“) und dem *Plan-Watt-Tarif* zum Einsatz (s. dazu *BET-Studie* im Anhang).

Ermittlung von Speichervolumen in Zeiträumen in den Last- und Erzeugungskapazitäten gemanaged werden müssen

Auf die Erforschung dieses Teilziels wurde aus Kostengründen verzichtet. Hierfür hätten rd. 1.000 Batteriespeicher in den Testhaushalten bereitgestellt werden müssen, bei denen jeder einzelne jeweils 6.000 EUR gekostet hätte. Teile der Fragestellungen wurden jedoch im Rahmen der Masterthesis von Dominik Hattensauer beantwortet (s. Masterthesis als Anlage dieses Abschlussberichts).

Signifikante Minimierung der Regel- und Ausgleichsenergie

Im Zuge der Ausarbeitungen von *BET* und *FfE* hat sich herausgestellt, dass sich durch das Schalten flexibler Kleinmengen im Haushaltskundensegment keine nennenswerte Minimierung der Regel- und Ausgleichsenergie erreichen lässt. Dennoch ist das Potenzial für flexiblen Stromverbrauch vorhanden (Abbildung 21) und insbesondere bei steigenden Zahlen von Elektrofahrzeugen (Abbildung 22) von Relevanz.

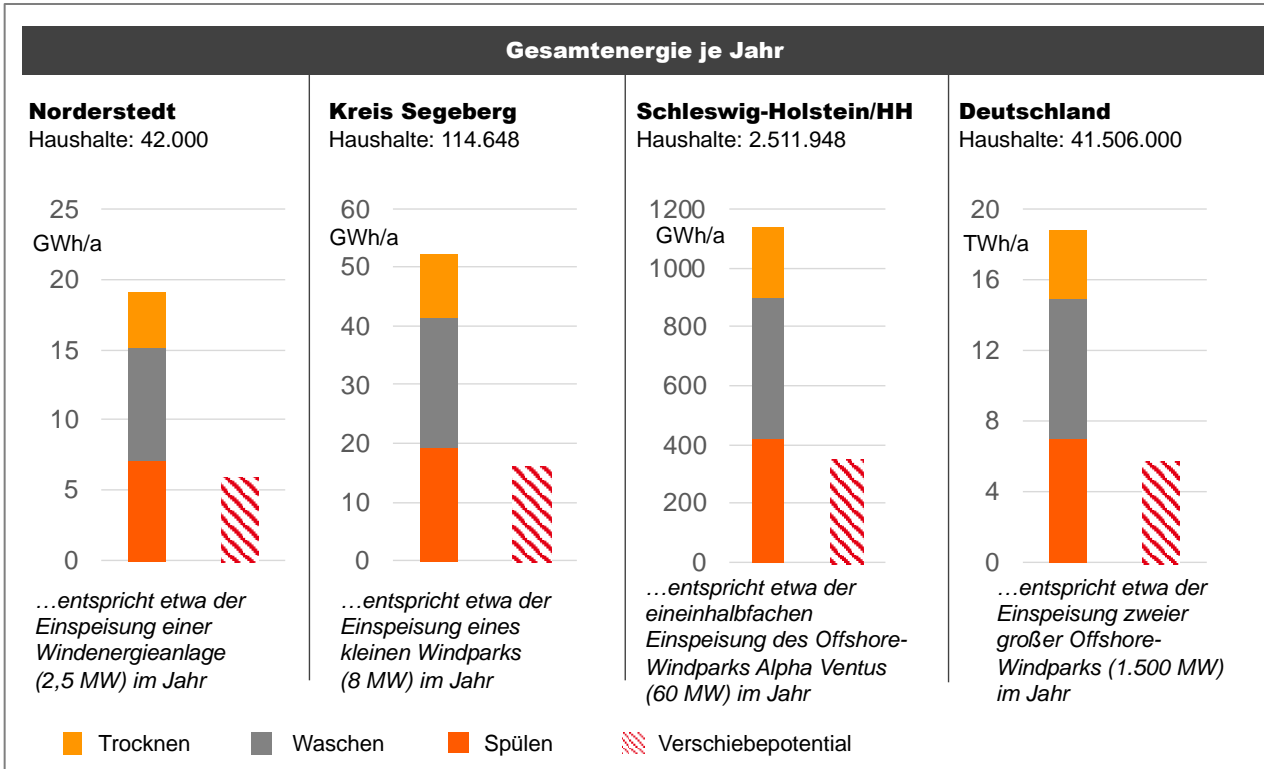


ABBILDUNG 21: VERSCHIEBEPOTENZIALE BEIM STROMVERBRAUCH IN NORDERSTEDT UND DEUTSCHLAND

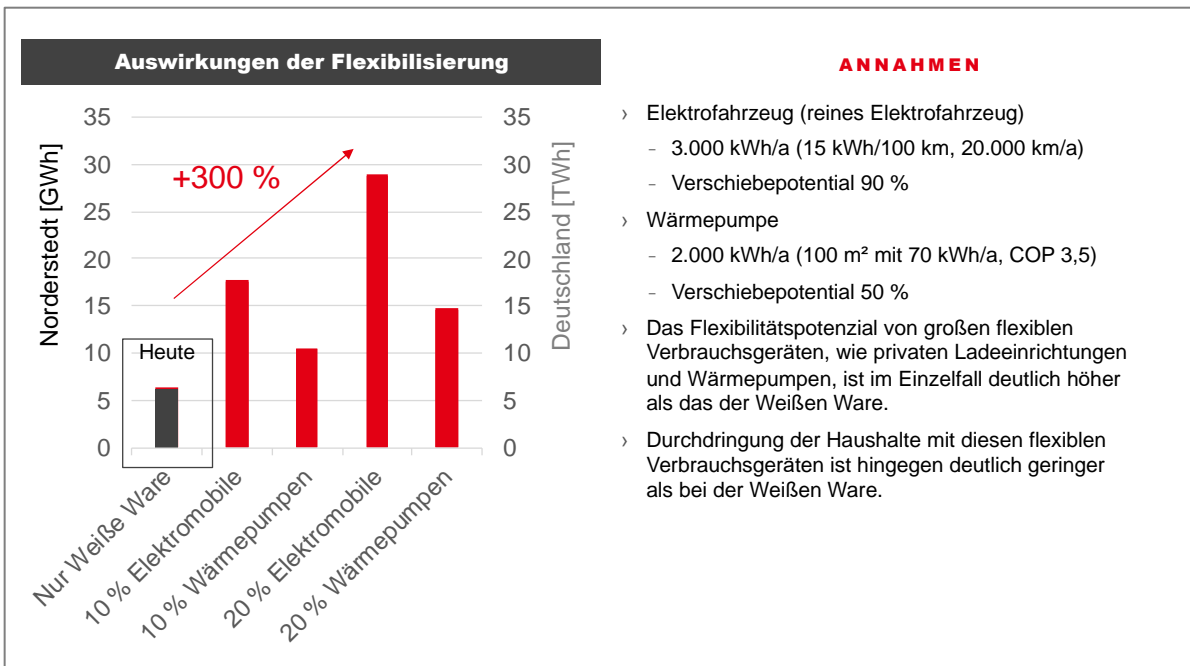


ABBILDUNG 22: HOCHRECHNUNG DER VERSCHIEBEPOTENZIALE BEI STÄRKERER DURCHDRINGUNG VON E-ANWENDUNGEN

Verzahnung der TVB-Ergebnisse mit SINTEG-Kernthemen

Mit der Beantwortung der vorangestellten Fragestellungen und Arbeitsschritte wurden sämtliche SINTEG-Kernthemen bedient. Diese lauten:

TABELLE 2: PASSUNG DER ERGEBNISSE ZU DEN SINTEG-KERNTHEMEN

SINTEG-Kernthemen	Passung der Ergebnisse
Flexibilitätpotenziale identifizieren und Sektorkopplung verstärken	100 %
Netzdienliche Flexibilitätsmechanismen entwickeln	100 %
Digitalisierung – zwischen Enabler und Mehrwertdiensten im intelligenten Energiesystem	100 %
Pionier für Reallabore	100 %
Partizipation & Akzeptanz – Verständnis schaffen und Leidenschaft wecken für eine chancenorientierte Energiewende	100 %

Dabei zahlen die Ergebnisse ein auf die Themen „Wirtschaftlichkeit“, „Akzeptanz“, „CO2-Minderung“ und in Teilen auf den Aspekt „Versorgungssicherheit“.

2.2. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die durchgeführten Arbeiten entsprachen im Wesentlichen, der im Projektantrag detailliert dargelegten Planung. Notwendige Abweichungen wurden in Kapitel 1.2 begründet.

Die im Arbeitsplan formulierten Aufgaben wurden erfolgreich bearbeitet und deren Ziele mit Abschluss des Projekts vollständig erreicht (s. Kapitel 2.1).

Die dafür aufgewendeten Ressourcen waren für die erfolgreiche Projektdurchführung notwendig und jederzeit angemessen. So wurde z. B. auf eine Eigenentwicklung von Smart-Metern oder schaltbaren Steckdosen verzichtet, da die prognostizierten Kosten der Eigenentwicklung höher eingeschätzt wurden als die Verwendung von bereits am Markt verfügbaren Geräten (*homee*).

Es wurden über die gesamte Projektlaufzeit „nur“ 1.000 Testhaushalte akquiriert. Das hat zu einer Ersparnis bei Hardware, Installation und Betreuung über ca. 500 TEUR geführt.

Den vorgenannten Einsparungen stand der zeitliche Betreuungsaufwand für ebendiese Testhaushalte diametral entgegen: Aufgrund von vielen Teilnehmern aus den höheren Alterssegmenten (Ü60 und älter) musste sehr viel Zeit für die Erklärung der dem Forschungsvorhaben unterliegenden Prämissen sowie der technischen Geräte und in die Beratung für den sinnstiftenden Einsatz investiert werden.

Darüber hinaus wurden keine zusätzlichen Ressourcen zur Durchführung des Vorhabens aufgewendet.

2.3. Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere Verwertbarkeit der Ergebnisse im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans

TABELLE 3: FORTSCHRIBUNG DES VERWERTUNGSPLANS INKL. ZEITHORIZONT

Nr.	Bezeichnung	Zeithorizont
1	Durch die Digitalisierung aller Netzkomponenten wie Messung, Messwertübertragung, Smart-Home-System, Virtueller Marktplatz und die erhöhte Nutzung von erneuerbaren Energie im lokalen Umfeld, wurden neue Impulse für die Entwicklung von Steuerungskomponenten (Homee, AVM, Fibaro) und Haushaltsgeräte (BSH, Alfen) gesetzt sowie dessen Einbau vorangetrieben.	Q4 2018 - Q1 2020
2	Der Umsatz von erneuerbaren Energien wird gesteigert und der effiziente Energieeinsatz gefördert.	ab 2021
3	Mit den eingesetzten Technologien wird die Wertschöpfung in neue Bereiche der Energiedienstleistung vorangetrieben. Service und Anwendungstechnologien ermöglichen neue Ansätze und stärken den Wettbewerb.	ab 2021
4	Durch Anpassung des Verbrauchs an die Erzeugung erfolgte eine Effizienzsteigerung, denn Energie konnte gemäß ihren Erzeugungskosten direkt vermarktet werden. Fluktuation und Volatilität beeinflussen sich zukünftig weiterhin positiv.	Q4 2020
5	Auf lange Sicht können erneuerbare Energien nur höhere Anteile gewinnen, wenn Bedarf und Erzeugung in Einklang gebracht werden. Hierzu hat sich der im Rahmen des Teilvorhabens entwickelte dynamische Stromtarif als ein grundsätzlich geeignetes Instrument herausgestellt. Rechtliche Hürden bestehen jedoch im Hinblick auf die derzeitige rechtliche Lage (Eichgesetz, EnWG, EEG, StromNEV). Auf Basis einer rechtlichen Prüfung durch eine Fachanwaltskanzlei müssen für einen zukünftigen Fortbestand eines dynamischen Tarifs einige Anpassungen vorgenommen werden, um den zahlreichen Regularien zu genügen.	Q4 2019
6	Durch die direkte Visualisierung des Verbrauchs mithilfe mehrerer Apps, darunter auch eine selbst entwickelte App, wurde die Wahrnehmung und das Bewusstsein erhöht werden.	Q4 2019 und Weiterentwicklung während der Testphase durch Kundenumfragen
7	Die Automatisierung der Marktprozesse hat die Organisationsstruktur vereinfacht und Ressourcen für neue Aufgaben im Energiemanagement hervorgebracht.	während Laufzeit
8	Intelligente Mess- und Steuerungstechnik ermöglichte die Vermarktung ungenutzter Energien, die sonst aufgrund von Maßnahmen des Einspeisemanagements kaum oder gar nicht vermarktet werden können. Energie kann einfach zum Konsumenten gelangen und dann verbraucht werden, wenn sie da ist.	Q4 2018 - Q4 2020
9	Grundlagen und Empfehlungen für marktgerechte Tarif-Modelle zur Steuerung von Lasten in kleineren Anlagen wurden erarbeitet	Q2 2020 sowie während Laufzeit

2.4. Während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Es wurden keine großflächig übertragbaren Entwicklungen jenseits des NEW-4.0 Forschungsvorhabens z. B. auf internationaler Ebene bekannt.

Während der Projektlaufzeit, im Januar 2020, wurde bekannt, dass die ersten Smart-Meter-Gateways durch das BSI zertifiziert wurden. Zu diesem Zeitpunkt mussten die Testhaushalte jedoch bereits längst mit Technologie ausgestattet werden, um das vorliegende Forschungsvorhaben nicht zu gefährden. Die beantragten und bestellten 500 SMGW wurden bis Ende der Projektlaufzeit nicht von den Herstellern geliefert, um daraus verwertbare Erkenntnisse zu erzielen.

Während der Projektlaufzeit wurden spezifische Einsatzfelder für dynamische Stromtarife auf eigene Kosten erarbeitet, die sich aufgrund der Marktentwicklung im Bereich E-Mobility ergeben haben. Außerdem sind zahlreiche Tarifgestaltungsoptionen aus internationalen Feldtests hinterfragt und getestet worden (*SparWatt: 1h/3h-Tarif, Weekend-Tarif, E-Mobility-Tarif, PlanWatt*).

Die im Projekt erforschten Themenfelder sind neben dem Einsatz bei Kleinstflexibilitäten im Haushaltskundensegment teilweise übertragbar auf Gewerbe- und Industriekunden, wobei bei diesen als erstes eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung stehen muss.

Die im Projekt erforschten Themenfelder sind nach Auffassung der Autoren nicht auf andere (infrastrukturgebunden) Branchen, wie etwa Gas, Wärme, Wasser, Abwasser, Schiene, Telekommunikation oder Straße zu übertragen.

2.5. Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen der Ergebnisse

- *50,2 Hertz Zeitschrift*
- *Computer Bild*
- *Deutschlandfunk Kultur vom 24.07.2018: Alles steht und fällt mit dem Stromnetzausbau.*
- *Die Welt (Anzeigen-Sonderveröffentlichung) 04/2019: Mit Windenergie Geld sparen.*
- *E&M powernews vom 11.09.2018: Norderstedter Flexibilitäts-Test.*
- *Hamburger Abendblatt u. a. vom 17.05.2018, 10.09.2018 und 30.10.2019: Stadtwerke Norderstedt suchen 2000 Testpersonen.*
- *HanseStyle (Hamburger Zeitschrift), 26.06.2018: Dynamischer Stromtarif für Haushaltskunden.*
- *Heimatspiegel Norderstedt vom 18.11.2018: Dynamischer Stromtarif für Haushaltskunden.*
- *Lübecker Nachrichten vom 26.09.2018: Die ersten 350 Norderstedter proben die Energiewende.*
- *MeterPan Express (Kundenzeitschrift) vom 08/2018: Wechselnden Windstrom für Kunden attraktiv vermarkten.*
- *MeterPan Blog, z. B. vom 25.06.2020: Smart gespart – mit dem Smart Meter Cockpit (weitere) Anreize für den Endverbraucher schaffen (Link: <https://www.meterpan.de/blog/smart-gespart-smart-meter-cockpit-anreize-schaffen>).*
- *NDR Artikel vom 18.02.2019: Testkunden bekommen Windparkstrom im Überfluss.*
- *NDR Mitschnitt: Kundenreportage vom 29.08.2019: NEW 4.0 Teilnehmer Patrick Hesse aus Norderstedt erzählt von seinem täglichen Umgang mit der Herausforderung der effizienten Stromnutzung.*
- *NETZ+WERK (Kundenmagazin Stadtwerke Norderstedt) 01/2018: Die Stadtwerke Norderstedt haben das Projekt NEW 4.0 ins Leben gerufen, um ein zukunftsfähiges Energiesystem zu entwickeln, das zum Klimaschutz beiträgt und bezahlbar ist.*
- *NEW 4.0 Blog, z. B. vom 19.06.2019: Viel Dynamik an den Steckdosen: Ein Interview mit Thorsten Meyer von den Stadtwerken Norderstedt (Link: <https://new4-0.erneuerbare-energien-hamburg.de/de/new-40-blog/details/4027.html>)*
- *Newsletter eehh (Erneuerbare Energien Hamburg)*
- *NOA 4 Fernsehbeitrag vom 29.08.2019: Warum forschen wir?*
- *Web-Seminar vom 22.07.2020: Bei viel Wind, günstiger Strom für Haushaltskunden | Stadtwerke Norderstedt testen innovatives Demand-Side-Management.*
- *Zfk+ vom 08.03.2019: SW Norderstedt: Bereits 700 Testkunden nutzen überschüssige Windenergie.*

Anlage 1: Erfolgskontrollbericht (nicht-öffentlich)

1. Beitrag des Ergebnisses zu den förderpolitischen Zielen des Förderprogramms

Verzahnung der TVB-Ergebnisse mit SINTEG-Kernthemen

Mit der Beantwortung der vorangestellten Fragestellungen und Arbeitsschritte wurden sämtliche SINTEG-Kernthemen bedient. Diese lauten:

TABELLE 4: PASSUNG DER ERGEBNISSE ZU DEN SINTEG-KERNTHEMEN

SINTEG-Kernthemen	Passung der Ergebnisse
Flexibilitätpotenziale identifizieren und Sektorkopplung verstärken	100 %
Netzdienliche Flexibilitätsmechanismen entwickeln	100 %
Digitalisierung – zwischen Enabler und Mehrwertdiensten im intelligenten Energiesystem	100 %
Pionier für Reallabore	100 %
Partizipation & Akzeptanz – Verständnis schaffen und Leidenschaft wecken für eine chancenorientierte Energiewende	100 %

Dabei zahlen die Ergebnisse ein auf die Themen „Wirtschaftlichkeit“, „Akzeptanz“, „CO2-Minderung“ und in Teilen auf den Aspekt „Versorgungssicherheit“.

2. Voraussetzung der Vorhabendurchführung

Siehe auch „Masterthesis Rene Beele – Potenzial- und Bedarfsanalysetool, Kapitel 7“

Im Rahmen der Masterthesis von Rene Beele (2020) wurden die Voraussetzungen für die Einführung eines dynamischen Stromtarifs bei einem EVU anhand von leitfadengestützten Experteninterviews mit Mitarbeitenden der Stadtwerke Norderstedt sowie Partnerunternehmen durchgeführt. Auf Basis dieser Experteninterviews wurden notwendige Ressourcen, Know-how und Prozesse sowie besondere Herausforderungen, Erfahrungsgewinne und Hinweise auf die Übertragbarkeit erfasst und anschließend durch Clusterbildung anhand von Mindmaps (Abbildung 23 bis Abbildung 26) strukturiert.

2.1 Benötigte Ressourcen und Kompetenzen



ABBILDUNG 23: BENÖTIGTE INTERNE/EXTERNE RESSOURCEN

Die Probanden fächerten auf die Frage nach den benötigten Ressourcen ein recht umfangreiches Antwortspektrum auf (Abbildung 23). Die gegebenen Antwortbereiche unterschieden sich (erwartungsgemäß) je nach Rolle, die die Befragten selbst im NEW-4.0-Projekt innehatten. Das gegebene Antwortspektrum reichte von eher technisch geprägten Ressourcen über Human-Ressourcen bei Umsetzung und Projektkoordination sowie Finanzierungsfragen bis hin zur notwendigen Einbindung externer Dienstleister.

Bei den technischen Antwortbereichen wurde insbesondere die benötigte Hardware und Software sowie die Daten- und Kommunikationsinfrastruktur für große Datenmengen hervorgehoben. Dabei wurde die – durch den Projektpartner *IVU SE* eigenentwickelte – Tarifmaschine von fast allen Befragten angeführt. Die Entwicklung erfolgte während der Projektphase iterativ und erforderte das regelmäßige Mitwirken sämtlicher Projektbeteiligter. Dementsprechend flossen umfassende Anforderungen in die Entwicklung ein und ließen letztlich auch eine hohe Komplexität und Flexibilität des abzubildenden Schaltalgorithmus für die fernsteuerbaren Steckdosen zu.

Bezüglich der benötigten Personalressourcen wurde die Mitarbeit sämtlicher Fachabteilungen (Marketing, Kundenservice, Vertrieb/Netze, Technik, Softwareentwicklung, etc.) benannt, die ihren Input zu leisten hatten und an wöchentlich stattfindenden Jour-Fix teilnahmen. Hervorgehoben wurde von den meisten Befragten darüber hinaus die Bedeutung der Projektkoordination bzw. -leitungsrolle.

Auch die zahlreichen externen Dienstleister wurden als wichtige Ressource benannt. Hierzu wurden etwa die Partner aus verbundenen Unternehmen (*DZG, IVU, MeterPan*) sowie forschungsbegleitende Dienstleister (*BBH, BET, e-fect*) angeführt. Diese haben u. a. Rechtsgutachten, Machbarkeitsstudien, Kundenbefragungen oder Workshops im Auftrag der *Stadtwerke Norderstedt* durchgeführt bzw. Zähler, *Homees* und Steckdosen verbaut und installiert.

Neben der Frage nach den benötigten Ressourcen wurde in einer weiteren Leitfrage auf benötigtes Know-how und spezifische Kompetenzen abgestellt. Die von den Probanden thematisierten Antwortbereiche decken sich weitestgehend mit denen der Ressourcenfrage (Abbildung 24). Dies verwundert nicht, denn für das erfolgreiche Ausführen spezifischer (Fach-) Aufgaben durch einzelne Mitarbeiter ist – neben individuellen und methodischen Fähigkeiten – spezifisches Domänenwissen und praktische Erfahrung aus diesem Bereich einzubringen.



ABBILDUNG 24: BENÖTIGTE KOMPETENZEN UND KNOW-HOW

Spezifisches Branchenwissen, betriebswirtschaftliches, technisches und rechtliches Know-how sowie soziale Fähigkeiten sind bei jedem EVU relevant. Allerdings sind die dahinterliegenden Antworten auf die besonderen Anforderungen vor dem Hintergrund des NEW-4.0-Projekts einzuordnen. Dieses zeichnete sich durch seinen forschenden Charakter aus, wengleich auch hier die allgemeingültigen Aussagen, wie etwa „Ohne Kunden, kein Tarif“ zutreffen.

Dementsprechend war sowohl in der Vorbereitung als auch in der Durchführung des Tarifs ein methodisches Vorgehen aus dem Bereich des agilen Managements gefragt. Mittels Design-Thinking wurde konsequent die Kundenperspektive eingenommen und deren Bedürfnisse in den Vordergrund gestellt. Mithilfe von SCRUM wurde ein agiles Projektmanagement für interne Abläufe eingeführt, welches regelmäßig in Softwareprojekten zum Einsatz kommt.

Auch technisch war gezieltes Know-how aus den Bereichen der (fern-) steuerbaren Verbrauchseinrichtungen (Zähler, Steckdosen, *Homees*, Daten, Kommunikationsinfrastruktur) nötig. Einerseits konnte auf Basis des kollektiven Wissens

der technische Regelbetrieb definiert und gewährleistet werden. Andererseits ergaben sich hieraus rechtliche Anforderungen, die mithilfe des entsprechenden Fachwissens eingeordnet werden mussten.

Von den Mitarbeitern an den zahlreichen Schnittstellen zum Kunden wurde mehrfach darauf hingewiesen, wie wichtig Einfühlungsvermögen und Geduld – insbesondere im Hinblick auf die älteren Projektteilnehmenden – waren. Eine wertschätzende Kommunikation und auch die Fähigkeit im Umgang mit schwierigen Kunden wurde dabei von den Befragten als Kompetenzanforderung genannt. Nach kritischen Vorfällen wurde dazu im institutionalisierten, wöchentlichen Jour-Fix-Meeting Platz für den Erfahrungsaustausch eingeräumt. Eine gezielte Vorbereitung oder Schulung gab es hingegen nicht.

Interessant war aus Sicht des Verfassers außerdem die Aussage, dass die Wirtschaftlichkeit des eingeführten Tarifs zu keinem Zeitpunkt in die Entscheidungen über das Ausgestalten des Tarifs eingeflossen ist. Dies mag im Rahmen des Forschungsprojekts nebensächlich gewesen sein, erfordert jedoch im Realbetrieb ein Konzept der Gegenfinanzierung.

2.2 Besondere Herausforderungen

Im Hinblick auf besondere Herausforderungen während des Projekts bildete sich erneut eine große Bandbreite gegebener Antwortbereiche heraus (Abbildung 25).



ABBILDUNG 25: BESONDERE HERAUSFORDERUNGEN

Einzelne Befragte nannten hierbei Aspekte der rechtlichen Herausforderungen, wie etwa die umfangreiche und teils neue bzw. neuerdings relevante Gesetzeslage. Dabei wurden hingegen mehrfach die heute sehr starren Ausgestaltungsmöglichkeiten von Strompreisen bemängelt, die sich auf Basis der regulatorisch vorgegebenen Preisbestandteile ergeben.

Doch auch das geringe Involvement der Stromkunden wurde anhand einer Anekdote in den Fokus genommen: Nach Einführung des dynamischen Stromtarifs druckte das Hamburger Abendblatt eine Falschmeldung ab, dass die Stromkosten bei den *Stadtwerken Norderstedt* jetzt (dauerhaft) nur noch 5 Ct./kWh betragen würden. Nach Bekanntwerden dieses Artikels fand noch am selben Abend eine Krisensitzung statt, in der man sich auf das bevorstehende Kundenaufkommen vorbereiten wollte. Tatsächlich blieb jedoch jegliche Reaktion aus. Diese Anekdote zeigt sehr eindrücklich, dass die meisten Stromkunden ihre jetzige Stromrechnung „noch nicht genug schmerzt“.

Neben den vielen konkreten technischen Herausforderungen wurden auch das prozessuale Vorgehen sowie der Umgang mit der – mit dem Projekt verbundenen – Komplexität betont. Folgendes Zitat beschreibt die Sichtweise recht eindrücklich: „Es ist immer schwierig aus einer vagen Vision ein konkretes Vorhaben entstehen zu lassen. Bleib ich nur bei der Vision oder bin ich bereit ein paar Abstriche zu machen, um auch eine pragmatische Umsetzungsmöglichkeit zu erhalten (...)“.

Einem weiteren Aspekt wurde von den Probanden eine besondere Wichtigkeit beigemessen: Das Überwinden innerer Widerstände. Diese Kultur- bzw. Change-Hürde musste sowohl im eigenen Unternehmen als auch bei der Stadt (Eigentümerin der Stadtwerke Norderstedt) genommen werden.

Auch bei den Kunden waren sehr unterschiedliche Voraussetzungen gegeben. Neue Themen abseits des Mainstreams erfordern jedoch Mut und ein „von oben vorgelebtes offenes Mindset“ sowie das Mitziehen aller Beteiligten. „Will

man als innovatives Unternehmen wahrgenommen werden, muss man auch Druck von außen aushalten können (...). Dies gelang offenbar auch durch das kommunikative Einbinden sämtlicher Beteiligter.

2.3 Lessons Learned

Die dritte Forschungsfrage hatte die Reflexion der Befragten hinsichtlich der eingeschlagenen Wege im Projekt zum Ziel und sollte darüber hinaus als Sammlung von Do's und Dont's zur Weitergabe für andere Projekte dienen. Das Antwortcluster ergab zehn inhaltliche Segmente (Abbildung 26).



ABBILDUNG 26: LESSONS LEARNED

Dabei wurde sehr häufig auf Aspekte des besseren Kennenlernens der Kunden, ihren Erwartungen, Ängsten und teils sehr geringen energiewirtschaftlichen Wissensständen eingegangen. Diese Erkenntnis wirkte sich auf zahlreiche Maßnahmen des Kundenservices aus bei denen der gesamt betriebene Aufwand im Vorfeld erheblich unterschätzt wurde. Jeder der 1.000 Kunden im NEW-4.0-Projekt musste einmal „an die Hand genommen werden“. Gleichzeitig wurde das intensive Einbinden der Kunden als erhebliche Vertrauensbildung eingestuft und soll bei zukünftigen Projekten wieder genutzt werden. Hiervon versprechen sich die Befragten auch eine höhere Kundenbindungsquote.

Auch lieferten die Kunden wichtige Hinweise auf verbesserte Schaltzeiten und -intervalle sowie Vorabankündigungen im Rahmen des Projekts. Laut Aussage der befragten Experten stehen jedoch für den Realbetrieb garantierte Schaltzeiten oder -intervalle pro Tag im Widerspruch zu günstig realisierbaren Preisen. Weiterhin sorgt die Möglichkeit für Kunden, einen Schaltimpuls „manuell zu überstimmen, um auch mal spontan duschen zu können“ für höhere Akzeptanz im Haushalt. Daraus entsteht wiederum, durch das Nicht-Verlagern von hohen Lasten wie etwa bei Wärmepumpen, ein Widerspruch zu der beabsichtigten Netzdienlichkeit aus Netzbetreibersicht.

Hinsichtlich der Kundenakquise sollte außerdem die erreichbare Teilnahmequote nicht überschätzt werden. Trotz enormer finanzieller Anstrengungen von Seiten der *Stadtwerke Norderstedt* im Rahmen des Forschungsprojektes (kostenlos bereitgestellte, schaltbare Steckdosen, kostenloser Installationsaufwand, erhöhter Servicebedarf, Rabattgewährung) bei gleichzeitig vollumfänglichen Kommunikationsmaßnahmen zur Kundengewinnung wurde eine verhältnismäßig geringe Kundenzahl zur Teilnahme bewegt. Hierüber gehen die Meinungen der Experten jedoch auseinander. Die einen waren eher positiv überrascht über die Teilnahmequote, andere eher enttäuscht.

Nicht überschätzt werden sollten auch die tatsächlichen Lastverlagerungsmöglichkeiten, bei denen über schaltbare Steckdosen „normale Haushaltsgeräte“ angeschlossen sind. Hier bieten größere Lasten für Kunden und EVU erheblich größere Potenziale und Relevanz (z. B. Wärmepumpen oder Elektromobilität). Diese Ergebnisse sollen in zukünftige Tarifgestaltungen einfließen.

Wichtig bei der Tarifkommunikation erscheint aus Sicht der Befragten das Senden von Positivbotschaften nach dem Motto „Tue Gutes und spare dabei“. Ein Bonus-Eventtarif wird somit als besser akzeptiert eingeschätzt als ein Malus-Eventtarif.

In Bezug auf die technische Infrastruktur wurde von den Verantwortlichen zunächst unterschätzt, wieviele Datensätze tatsächlich in sehr kurzer Zeit bei den Abfragen und Algorithmen anfallen. Dies hatte Auswirkung auf Performance und Stabilität der Steckdosenanbindung und -schaltung mithilfe der Tarifmaschine. Durch eine reduzierte Abfragefrequenz – von einer Abfrage je Steckdose pro Minute auf ein fünfminütiges Intervall – konnte jedoch bereits Besserung erzielt werden.

Von nahezu allen Befragten wurden Aussagen hinsichtlich der Learnings über Projektprozesse getätigt – dazu ein Beispiel: Anfänglich wurde offenbar „zu viel Papier, zu wenig Output“ erzeugt. Dadurch wurden die Themen am Anfang der Projektphase aus Sicht einzelner Befragter zu akademisch und zu wenig praxisintegriert angegangen, was sich auch auf die Akzeptanz im eigenen Unternehmen ausgewirkt hat. Die gemeinsame Entwicklung im größeren Kreis, die kommunikative Einbindung der verschiedenen Fachabteilungen und der agile Projektmanagementansatz durch den Projektleiter führten schließlich dazu, dass innere Widerstände abgebaut werden konnten. Auch das Einbinden und Steuern externer Dienstleister hat sich als erfolgskritisch herausgestellt.

3. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse des Vorhabens, die erreichten Nebenergebnisse und die gesammelten wesentlichen Erfahrungen

Die vollständigen Ergebnisse des NEW-4.0-Teilvorhabens wurden bereits in Kapitel 2 des Abschlussberichts (öffentlicher Teil) umfassend dargestellt. Ebenfalls wurden in der „eingehenden Darstellung“ die Ergebnisse anhand des arbeitspaketspezifischen Arbeitsplans aus dem Teilvorhaben inklusive Änderungen daran sowie die Erreichung der Forschungs- und Entwicklungsziele auf mehr als 20 Seiten ausführlich dargestellt. Auf eine redundante Wiederholung soll hier verzichtet werden.

4. Fortschreibung des Verwertungsplans

4.1. Schutzrechtsanmeldungen/ Produkte / Dienstleistungen

– Keine –

4.2. Wirtschaftliche Erfolgs- und Verwertungsaussichten

4.2.1. Eingeschränkte Verwertungsaussichten durch Hardwarekosten

Sämtliche Testkunden erhielten zu Beginn der Testphase kostenlos vier schaltbare Funk-Steckdosen, die mithilfe einer – ebenfalls kostenlos bereitgestellten Smart-Home-Basisstation – über den Kabelrouter des Kunden mit dem Internet verbunden werden mussten. Die Kosten auf Seiten der *Stadtwerke Norderstedt* betragen – trotz reduzierter Einkaufspreise – rd. 320,- € je Testkunde.

Hinzu kamen weitere Kosten von ca. 180,- €, die dem Kunden nicht in Rechnung gestellt wurden für den initialen Installationsaufwand, erhöhter Servicebedarf, individuelle Programmierung sowie die eigentliche Gewährung des Strompreisrabattes.

Es scheint fast aussichtslos, diese Kosten im Realbetrieb wieder zu erwirtschaften.

4.2.2. Eingeschränkte Verwertungsaussichten durch VDS-Richtlinie 2839

Eine Hürde besteht zudem beim Schalten über die Steckdosen. In diesem Zusammenhang gibt es u. a. noch versicherungstechnische Herausforderungen, sodass sich im Bereich des Versicherungsschutzes noch Anpassungen in Zukunft ergeben müssten, um diese Technik durch die Stadtwerke einsetzen zu können. So ist in der *VDS Richtlinie „2839 – Fernwirktechnik in der Elektroinstallation“* im Absatz 5.2 gegen das „Schalten per Steckdosen ohne Überwachung“ folgendes nachzulesen:

Auszug aus der VDS Richtlinie 2839:

5.2.1 *Auf die Installation fernschaltbarer Steckdosen innerhalb von Gebäuden, mit den mobile elektrische Verbraucher betrieben werden sollen, soll aus Sicherheitsgründen verzichtet werden, z.B. unbeabsichtigtes Einschalten eines Elektrogerätes. Anderenfalls sind die Maßnahmen Abschnitt 5.2.2 erforderlich.*

5.2.2 *Ist innerhalb von Gebäuden die Installation von Steckdosen, die durch Fern-wirktechnik eingeschaltet werden können, nicht vermeidbar, so sind Überwachungseinrichtungen für diese Räume vorzusehen. Die Überwachungseinrichtungen müssen Rauch erkennen können, eine Meldung und die Trennung der Steckdosen vom Netz ermöglichen. Sie sind so zu platzieren, dass sie im Fehlerfall ansprechen, bevor eine Brandausweitung erfolgt.*

Alternativ sind nur elektrische Verbraucher anzuschließen, die durch Überwachungseinrichtungen im Gerät möglicher Gefahrezustände selbständig erfasst melden und das Gerät vom Netz trennen.

4.2.3. Eingeschränkte Verwertungsaussichten durch eichrechtliche Vorgaben

Sämtliche Messeinrichtungen, die zur Erfassung und Verwendung der Verbrauchsmesswerte zu Abrechnungszwecken dienen, unterliegen dem Eichrecht gem. §§3 Nr. 13 und Nr. 23 Mess- und Eichgesetz (MessEG) i. V. m. §33 MessEG und damit auch der Eichpflicht gem. §37 (1) MessEG.

Darüber hinaus ist der Verwender von Messwerten gem. §33 (3) MessEG dazu verpflichtet, auf einer – auf Messwerten basierenden – Rechnung, diese Messwerte so übersichtlich darzustellen, dass diese „in einfacher Weise nachvollzogen werden können“. Dies kann auch durch geeignete Hilfsmittel, wie etwa einem Online-Portal oder einer App erfolgen.

Schaltbare Steckdosen, die innerhalb eines Haushalts installiert wurden, selbst wenn diese den Stromverbrauch zuverlässig messen könnten, dürfen demnach nicht zu Abrechnungszwecken herangezogen werden; es sei denn, diese Steckdosen sind regulär geeicht. Daraus resultiert, dass die Vorgehensweise der dynamischen Tarife bei den SW Norderstedt im Rahmen des NEW 4.0-Forschungsprojektes in dieser Form nicht über den Projektzeitraum hinaus aufrechterhalten werden kann.

4.2.4. Eingeschränkte Verwertungsaussichten durch Strompreisabgaben- und steuern

Die *Stadtwerke Norderstedt* haben den „flexiblen“ Strom für 5 ct/kWh angeboten – damit konnten teilnehmende Kunden im Schnitt ca. 3 €/Monat sparen. Bei 10 ct/kWh wären es bei gleicher Anstrengung 1,50 €/Monat, bei 20 ct/kWh dann nur noch 0,75 €/Monat. Trotz aller Anstrengungen von Energieversorgern kann der Strom für Kunden in diesem Modell und außerhalb von NEW 4.0 nicht kostendeckend vermarktet werden. Die Quasi-Fixkosten sind für Strom mit 25 ct/kWh anzugeben, ohne, dass Energieversorger Strom eingekauft haben und einen Gewinn erzielen konnten.

Abbildung 27 stellt die Zusammensetzung des durchschnittlichen Strompreises für Haushaltskunden in Deutschland in 2019 dar. Es wurden nicht die aktuelleren Werte aus dem Jahr 2020 herangezogen, da dort der gültige MwSt.-Satz aufgrund der Covid-19-Pandemie nicht einheitlich war.

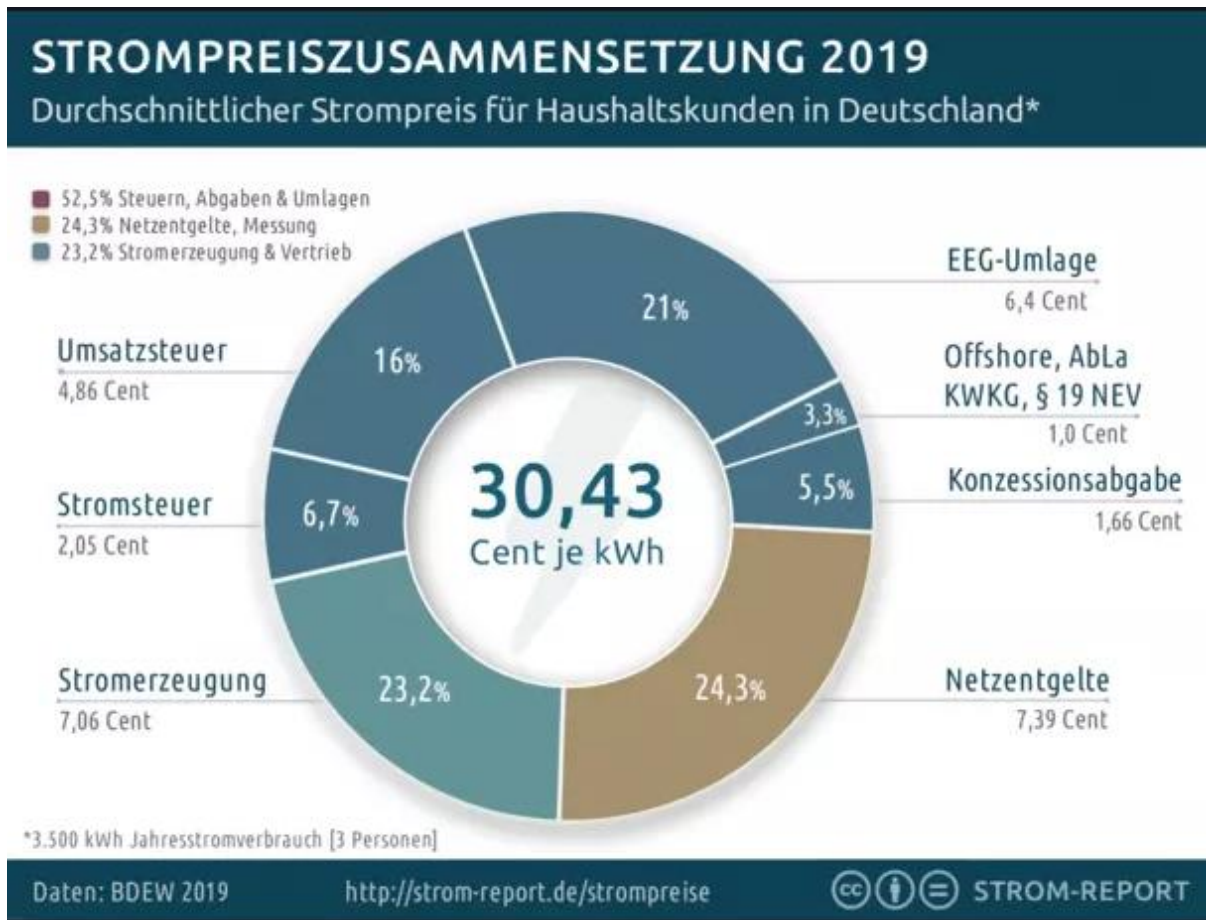


ABBILDUNG 27: ZUSAMMENSETZUNG STROMKOSTEN 2019 (QUELLE: BDEW).

Die Abgaben an den Staat liegen derzeit bei mehr als 50 %, die EEG-Umlage nimmt rund 21 % des Strompreises ein. Es empfiehlt sich daher sowohl die Abgaben- und Steuerpolitik der Strompreiszusammensetzung zu reformieren und für Energieversorger sowie Kunden Anreizsysteme zu schaffen. Das Projekt in NEW 4.0 hat gezeigt, dass Kunden bereit sind sich durch ihr Verbrauchsverhalten anzupassen – allerdings nicht ohne Anreiz.

4.3. Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgs- und Verwertungsaussichten

Maßnahmen der Außendarstellung (Öffentlichkeitsarbeit) sind im Anhang (Anlage B) aufgeführt.

4.4. Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit

4.4.1. E-Mobilität

Das Thema „E-Mobilität“, welches im Zeitraum der Beantragung noch ein „Nischenprodukt“ war, ist mittlerweile ein großes bedeutsames Thema geworden. Es werden E-Autos mit 6.000 EUR vom Staat und 3.000 EUR von Auto-Händlern bezuschusst und gefördert. Dazu werden seit 2021 Wallboxen mit Installation mit 900 EUR gefördert.

Der Bedarf an Elektroautos wächst und das Thema nimmt an Zuspruch zu. Ziel der Bundesregierung bis 2030 sind 10 Millionen Elektroautos in Deutschland. Das wären statistisch 10.000 Elektroautos in Norderstedt.

Die Netzbetreiber stehen vor einer großen Herausforderung. Nach der *Covid-19* Pandemie werden künftig wieder der überwiegende Teil der Bevölkerung zwischen 16 – 18 Uhr nach Hause kommen und auf dem heimischen Grund laden.

Das ist heute kein Problem. Die Zuleitungen zu Häusern, in Straßenzügen und Bezirken sind ausreichend berechnet ausgebaut. Bei Waschmaschinen, Trockner und Geschirrspülern gibt es statistische Berechnung und statistische Verteilungen, dass nicht alle gleichzeitig waschen, trocknen und Geschirr spülen.

Bei E-Autos wird es aber anders sein. Die Besitzer werden nicht extra zur Garage respektive Carport gehen, um das Auto später zu laden. Auf der einen Seite haben hat Norddeutschland viel Energie und könnten diese gezielt dafür einsetzen; auf der anderen Seite wird das Netz der Netzbetreiber irgendwann ab einer bestimmten Anzahl von gleichzeitig ladenden E-Autos massiv bedroht.

Hierzu muss es eine netzdienliche, intelligente Lösung geschaffen werden.

Diese muss die Wünsche oder eher Ängste der Kunden nehmen, die immer befürchten morgens nicht losfahren zu können. Und auf der anderen Seite die Netzbetreiber, die den Netzausbau aus ökonomischen und ökologischen Gründen verhindern möchten. Es muss also in die Richtung „Intelligenz“ gehen gepaart mit „preislichen Anreizen“.

4.4.2. Forschung zur Kundenantizipation von negativen Preisanreizen und Potentialen für die Lastverschiebung

Im Rahmen des durchgeführten Forschungsvorhabens wurden Kunden über positive Preisanreize incentiviert. Wurde zu für den Netzbetreiber günstigen Zeiten Strom verbraucht war diese zu attraktiven Konditionen zu beziehen. Bisher nicht untersucht ist die Frage wie sich negative Preisanreize auf das Kundenverhalten auswirken. Wie würde die beteiligte Kundengruppe sich verhalten, wenn der Strom zu einigen Zeiten besonders preiswert abgegeben werden kann und zu anderen Zeiten dafür besonders teuer? Zu Untersuchen wäre das durch diese Variable steigende, sinkende oder stagnierende Potential für Lastverschiebungen. In diesem Zusammenhang ist auch die Auswirkung auf die Außenwirkung des Netzbetreibers zu untersuchen und diese veränderte Wirkung dem Nutzen durch die geänderte Lastverschiebung gegenüber zu stellen.

Es liegen keine Voraussetzungen für eine Umsetzung, über die in dem vorliegenden Forschungsprojekt geleisteten Vorarbeiten hinaus, vor.

4.4.3. Sektorübergreifende Energiespeicherung

Ein weiteres Themengebiet für die Anschlussforschung wird in der sektorübergreifenden Energiespeicherung gesehen. Dazu schließt sich die *Stadtwerke Norderstedt* als (Teil-)Projektleitung bzw. Mitarbeitende folgendem Forschungsvorhaben von M.Sc. Jelto Lange und Prof. Dr.-Ing. Martin Kaltschmitt an:

Der Anteil fluktuierender Stromerzeugung aus Wind und PV im Stromversorgungssystem hat jüngst deutlich zugenommen und wird weiter steigen. Damit nimmt die Notwendigkeit zu, Maßnahmen zu implementieren, mit denen trotz zunehmender Fluktuationen weiterhin eine sichere, kostengünstige und umweltverträgliche Versorgung gewährleistet werden kann.

Vor diesem Hintergrund ist es das Ziel des Projektes, eine sektorübergreifende Speicheroption vertieft zu untersuchen und ausgehend davon heute schon umsetzbare Speicherkonzepte bzw. die daraus resultierenden Geschäftsmodelle zu identifizieren, in Zusammenarbeit mit einem Energieversorger, der Endkunden beliefert, zu demonstrieren und ausgehend von den Ergebnissen der Demonstration zu bewerten.

Das Speicherkonzept sieht dabei die Implementierung von Heizpatronen in vorhandenen Heizsystemen privater Haushalte vor, um zwischen Heizen mit Strom und Erdgas wechseln zu können. Durch den Betrieb der elektrischen Heizpatronen in Zeiten, in denen andernfalls die Stromerzeugung auf Basis fluktuierender erneuerbarer Energien die Nachfrage nach elektrischer Energie überschreitet, kann Erdgas durch ansonsten abgeregelte Energie substituiert werden. Durch eine Rückverstromung des substituierten und gut speicherbaren Erdgases, sobald die Nachfrage nach elektrischer Energie erneut das Stromdargebot aus erneuerbaren Energien überschreitet, ist darüber hinaus eine bilanzielle Energiespeicherung möglich. Ziel ist es, durch intelligente und dezentrale Koordination einer Vielzahl

entsprechender Einzelanlagen Systemdienstleistungen erbringen zu können und die Integration Erneuerbarer Energien voranzutreiben.

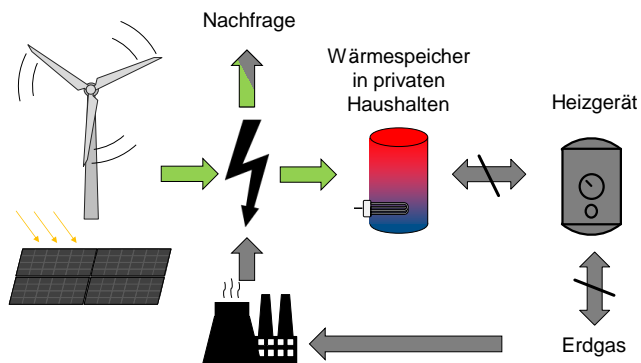


ABBILDUNG 28: PROJEKTSKIZZE FORSCHUNGSVORHABEN SEKTORÜBERGREIFENDE ENERGIESPEICHERUNG

Im Rahmen des Projektes soll daher das beschriebene Konzept detailliert analysiert und im Rahmen einer Demonstration erprobt werden. Die Ergebnisse der Demonstration sollen dann für eine umfangreiche Konzeptbewertung verwendet werden.

5. Darstellung der Zusammenarbeit

5.1. Zusammenarbeit mit anderen Schaufenstern, Begleitforschung und darüber hinaus

– Keine –

5.2. Darstellung der Zusammenarbeit mit Verbundpartnern

Siehe auch Kapitel 1.4.2 des Abschlussberichts (öffentlicher Teil)

Im Rahmen des NEW 4.0 Teilvorhabens der Stadtwerke Norderstedt wurden weitere Forschungsaktivitäten und Feldtests mit Verbundpartnern unternommen. Hierzu zählen insbesondere Projekte mit den beiden Unternehmen Hamburg Energie und SH Netz. Diese werden im Folgenden dargestellt.

Hamburg Energie Use Case 1 (Schneller, lokaler Intraday-Handel + EnergiePlattform)

Gemeinsam mit *Hamburg Energie* wurde ein Demonstrator-Projekt realisiert, bei dem der Anwendungsfall „Hafenwind für Haushalte“ mit Hilfe einer *EnergiePlattform* als Digitaltechnologie aufgesetzt wurde (Abbildung 29).

Die beiden wesentlichen Ziele dieses Projekts waren zum einen, den Hafenwind-Überschuss mit dem Flexibilitätsanbieter *Stadtwerke Norderstedt* bzw. deren Testhaushalten zu verbinden. Zum anderen sollte über Bundeslandgrenzen hinweg zusammengearbeitet werden (Hamburg/Schleswig-Holstein).

Das Vorgehen wurde in **Use Case 1 einmalig erfolgreich getestet**: Dazu wurde die notwendige digitale Schnittstelle implementiert, sodass ein Dunkelverarbeitungsprozess gestartet werden konnte, bei dem zwei Maschinen regelbasiert miteinander interagiert haben.

Hamburg Energie Use Case 2

In Use Case 2 gingen die Tests über das reine ein-/ausschalten und technische Interagieren von zwei Maschinen hinaus: Es wurde mengenabhängig geschaltet, sodass über einen längeren Zeitraum in jeder Viertelstunde diejenige Strommenge als flexible Stromnachfrage automatisch eingekauft und zugeschaltet wurde, bis insgesamt 170 kWh als

festgesetzte Energiemenge vollständig geliefert wurden. Anschließend wurde der Schaltimpuls beendet bzw. ein Abschaltimpuls gesendet.

Etwas detaillierter wurde in dem gemeinsamen Feldtest erfolgreich gezeigt, dass verfügbare Windenergie zu einem spezifischen Preis (Angebot) und angemeldete Nachfrage von Energie zu einem spezifischen Preis (Nachfrage) mithilfe des Marktplatzes *EnergiePlattform* gehandelt werden können (Schritt 1).

Auf dieser Basis wurde ein Energielieferkontrakt geschlossen, der bei erfolgreichem Zustandekommen die relevanten Informationen an einen Fernwirkadapter weiterreicht (Schritt 2).

Ausgehend von diesem Fernwirkadapter erreichte ein Signal die Tarifmaschine der Stadtwerke Norderstedt, die wiederum eine Steuerungsanweisung an die – über die Smart-Home Schnittstelle *homee* – schaltbaren Steckdosen eines spezifischen Testkunden weiterleitet (Schritt 3).

Wurde der Strom erfolgreich abgenommen, wurde dies über einen Bot der *Hamburg Energie* geprüft und bestätigt.

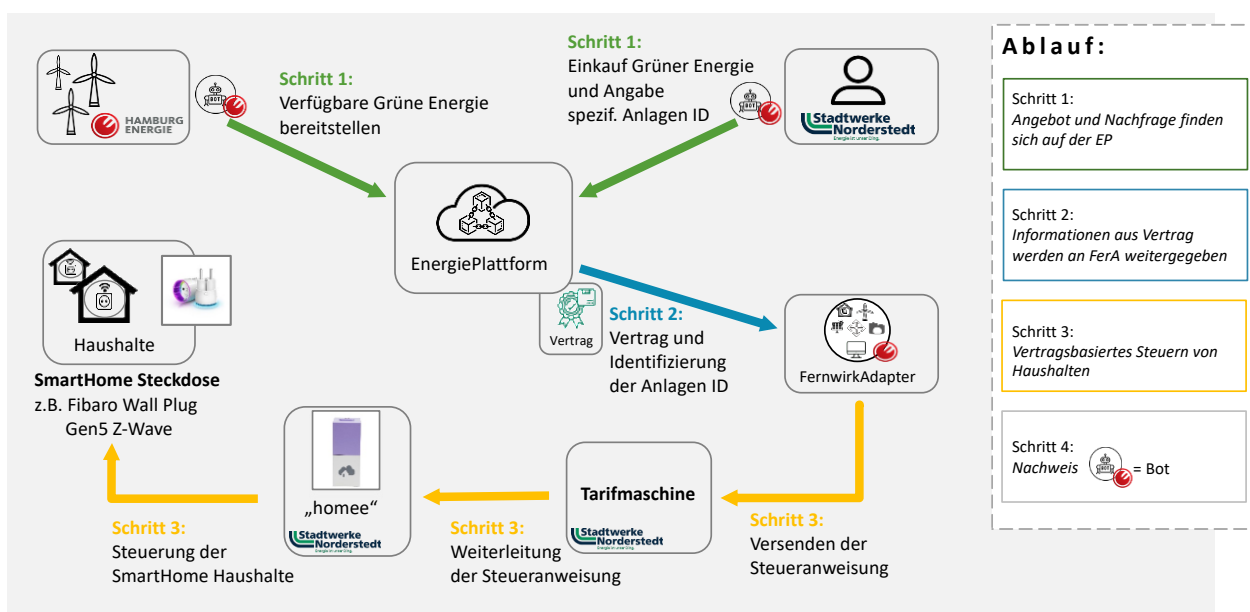


ABBILDUNG 29: PROZESS DES GEMEINSAMEN FELDTESTS "HAFFENWIND TRIFFT HAUSHALTE"

Schleswig-Holstein-Netz (Use Case 1: Aufbau Netzampel, Marktplattform)

Die *Schleswig-Holstein Netz* und *Arge Netz* haben im Rahmen Ihres NEW 4.0 Teilvorhabens die *ENKO-Plattform* entwickelt. *ENKO* steht für „ENERgien intelligent KOordiniert“.

Die *ENKO-Plattform* verbindet die lokalen Verbraucher mit den Netzbetreibern. Auf der Plattform geben Anlagenbetreiber ihren flexiblen Mehrverbrauch als verfügbare Flexibilität an. Die Netzbetreiber ermitteln damit die kostengünstigste und effizienteste Engpassmanagementmaßnahme und wählen die hierfür notwendigen Flexibilitätsangebote aus. Der Flexibilitätsanbieter wird über die Plattform über seinen Zuschlag benachrichtigt (Abbildung 30).

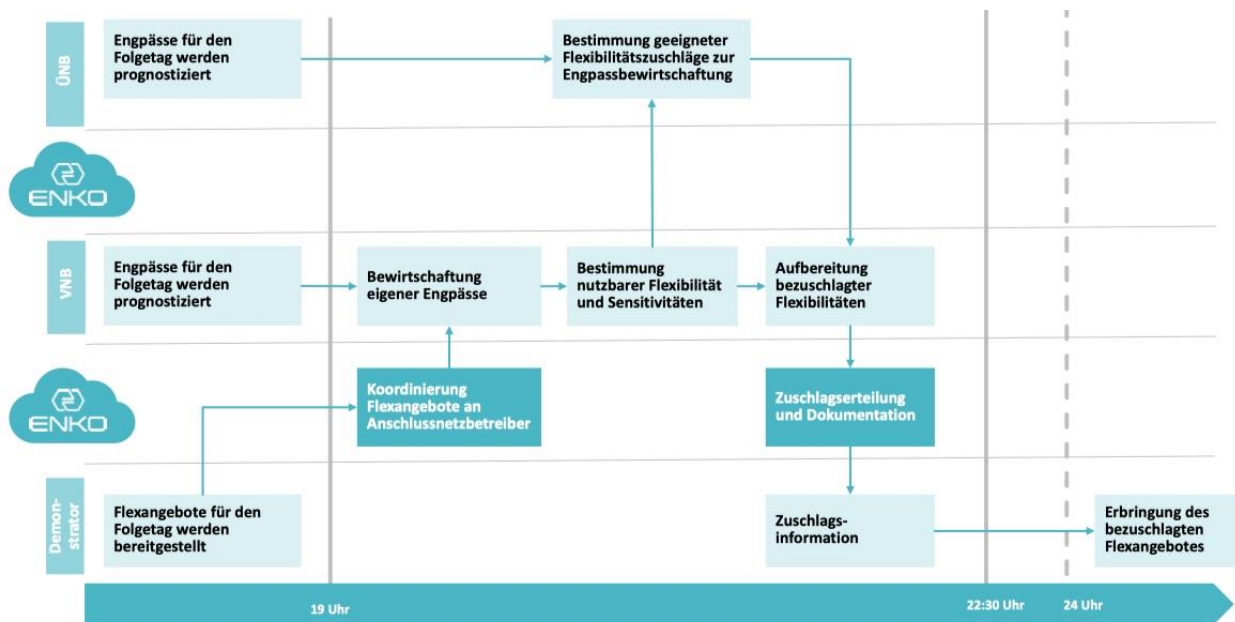


ABBILDUNG 30: PROZESSABLAUF DES ENKO-FELDTESTS

Grundlage hierfür ist die öffentlich zugängliche *Netzampel* von SH Netz: Über die Website (www.netzampel.energy) kann die aktuelle Einspeisereduzierung von Erneuerbaren Energien ins Netz beobachtet werden. In einer interaktiven Karte wird gemeindegerecht dargestellt, welche Erneuerbaren Energien Anlagen aktuell ihren Grünstrom nicht ins Netz einspeisen können (Abbildung 31).

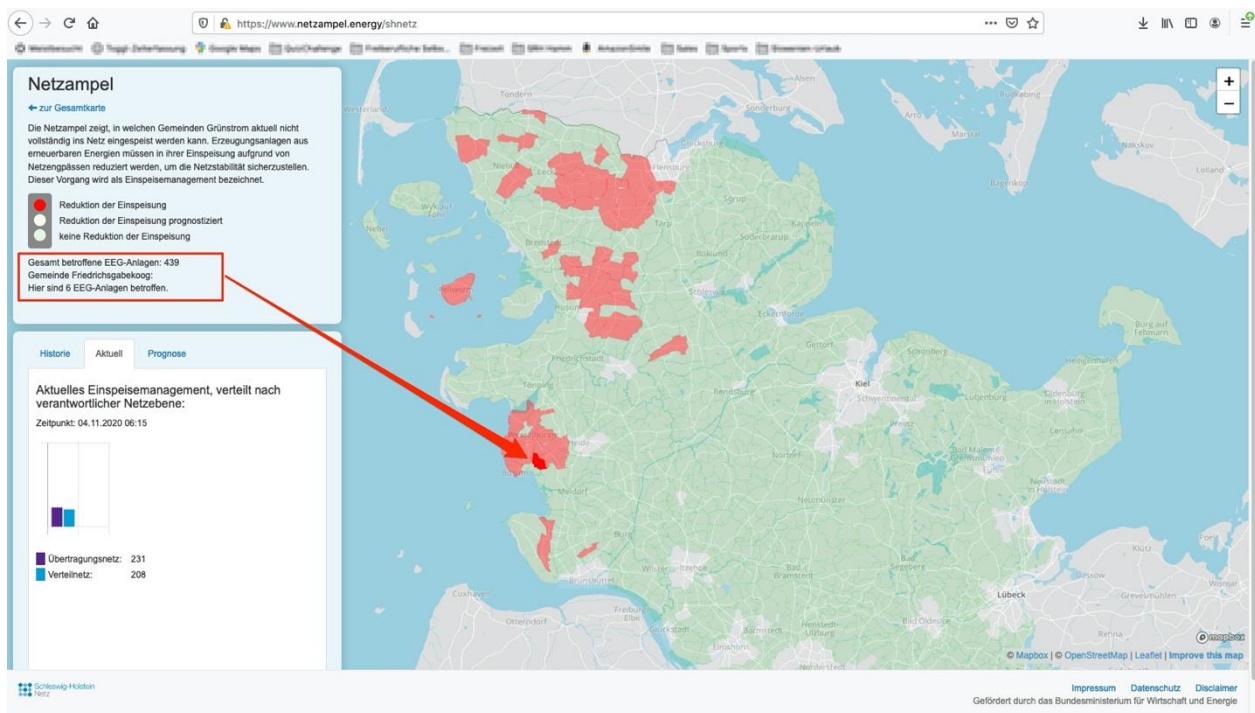


ABBILDUNG 31: BEISPIELANSICHT DER SH-NETZAMPEL ZUM 04.11.20, 06:15 UHR

Die *Stadtwerke Norderstedt* haben als Demonstrator an diesem Use Case partizipiert, indem Kleinstflexibilitäten der vielen Testhaushalte als flexible Nachfrage über die *ENKO-Plattform* angeboten wurden. In Use Case 1 wurde das reine ein-/ausschalten auf Ebene der sechs Umspannwerke in Norderstedt über die *ENKO-Plattform* getestet.

Schleswig-Holstein-Netz (Use Case 2)

In Use Case 2 kamen die festgelegten strommengenabhängigen Schaltvorgänge hinzu. Auch hier sollte gezeigt werden, dass so ein Handel von überschüssigem Strom über eine Plattform möglich ist und dass es sich hierbei ebenfalls um eine sehr effiziente Form der Abnahme von Überschussstrom handeln kann.

Die Zuschlagserteilung von Flexangeboten erfolgte als ein reiner Dunkelverarbeitungsprozess, bei dem zwei Maschinen regelbasiert miteinander interagieren.

6. Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

6.1. Keine kurzzyklische Preisdynamik

Die erste Überlegung bei den Stadtwerken war, dass die Stromtarife sich preislich permanent 15 stündlich an den Markt anpassen. Nach Abstimmungen, Diskussionen und rechtlicher Beratung haben die Stadtwerke Norderstedt davon Abstand genommen.

Der Hauptgrund lag an der Nachvollziehbarkeit durch den Kunden. Der Tarif konnte sehr günstig sein, aber auch sehr teuer. In einem Waschgang zum Beispiel ist es am teuersten in den ersten 6 Minuten der Aufheizphase, gefolgt von Waschen über einen langen Zeitraum bis hin zum Schleudern am Ende. In diesem Beispiel vielleicht 90 Minuten Waschgang gäbe es 6 verschiedenen Tarife und Preise. Im schlimmsten Fall kann der Waschgang sogar teurer werden als der normale Hausstromtarif. Die Überlegung es bei zu teuren Preisen automatisch abzuschalten oder zu pausieren, widersprach mehreren Gründen:

- die Kunden brauchen die Wäsche
- die Wäsche darf nicht länger als 2 Stunden im Wasser der Maschine liegen aufgrund der Staunässe
- sämtliche Geräte sind im Haushalt nicht dafür gebaut permanent an und aus geschaltet zu werden
- beim Wiedereinschalten haben viele Geräte keinen Speicher verbaut, um bei Stromausfall (was es hier quasi wäre) wieder dort wie zumachen, wo sie aufgehört haben. Konsequenz wäre also, dass man von vorn beginnen müsste

6.2. Nutzung von intelligenten Messsystemen (iMsys) und CLS Endgeräten

Für die Umsetzung des Vorhabens wurde in der Planungsphase von der Verfügbarkeit von intelligenten Messsystemen ausgegangen. Aufgrund der allgemeinen Verzögerungen bei der Zulassung der Geräte und der lange Zeit ausstehenden Markterklärung musste ein alternativer Lösungsweg eingeschlagen werden um dennoch das Ziel des Forschungsvorhabens zu erreichen und die geplanten Erkenntnisgewinne zu ermöglichen.

Deshalb wurde auf die bestehende Messtechnik nach *EDL-40* gesetzt, um den Gesamtverbrauch eines Haushalts zu ermitteln. Diese Technik ist auch nach der Rechtgebung des Messstellenbetriebsgesetzes unter den Regeln des Bestandschutzes einsetzbar. Zudem wurde für die direkte Messung von Verbrauchern auf ein Smart-Home-System gesetzt, welches an die zentrale Tarifmaschine angebunden wurde.

Um auch ohne generelle Verfügbarkeit der intelligenten Messsysteme die Anbindbarkeit von Smart-Home Systemen über den sicheren CLS Kanal zu untersuchen wurden Testgeräte verwendet, um die Prozesse und Technik zu untersuchen.

Wesentlicher Hemmnisse hierbei waren:

- **Erst im Projektverlauf reifende Hardware der Smart-Meter-Gateways**

Die verfügbaren Test Smart-Meter-Gateways kämpften langezeit mit Hardware Problemen wie zum Beispiel großer Wärmeentwicklung als auch mit Softwareänderungen, die durch den Zulassungsprozess unabdingbar waren. Dies führte dazu das die Geräte für das Projekt unter Einbezug von Endkunden keine stabile Grundlage darstellten.

- **Geringe Leistungsfähigkeit der Smart-Meter-Gateways**

Durch die hohe Wärmeaufnahme waren Hersteller gezwungen die Leistungsfähigkeit der Geräte zu reduzieren. Dies führte allerdings dazu, dass die Messwertfrequenz - welche für das Vorhaben notwendig gewesen wäre - teilweise nicht erreicht werden konnte.

- **Nicht alle Tarifierungsfälle (TAF) verfügbar**

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wäre insbesondere die Verwendung des TAF 14 interessant gewesen. Die kurzzyklische Datenübertragung hätte das Potential gehabt die Informationen aus dem gesamten Zählerstandsgang der Haushalte zu verdichten. Dieser TAF steht allerdings erst seit Ende 2020 zu Verfügung und war somit im Rahmen der Feldphase nicht nutzbar.

NAME	BESCHREIBUNG
TAF 1 Datensparsame Tarife	Auslesen von Zählerstand auch als Summe von Verbrauch und Einspeisung mehrerer Zähler (minimale Auflösung: ein Zählerstand pro Monat).
TAF 2 Zeitvariable Tarife	Zeitabhängiger Stromtarif für mehrere Tarifstufen (ähnlich heutigem HT/NT-System).
TAF 3 Lastvariable Tarife	Leistungsabhängiger Stromtarif für mehrere Laststufen: Die für die jeweilige Stufe zugrunde liegende Leistung kann durch den Istwert oder durch einen Mittelwert bestimmt werden.
TAF 4 Verbrauchsvariable Tarife	Einteilung der verbrauchten Energie in Verbrauchsstufen, wobei jede Stufe ein Mengenkontingent aufweist: Ist das Kontingent einer Stufe überschritten, wird zur nächsthöheren gewechselt.
TAF 5 Ereignisvariable Tarife	Ereignisabhängiger Stromtarif in definierten Tarifstufen: Die Ereignisse können SMGW-intern oder durch einen externen berechtigten Akteur hervorgerufen werden.
TAF 6 Abruf von Messwerten im Bedarfsfall	Für nicht planbare Situationen wie Umzug, Lieferantenwechsel etc. werden für die letzten 6 Wochen tägliche Messwerte vorgehalten.
TAF 7 Zählerstandsgangmessung	Erfassung (im Takt der Registerperiode) und Versendung von Zählerstandsgängen (Verbrauch und Erzeugung).
TAF 8 Erfassung der Extremwerte für Leistung	Min.- bzw. Max.-Leistung im Abrechnungszeitraum wird durch den jeweiligen Leistungsmittelwert je Registereintrag gebildet (Verbrauch und Erzeugung).
TAF 9 Ist-Einspeisung einer Erzeugungsanlage	Leistungsabfrage im Rahmen einer Energiemanagementmaßnahme (darf nicht zu Abrechnungszwecken verwendet werden).
TAF 10 Abruf von Netz Zustandsdaten	Periodisch oder bei Ereignis (Über- oder Unterschreitung eines Schwellwertes).
TAF 11 Steuerung von unterbrechbaren Verbrauchseinrichtungen und Erzeugungsanlagen	Bei Steuersignal oder weiteren externen Ereignissen werden der Zeitpunkt sowie der aktuelle Zählerstand festgehalten.
TAF 12 Prepaid-Tarif	Es wird eine bestimmte Energiemenge bereitgestellt und bei Überschreiten bzw. einem definierten Schwellwert ein Signal an EMT und Kunde generiert.
TAF 13 Letztverbraucher-Visualisierung	Alternative Bereitstellung der Messwerte an der WAN- anstatt der HAN-Schnittstelle für die Visualisierung.

© hw.design, München

- **Lokation der Smart-Meter-Gateways in den Liegenschaften**

Die Zählerschränke der Kunden befinden sich meist im Keller. Insbesondere in Mehrfamilienhäusern ist kein direkter kabelgebundener Kommunikationsweg zwischen Stromzähler und Wohnung möglich. Da das Smart-Home-System allerdings für seine Aufgabe in den Wohnungen installiert werden muss, wäre eine Verbindung von Smart-Home-System und dem CLS Kanal des Smart-Meter-Gateways nur unter Aufwendung erheblicher Kosten möglich.

- **Fehlende Unterstützung von CLS für Haushaltselektronik, insbesondere Smart-Home-Systeme**

Es gibt aktuell noch keine Smart-Home-Systeme am Markt, welche von Haus aus direkt über CLS angebunden werden können. Es wäre also eine IP/CLS Adapter notwendig dessen Entwicklung zusätzliche Ressourcen in Anspruch genommen hätte.

Als Ergebnis der Versuche wurde auch im weiteren Projektverlauf kein Wechsel der Technik vorgenommen. Eine Verwendung von intelligenten Messsystemen hätte die Forschungsergebnisse nicht wesentlich beeinflusst aber erhebliche Ressourcen reserviert und Kosten verursacht.

7. Präsentationsmöglichkeiten

Maßnahmen der Außendarstellung (Öffentlichkeitsarbeit) sind im Anhang (Anlage B) aufgeführt.

8. Zahlenmäßiger Nachweis wichtiger Positionen / Einhaltung der Kosten- und Zeitplanung

Verwendungsnachweis

Zahlenmäßiger Nachweis gem. Nr. 19.3 NKBF 98

für die Zeit vom 01.12.2016 bis 30.11.2020 zum Zuwendungsbescheid

des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie vom 29.11.2016

Förderkennzeichen: 03SIN426

Zuwendungsempfänger: Stadtwerke Norderstedt

Thema des Vorhabens: Verbundvorhaben: New 4.0 Norddeutsche Energiewende; Teilvorhaben:
Implementierung eines dynamischen Tarifmodells für Haushaltskunden.

1. Nachkalkulation der gesamten Selbstkosten

1.1 Position	Gesamtvorkalkulation (€)	Gesamtnachkalkulation (€) ^{*)}
0813 Material	85.305,00	85.304,58 €
0823 FE-Fremdleistungen	603.427,00	603.426,70 €
0837 Personalkosten	1.130.330,00	1.123.501,57 €
0838 Reisekosten	0,00	0,00 €
0847 Abschreibungen auf vorhaben-spezifische Anlagen	471.844,00	475.493,58 €
0848 Abschreibungen auf sonstige genutzte Anlagen des FE-Bereichs	0,00	0,00 €
0850 sonstige unmittelbare Vorhabenkosten	847.834,00	842.305,20 €
0855 Summe unmittelbare Vorhabenkosten (Pos. 0813 – 0850)	3.138.740,00	3.130.031,63 €
0856 Kosten innerbetrieblicher Leistungen	0,00	0,00 €
0860 Verwaltungskosten	0,00	0,00 €
0881 gesamte Selbstkosten des Vorhabens (Summe Pos. 0855 – 0860)	3.138.740,00	3.130.031,63 €

^{*)} In der Gesamtnachkalkulation dürfen als mit Marktpreisen kalkulierte Teilleistungen höchstens 20 % des der Bewilligung zugrunde liegenden Selbstkostenhöchstbetrages angesetzt werden.

1.2 Pauschalierte Kostenabrechnung gem. Nr. 5.6 NKBF 98: ja nein

Bei pauschalierter Abrechnung sind die Anlagen 1 bis 3 Bestandteil des Verwendungsnachweises. Die Vorlage der Stundennachweise (Anhang 1) entfällt aber ggf. bei Verzicht auf Anforderung aufgrund einer Regelung im Zuwendungsbescheid.

- 2 -

**2. Verkaufserlöse bzw. Wertausgleich für Ergebnisse im Sinne von Nr. 9.4 NKBF 98
– auch aus Aufträgen mit Dritten – (entwickelte Gegenstände, Versuchsanordnungen,
Modelle, Baumuster – Prototypen –)**

2.1 Kommt ein Wertausgleich gem. Nr. 9.5 NKBF 98 in Betracht?

ja Bitte Vorschlag zur Bewertung mit einer Zusammenstellung der betreffenden Teile des Ergebnisses (mit Angabe der Abschreibungsraten pro Jahr) vorlegen.

nein Bitte kurze Begründung, falls für vorhandene Ergebnisteile kein Wertausgleich vorgeschlagen wird.

2.2 Kommt ein Wertausgleich gem. Nr. 3.5 NKBF 98 (für Gegenstände aus **Aufträgen** mit Dritten auf **Ausgabenbasis**) in Betracht, der nicht bereits nach Nr. 9.5 NKBF 98 zu berücksichtigten ist?

ja Bitte Vorschlag zur Bewertung mit einer Zusammenstellung der betreffenden Gegenstände vorlegen.

nein Bitte kurze Begründung, falls für vorhandene Gegenstände kein Wertausgleich vorgeschlagen wird.

- 3 -

3. Nachweis der Finanzierung und Berechnung des Bundesanteils

		lt. Vorkalkulation/ Zuwendungs- bescheid	lt. Nachkalkulation	ohne Q4 / 2020 vom PT/BM anerkannt
3.1	gesamte Selbstkosten des Vorhabens	€ 3.138.740,00	3.138.740,00	2.966.677,31
3.2	Förderquote	% 30,00	30,00	30,00
3.3	bewilligte Zuwendung (Höchstbetrag)	€ 941.622,00	941.622,00	941.622,00
3.4	Mittel Dritter/Einnahmen (insgesamt)	€ 0,00	0,00	0,00
3.5	zusätzliche Deckungsmittel gem. Nr. 2 NKBF 98 • Mittel Dritter / Einnahmen in Zeile 3.4, die nachkalkula- torisch den vorkalkulatorischen Betrag übersteigen • ggf. Wertausgleich gem. Nr. 9.4 NKBF 98	€ /	/	/
3.5.1	davon auf den Bundesanteil anzurechnen [3.5 <i>multipliziert</i> mit 3.2]	€ /	/	/
3.6	Bundesanteil [Zeile 3.1 <i>multipliziert</i> mit 3.2 (<i>höchstens</i> jedoch bewilligte Zuwendung gem. Zeile 3.3) <i>minus</i> Zeile 3.5.1]	€ 941.622,00	941.622,00	890.003,19
3.7	Eigenanteil [Zeile 3.1 <i>minus</i> 3.4 minus 3.6]	€ 2.197.118,00	2.197.118,00	2.076.674,12

4. Abrechnung der Bundesmittel

4.1	Erhaltene Bundesmittel (siehe Datum des jeweiligen BMWi -Abrechnungsschreibens)					
	am	07.09.2017	€ 61.968,86	am	27.04.2020	€ 103.031,50
	am	06.12.2017	€ 49.540,80	am	11.05.2020	€ 90.835,96
	am	11.06.2018	€ 79.928,99	am	24.08.2020	€ 53.058,78
	am	22.08.2018	€ 65.177,60	am	01.12.2020	€ 10.146,82
	am	16.11.2018	€ 100.350,69	am		€
	am	27.08.2019	€ 127.279,73	am		€
	am	21.10.2019	€ 66.366,28	am		€
	am	21.11.2019	€ 39.773,99	am		€
			Insgesamt:	€		847.460,00
4.2	abzüglich Bundesanteil gem. Zeile 3.6 der Nachkalkulation		€			941.622,00
4.3	Überzahlungen/nicht erhaltene Bundesmittel		€			94.162,00

Überzahlungen werde(n) ich/wir unverzüglich und unaufgefordert unter Angabe eines mir noch mitzuteilenden Kassenzzeichens auf folgendes Konto zurückzahlen.

Empfänger/Kontoinhaber: Bundeskasse-Dienstort Halle

Bei: Deutsche Bundesbank, Filiale Leipzig

BIC: MARKDEF1860

IBAN: DE3886000000086001040

Die noch nicht erhaltenen Mittel bitte(n) ich/wir noch zu überweisen.

5. Angaben über beantragte bzw. erhaltene Investitionszulagen (Nr. 4.4 und Nr. 9.6 NKBF 98)

5.1 Sind

- * ausschließlich für das Vorhaben beschaffte oder hergestellte Gegenstände vorhanden, die während der Laufzeit des Vorhabens **voll abgeschrieben** wurden? ja nein
- * ausschließlich für das Vorhaben beschaffte oder hergestellte Gegenstände vorhanden, die während der Laufzeit des Vorhabens **nicht** voll abgeschrieben wurden? ja nein
- * in Nr. 9.4 NKBF 98 genannte Ergebnisse oder deren Teile vorhanden, bei denen gem. Nr. 9.6 NKBF 98 zu verfahren ist? ja nein

Sofern zutreffend, ist eine Zusammenstellung der betreffenden Gegenstände (mit Angabe der Abschreibungsraten pro Jahr) bzw. des Ergebnisses oder deren Teile beizufügen. **siehe Excelaufstellung in der Mobycloud**

- 5.2 Eine Investitionszulage wurde beim Finanzamt beantragt für **Gegenstände** gem. Nr. 4.4 NKBF und/oder **Ergebnisse oder deren Teile** nach Nr. 9.6 NKBF 98 mit **Kosten in Höhe von** € /
- 5.3 Vom Finanzamt gewährte Investitionszulage € /
- 5.4 Davon Bundesanteil (= % von 5.3) in Höhe von € /
- 5.5 Der Betrag von / € (5.4) wurde überwiesen am:

- 6. Sind Aufträge an Dritte nach Nr. 3.3 und Nr. 3.4 NKBF 98 vergeben worden? ja nein
- Sofern zutreffend, sind Verträge, Schlussrechnungen und Schlussniederschriften gem. Nr. 19.4 NKBF 98 **beizufügen** (bei mehreren Aufträgen sind die einzelnen Auftragnehmer und Auftragssummen auf besonderem Blatt aufzuführen).

Die Richtigkeit und Vollständigkeit der vorstehenden Eintragungen sowie der beigefügten Anlagen werden hiermit bestätigt.

Norderstedt, den 17.02.2021
Ort Datum

Rechtsverbindliche Unterschrift und Firmenstempel



Stadtwerke Norderstedt
Heidbergstr. 101-111 | Tel. 0476/5204-0
22946 Norderstedt

Anlage A:

– entfällt –

Anlage B:

Maßnahmen der Außendarstellung (Rückblick Berichtszeitraum)

1 Publikationen, Pressemitteilungen, Medienpräsenz

a) Publikationen in Fachzeitschriften

- E&M powernews vom 11.09.2018: Norderstedter Flexibilitäts-Test.
- NETZ+WERK (Kundenmagazin Stadtwerke Norderstedt) 01/2018: Die Stadtwerke Norderstedt haben das Projekt NEW 4.0 ins Leben gerufen, um ein zukunftsfähiges Energiesystem zu entwickeln, das zum Klimaschutz beiträgt und bezahlbar ist.
- Zfk+ vom 08.03.2019: SW Norderstedt: Bereits 700 Testkunden nutzen überschüssige Windenergie
- Computer Bild (07.06.2019)
- 50,2 Hertz Zeitschrift (08/2019)

b) Berichte, Interviews, Zeitungsartikel und Pressemitteilungen

- Deutschlandfunk Kultur vom 24.07.2018: Alles steht und fällt mit dem Stromnetzausbau.
- Die Welt (Anzeigen-Sonderveröffentlichung) 04/2019: Mit Windenergie Geld sparen.
- Hamburger Abendblatt u. a. vom 17.05.2018, 10.09.2018 und 30.10.2019: Stadtwerke Norderstedt suchen 2000 Testpersonen.
- HanseStyle (Hamburger Zeitschrift), 26.06.2018: Dynamischer Stromtarif für Haushaltskunden.
- Heimatspiegel Norderstedt vom 18.11.2018: Dynamischer Stromtarif für Haushaltskunden.
- Lübecker Nachrichten vom 26.09.2018: Die ersten 350 Norderstedter proben die Energiewende.
- MeterPan Express (Kundenzeitschrift) vom 08/2018: Wechselnden Windstrom für Kunden attraktiv vermarkten.
- MeterPan Blog, z. B. vom 25.06.2020: Smart gespart – mit dem Smart Meter Cockpit (weitere) Anreize für den Endverbraucher schaffen (Link: <https://www.meterpan.de/blog/smart-gespart-smart-meter-cockpit-anreize-schaffen>).
- NDR Artikel vom 18.02.2019: Testkunden bekommen Windparkstrom im Überfluss.
- NDR Mitschnitt: Kundenreportage vom 29.08.2019: NEW 4.0 Teilnehmer Patrick Hesse aus Norderstedt erzählt von seinem täglichen Umgang mit der Herausforderung der effizienten Stromnutzung.
- NEW 4.0 Blog, z. B. vom 19.06.2019: Viel Dynamik an den Steckdosen: Ein Interview mit Thorsten Meyer von den Stadtwerken Norderstedt (Link: <https://new4-0.erneuerbare-energien-hamburg.de/de/new-40-blog/details/4027.html>)
- Newsletter eehh (Erneuerbare Energien Hamburg)
- NOA 4 Fernsehbeitrag vom 29.08.2019: Warum forschen wir?
- Web-Seminar vom 22.07.2020: Bei viel Wind, günstiger Strom für Haushaltskunden | Stadtwerke Norderstedt testen innovatives Demand-Side-Management.

c) Ergänzende Auftragsstudien

- BET Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH (Hrsg.) (2020): Abschlussbericht AP2: Konzepterstellung dynamische Lastflussrechnung.
- BET Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH (Hrsg.) (2020): Abschlussbericht AP3: Auswertung der Testphase.
- BET Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH (Hrsg.) (2020): Abschlussbericht AP4: Bewertung des Messintervalls.

- BSH Hausgeräte GmbH und KEO GmbH (Hrsg.) (2019): Entwicklung eines CEM (Customer Electronic Management System).
- e-fect dialog evaluation consulting eG (Hrsg.) (2019): Auswertung Befragungswelle 1.
- e-fect dialog evaluation consulting eG (Hrsg.) (2020): Auswertung Abschlussbefragung (Befragungswelle 2).
- e-fect dialog evaluation consulting eG (Hrsg.) (2020): Auswertung Nichtnutzer-Befragung.
- FfE – Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH (Hrsg.) (2019): Abschlussbericht zum Projekt: Machbarkeitsstudie dynamische Tarifmodelle.
- BBH Becker Büttner Held Hamburg (Hrsg.) (2020): Bewertung potenzieller neuer Liefer- und Preismodelle Strom.

d) Akademische Studien- und Abschlussarbeiten

- Rene Beele (2020): Mastherthese – Dynamische Stromtarife bei Haushaltskunden. Entwicklung eines Potenzial- und Bedarfsanalyse-Tools für Energieversorger in Zusammenarbeit mit den Stadtwerken Norderstedt.
- Dominik Hattensauer (2019): Masterarbeit – Entwicklung eines Home Energy Management Systems zur Steuerung eines Batteriespeichers in Verbindung mit dynamischen Tarifmodellen.,
- Theresa Rhön (2018): Bachelorthese – Untersuchungen von drahtlosen Übertragungstechniken im Bereich“Smart Home“.
- Elisabeth Viktor (2019): Infrastruktur-Resilienz in Zeiten des Klimawandels (SYnAPTIC-Projekt).

2 Messepräsenzen

- E-World Messe (06.-08.02.2018, Essen): NEW 4.0 Partner.
- BUGLAS Messe (05.06.2018, Norderstedt): Vortrag zu NEW 4.0.
- BBWF Broadband World Forum (23.-25.10.2018, Berlin): Ausstellung des Exposé.
- Messe rund ums Haus (02.-03.02.2019, Norderstedt): Vorstellung NEW 4.0.
- E-World Messe (04.-07.02.2019, Essen): Vorstellung NEW 4.0.
- Messe rund ums Haus (01.-02.02.2020, Norderstedt): Vorstellung NEW 4.0.

3 Projekt-/Ergebnisvorstellungen auf Konferenzen, in Vorträgen und Delegationsreisen

- VKU Jahrestagung (04.06.2018, Berlin): Vortrag zu NEW 4.0.
- ISP Kundenveranstaltung (10.09.2018, Norderstedt): NEW 4.0 Vorstellung bei Bauunternehmern.
- Veranstaltung Digitaler Stresstest (13.11.2018, Norderstedt): Kurzvortrag zu NEW 4.0 bei SMART Home Vortrag.
- Stadtwerke Bad Honnef (17.-18.01.2019, Bad Honnef): Workshop Energiewende, Vorstellung NEW 4.0.
- Energie Einkaufsgesellschaft EEG (28.03.2019, Norderstedt): Vorstellung NEW 4.0.
- Verbraucherzentrale SH (16.05.2019, Norderstedt): Vorstellung NEW 4.0.
- Moot Court der Bucerius Law School (22.08.2019, Hamburg): Podiumsdiskussionspartner und Vorstellung NEW 4.0 Projekt.
- Renewable Energy Hamburg (26.08.2019, Cuxhaven): Expertengespräch Grüner Wasserstoff und Offshore Windtechnik.
- Stiftung Umweltenergierecht (22.06.2020, Online): Webinar.
- EEHH Sommerfest (21.08.20, Hamburg): Vortrag NEW 4.0 mit Hamburg Energie.
- Energieforen Leipzig (08.10.20, Leipzig): Vorstellung NEW 4.0.

4 Stakeholder-Dialog mit (Fach-)Besuchern, Delegationen etc.

a. Gesamtzahl Fachbesucher (Schätzung):

Die Maßnahmen wurden oben dargestellt. Insgesamt gab es Fachdialoge in diesem Rahmen mit ca. **80 Personen**.

b. Gesamtzahl Besucher aus der „allgemeinen Öffentlichkeit“ (Schätzung):

Die Maßnahmen wurden oben dargestellt. Insgesamt gab es in dem Zusammenhang ca. **750 Besucher**.

5 Station Roadshow

- Teilnahme bei Start der Roadshow am 31.05.2018 bei der Handelskammer Hamburg (ca. **300 Personen**)
- Ausrichter der Station Roadshow bei SW Norderstedt im Juli 2018 (ca. **300 Personen**)

6 Weitere, allgemeine Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit

TABELLE 5: CHRONOLOGISCHE AUFLISTUNG DER VERANSTALTUNGSTEILNAHME VON PROJEKTTILNEHMERN UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Datum	Ort	Partner	Terminname	Teilnehmer SWN
21.02.17	Hamburg	AP1-Partner	Projektleitertreffen AP1	Gries, Berner
29.03.17	Hamburg	AP1-Partner	Projektleitertreffen AP1	Berner
28.06.17	Hamburg	AP1-Partner	Projektleitertreffen AP1	Berner
	Quickborn		Konsortiumstreffen	Berner, Weirich, Gries
05.07.17	Hamburg	NEW4.0 Partner	Treffen der Marktplatz Akteure	Berner
07.09.17	Hamburg	AP1-Partner	Projektleitertreffen AP1	Berner
21.-22.09.2017	Hamburg	AP1-Partner	NEIS 2017 - Conference	Berner
23.10.17	Berlin	Axiros, AVM	bbwf Messe	Berner
16.11.17	Hamburg	AP1-Partner	Projektleitertreffen AP1	Berner
12.12.17	Hamburg	NEW4.0 Partner	Erster NEW4.0 Akteursworkshop	Berner
11.01.18	Hamburg	AP1-Partner	Projektleitertreffen AP1	Gries
16.01.18	Hamburg	Proton	Austausch / Schnittstellen über Blockchain und intelligente Marktplätze	Gries, Sadowski, Pfahl
25.01.18	Hamburg	NEW4.0 Partner	Praxisbericht mit Schnittstellen, Märkten und Digitalisierung zum Strommarkt der Zukunft	Gries
06.02.-08.02.2018	Essen	NEW4.0 Partner	E-World Messe	Gries, Schäning, Hecht
07.03.18	Hamburg	NEW4.0 Partner	HAW Kennnlernen und Roadshow Besprechungen	Meyer
09.04.18	Itzehoe	AP6-Treffen	Projektleitertreffen AP6	Hecht
17.04.18	Hamburg	Kunsthochschule Hamburg	Vorstellung und Vergabe vom Auftrag	Meyer
17.05.18	Norderstedt	Tag der offenen Tür	Vorstellung NEW 4.0	Meyer, Gries
31.05.18	Hamburg	Handelskammer Hamburg	Start der Roadshow NEW 4.0	Meyer, Hecht
31.05.18	Norderstedt	Bundestagsfraktion der Grünen	Informationstag zum NEW4.0	Gries, Weirich
04.06.18	Berlin	VKU Jahrestagung	Vortrag zu NEW 4.0	Meyer
05.06.18	Norderstedt	BUGLAS Messe	Vortrag zu NEW 4.0	Meyer

Datum	Ort	Partner	Terminname	Teilnehmer SWN
11.06.18	Hamburg	AP6-Treffen	Projektleitertreffen AP6	Meyer
12-14.06.2018	Köln	ANGA COM Messe	Austausch zu neuen Techniken	Meyer
22.06.18	Hamburg	Erneuerbare Energien Hamburg Clusteragentur GmbH	Interview für Newsletter	Meyer
25.06.18	Norderstedt	Eichdirektion Nord	Informationstag zum NEW4.0	Gries, Meyer
28.06.18	Hamburg	AP1-Partner	Projektleitertreffen AP1	Meyer
02.07.18	Norderstedt	Hochschule Lübeck	Dr. Staats bzgl. Zusammenarbeit zur Erstellung einer Prognose	Gries, Meyer
03.07.18	Norderstedt	TU Berlin	Herr Seim bzgl. Masterarbeit	Gries, Meyer
06.07.18	Norderstedt	Kunsthochschule Hamburg	Nachbesprechung Ergebnisse	Meyer
16.07.18	Norderstedt	Deutschland Funk	Interview	Meyer
19.07.18	Norderstedt	BSH - Bosch Siemens Haushaltsgeräte	Erstes Gespräch bzgl. Kooperation	Meyer
01.08.18	Norderstedt	Die Welt - Journalist	Sonderbeilage in Welt zum Thema Dynamische Tarife für Haushaltskunden	Meyer
22.08.18	Norderstedt	Freier Journalist	Thema Dynamische Tarife für Haushaltskunden	Meyer
23.08.18	Hamburg	HAW Hamburg	Besprechung Bachelorarbeit "Untersuchung von drahtlosen Übertragungstechniken im Bereich "Smart Home"	Meyer
05.09.18	Hamburg	EE-Cluster	Barcamp Norddeutsche EnergieWende	Meyer
06.09.18	Norderstedt	1ste Infoveranstaltung für Endkunden	Akquise Neukunden	Meyer
07.09.18	Norderstedt	ARGE Netz GmbH	Besprechung mögliche Kooperationen Blockchain	Meyer
10.09.18	Norderstedt	ISP Kundeveranstaltung	NEW 4.0 Vorstellung bei Bauunternehmern	Gries, Meyer
18.09.18	Leipzig	Vorstellung als Gastredner	Energieforum	Meyer
27.09.18	Hamburg	Wind Energie Messe	Besuch der Fachmesse und Gespräche mit der HAW	Hecht / Prignitz
09.10.2018 - 10.10.2018	Stuttgardt	Codeatelier	Besprechung der nächsten Schritte und Software Anpassung	Meyer
12.10.18	Hamburg	HAW Hamburg	Besprechung Bachelorarbeit "Untersuchung von drahtlosen Übertragungstechniken im Bereich "Smart Home"	Meyer
17.10.18	Hamburg	AP6-Treffen	Projektleitertreffen AP6	Meyer
18.10.18	Hamburg	HSU (Helmut Schmidt Universität)	Besprechung einer möglichen Masterarbeit	Meyer
19.10.18	Hamburg	AP1-Treffen	Projektleitertreffen AP1	Meyer
23.10.2018 - 25.10.2018	Berlin	BBWF Broadband World Forum	Ausstellung des Exposés	Meyer
02.11.18	Hamburg	HAW Hamburg	mündliche Prüfung der Bachelorarbeit	Meyer
02.11.18	Norderstedt	ARGE Netz GmbH	2te Besprechung mögliche Kooperationen Blockchain	Meyer
07.11.18	Norderstedt	2te Infoveranstaltung für Endkunden	Akquise Neukunden	Meyer

Datum	Ort	Partner	Terminname	Teilnehmer SWN
08.11.18	Norderstedt	Hochschule Lübeck	Dr. Staats bzgl. 2tes Gespräch Zusammenarbeit zur Erstellung einer Prognose	Gries, Meyer
13.11.18	Norderstedt	Veranstaltung Digitaler Stresstest	Kurzvortrag zu NEW 4.0 bei SMART Home Vortrag	Meyer
20.11.18	Kiel	Stromnetze unter Spannung	EEC: Betriebsführung von Netzen, neue Märkte und die Rolle von Speichern als Flexibilitätstechnologie	Gries, Meyer
21.11.2018 - Jahres Ende	Norderstedt	Berufsschule Norderstedt	Vorstellung NEW 4.0 Projekt gepaart mit Akquise für jüngeres Publikum	Gries, Meyer
04.12.18	Norderstedt	Workshop 1. Feedback Friendly User	Hier wurde über alles Feedback eingeholt. Dies war als Pre-Veranstaltung des Kundenfeedbacks und Tarifentwicklung gedacht	Gries, Meyer
10.12.18	Kiel	AP6-Treffen	Projektleitertreffen AP6	Meyer
13.12.18	Hamburg	Qub Media	1stes Gespräch zum Nachbau der HAW Stele	Meyer
20.12.18	Hamburg	AP1-Treffen	Projektleitertreffen AP1	Meyer
06.01.19	Hamburg	HAW Hamburg	Präsentation HAW Seminar	Meyer
14.01.19	Norderstedt	Technische Universität Harburg	Besprechung Doktorarbeit	Meyer/Gries
21.01.19	Norderstedt	Fa. Theben	Stand der Dinge der BSI Gateways	Meyer/ Gries/ Hecht
23.01.19	Norderstedt	BET	Besprechung Ablauf wissenschaftliche Begleitung	Meyer/ Gries/ Hecht/Prignitz
17.-18-01-2019	Bad Honnef	Stadtwerke Bad Honnef	Workshop Energiewende, Vorstellung NEW4.0	Gries
02-03.02.2019	Norderstedt	Messe Rund ums Haus	Vorstellung NEW4.0	Gries/ Hecht
04-07.02.2019	Norderstedt	E-World in Essen	Vorstellung NEW4.0	Meyer/ Gries/ Hecht
18.02.19	Norderstedt	NDR	Beschreibung des NEW 4.0 Projektes der SWN	Meyer
18.02.19	Norderstedt	Informationsveranstaltung für Kunden	Informationsveranstaltung für Kunden	Meyer/Hecht/Prignitz
07.03.19	Norderstedt	DFL	Interview mit DFL Interview	Meyer/Hecht/Prignitz
27.03.19	Norderstedt	DFL	Interview mit DFL Interview und Aufzeichnung mit Kunden im Projekt NEW 4.0	Meyer
28.03.19	Norderstedt	Energie Einkaufsgesellschaft EEG	Vorstellung NEW 4.0	Meyer/Hecht
01.04.19	Norderstedt	TU Harburg	Weiteres Vorgehen Doktorarbeit	Meyer
09.04.19	Hamburg	AP6-Treffen	Projektleitertreffen AP6	Meyer
06.05.19	Hamburg	HAW Hamburg	Kooperationsgespräch mit Prof. Koeppen - Erneuerbare Energien	Meyer
09.05.19	Lübeck	HAW Hamburg	2ter NEW 4.0 Transferworkshop	Meyer
13.05.19	Norderstedt	Handelskammer Nord	Kooperationsgespräch	Meyer/Hecht/Prignitz/ Gries
16.05.19	Norderstedt	Verbraucherzentral SH	Vorstellung NEW 4.0	Meyer
20.05.19	Norderstedt	TU Harburg	Finale Abstimmung Doktorarbeit	Meyer

Datum	Ort	Partner	Terminname	Teilnehmer SWN
22- 23.05.2019	Ingolstadt	Audi AG	Vorstellung NEW 4.0 und Ideensammlung zur Wallboxen-Steuerung	Meyer
24.05.19	Hamburg	Cluster EEHH	Interview mit Hanna Naoumis	Meyer
28.05.19	Hamburg	AP6-Partner	Projektleitertreffen AP6	Meyer
03.06.19	Norderstedt	Audi Kooperationspartner	Vorstellung NEW 4.0	Meyer
25.06.19	Hamburg	AP1-Partner	Projektleitertreffen AP1	Meyer
01.07.219	Norderstedt	SH Netz	Besprechung Anbindung an ENKO Plattform	Meyer
02.07.19	Norderstedt	Hamburg Energie	Energie Plattform Hamburg Energie	Meyer/Hecht/Prignitz/Gries
15.08.19	Hamburg	Hamburg	Schülerkongress HAW	Meyer
20.08.19	Hamburg	Cluster Erneuerbare Energie HH	Bar Camp vom CCHH	Meyer
22.08.19	Hamburg	Moot Court der Bucerius Law School	Podiumsdiskussionspartner und Vorstellung Projekt	Meyer
26.08.19	Cuxhaven	Renewable Energy Hamburg	Expertengespräch 'grüner Wasserstoff und Offshore Windtechnik'	Gries
27.08.19	Hamburg	AP6-Partner	Projektleitertreffen AP6	Meyer
03.09.19	Hamburg	Helmut-Schmidt-Universität / HAW	Prüfung Masterarbeit Dominik Hattensauer : HEM als Lösung	Meyer
12.09.19	Hamburg	HAW Hamburg	Messe und Workshop mit Schülern	Meyer
17.09.19	Hamburg	HAW / Helmut-Schmidt-Universität	Podiumsdiskussion zur Doktorarbeit ‚Heizen mit Strom‘	Meyer
10.10.19	Hamburg	Hamburg Energie	Besprechung Anbindung zum Use Case	Meyer
16.10.19	Hamburg	HAW Hamburg	Austausch für weitere Ideen im NEW 4.0 Projekt mit Prof. Roland Greule	Meyer
21.10.19	Hamburg	HAW Hamburg	Energieplattform und Beispielhafte Käufe mit den Stadtwerken Norderstedt.	Meyer
13.11.19	Hamburg	HAW Hamburg	Erstellung Anforderungskatalog neuer Studiengang (Nr.1 Liste der geplanten wissenschaftlichen / Technischen Erfolgsaussichten)	Meyer
21.11.19	Hamburg	SYnAPTIC	Group Model Building Workshop SYnAPTIC	Meyer
25.11.19	Norderstedt	Energieforen Leipzig	Erörterung Zusammenarbeit im Zuge New 4.0	Meyer
31.01.20	Hamburg	Hamburg Energie	Besprechung Feldtest	Meyer
01/02.02.2020	Norderstedt	Messe rund ums Haus	Mit der HAW / Ziegen des NEW4 .0 Projektes	Meyer/Gries/Prignitz
10-14.02.20	Essen	E-World	Energie Messe	Meyer/Gries
20.02.20	Norderstedt	Interview	HAW Janina Grimm	Meyer
02.03.20	Hamburg	Hamburg Energie	Besprechung nächster Feldtest	Meyer
18.03.20	Telko / Webkonferenz	SH Netz	Besprechung Feldtest	Meyer
19.03.20	Telko / Webkonferenz	AP1 Treffen	AP1 Treffen	Meyer

Datum	Ort	Partner	Terminname	Teilnehmer SWN
30.03.20	Telko / Webkonferenz	SINTEG-Ergebnissynthese	SINTEG-Ergebnissynthese Workshop 1: Digitalisierung	Meyer
31.03.20	Telko / Webkonferenz	SINTEG-Ergebnissynthese	1. Syntheseworkshop Partizipation & Akzeptanz	Meyer
01.04.20	Telko / Webkonferenz	Hamburg Energie	Test der Schaltphase UC	Meyer
09.04.20	Telko / Webkonferenz	Interview	HAW Janina Grimm	Meyer
20.04.20	Telko / Webkonferenz	SINTEG-Ergebnissynthese	SINTEG-Ergebnissynthese: 2. Workshop Digitalisierung - Infrastruktur	Meyer
29.04.20	Telko / Webkonferenz	Hamburg Energie	Testsystem Erprobung Teil 1 SWN HE	Meyer
06.05..20	Telko / Webkonferenz	Hamburg Energie	Testsystem Erprobung Teil 2 SWN HE	Meyer
06.05.20	Telko / Webkonferenz	BBH	Beratungsgespräch BBH zum Thema: Möglichkeiten nach Forschungscharakter NEW 4.0	Meyer
28.05.20	Telko / Webkonferenz	AP6 Treffen	AP6 Treffen	Meyer
03.06.20	Telko / Webkonferenz	NEW 4.0 Konsortialtreffen	NEW 4.0 Konsortialtreffen	Meyer/Weirich
16.06.20	Telko / Webkonferenz	SINTEG Ergebnissynthese	2. Syntheseworkshop Partizipation & Akzeptanz	Meyer
22.06.20	Telko / Webkonferenz	Stiftung Umweltenergierecht	Webinar	Meyer
25.06.20	Telko / Webkonferenz	AP 1 Treffen	AP 1 Treffen	Meyer
21.07.20	Hamm (Westf.)	SRH Hamm	Prüfung Masterarbeit Rene Beele: Potenzial- und Bedarfsanalysetool dynamischer Stromtarife	Meyer
22.08.20	Telko / Webkonferenz		Bei viel Wind, günstiger Strom für Haushaltskunden Stadtwerke Norderstedt testen innovatives Demand-Side- Management.	Meyer
29.07.20	Telko / Webkonferenz	SINTEG Ergebnissynthese	3. Syntheseworkshop Partizipation & Akzeptanz	Meyer
21.08.20	Hamburg	EEHH Sommerfest inkl. Vortrag	Vortrag NEW 4.0 mit Hamburg Energie	Meyer
15.09.20	Telko / Webkonferenz	SINTEG Ergebnissynthese	4. Syntheseworkshop Partizipation & Akzeptanz	Meyer
08.10.20	Leipzig	Energieforen Leipzig	NEW 4.0 Vorstellung	Meyer
12.10.20	Telko / Webkonferenz	Hamburg Energie	Use Case 1 - Windenergie aus Hamburg	Meyer
27.10.20	Telko / Webkonferenz	Workshop 3. Feedback Friendly User	Hier wurde über alles Feedback eingeholt.	Gries, Meyer, Hecht, Prignitz
27.10.20	Telko / Webkonferenz	Workshop 3. Feedback Kunden	Hier wurde über alles Feedback eingeholt.	Gries, Meyer, Hecht, Prignitz
28.10.2020 / 29.10.2020	Telko / Webkonferenz	Alle Teilnehmer NEW 4.0	NEW 4.0 Jahreskonferenz	Meyer
02.11.20	Telko / Webkonferenz	Hamburg Energie	Use Case 2 - Windenergie aus Hamburg	Meyer
04.11.20	Telko / Webkonferenz	SINTEG Ergebnissynthese	5. Syntheseworkshop Partizipation & Akzeptanz	Meyer
26.11.20	Telko / Webkonferenz	Konsortiumstreffen NEW 4.0	Digitales Konsortiumstreffen NEW 4.0	Meyer

Anlage C:

Angaben zum Einsatz steuerbarer Verbrauchseinrichtungen

Werden in Ihrem Teilarbeitspaket steuerbare Verbrauchseinrichtungen, also beispielsweise Anlagen in Industrie/Gewerbe, größere Kühl- und Wärmeeinrichtungen, Wärmepumpen, Elektrofahrzeuge u. Ä. eingesetzt?	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Falls ja , bitte geben Sie hier weitere Informationen zu den geplanten steuerbaren Verbrauchseinrichtungen an. (Die Tabelle bietet durch die vier Spalten Platz für vier verschiedene Typen von Einrichtungen.)		
Typ der steuerbaren Verbrauchseinrichtung (Wärmepumpe, Ladesäule, ...)	Es wurden keine „steuerbaren Verbrauchseinrichtungen“ im herkömmlichen Sinne geschaltet, sondern es wurden Haushaltsgeräte mit Hilfe von schaltbaren Steckdosen geschaltet. Siehe dazu: FfE AP1 - Bericht Machbarkeitsstudie	
Steuerbare Wirkleistung aller steuerbaren Verbrauchseinrichtungen (positiv / negativ) [MW]	Im Rahmen des Projektes und in Absprache mit HAW wurden ausschließlich „positive“ Schalthandlungen mit Kleinstverbrauchern (mit 15min-Zyklen) bei Haushaltskunden betrachtet. Verschiedenste Auswertungen über steuerbare Wirkleistung sind den Auftragsstudien der BET zu entnehmen. Siehe dazu BET AP2 - Bericht Dynamische Lastflussrechnung BET AP3 - Bericht Auswertung der Testphase BET AP4 - Bericht Bewertung des Messintervalls	
Geplante Anzahl bis Projekten-de (minimal / maximal), laut Antrag [Stück]	Gestartet 01.09.2018 mit dem 1. Kunden bis zum 30.11.2020 mit 1.000 Kunden. Dadurch konnten mithilfe von über rd. 5.400 schaltbaren Steckdosen Haushaltsgeräte individuell gesteuert werden.	
Geplante Anzahl bis Projekten-de (minimal / maximal), laut aktueller Planung [Stück]	Es wurden die o.g ca. 5.400 schaltbaren Steckdosen ausgegeben. Welche Leistung und welche Geräte sich dahinter verbergen, wurde durch eine repräsentative Umfrage erfasst. Siehe dazu Befragungswelle 1 und 2 sowie Nicht-Nutzer Umfrage von Firma e-fect	
Datum des ersten Einsatzes, laut Antrag [Monat/Jahr]	Planung war gem. Antrag TVB 01.11.2018	
Datum des ersten Einsatzes, laut aktueller Planung [Monat/Jahr]	Live mit ersten Testkunden war am 01.09.2018	
Sieht Ihr Antrag beim Einsatz der steuerbaren Verbrauchseinrichtungen die Nutzung von intelligenten Messsystemen (iMSys) vor?	<input checked="" type="checkbox"/> Ja, ein MUSS	<input type="checkbox"/> Nein
Falls ja , inwiefern betrifft Sie die verzögerte Zertifizierung der Smart-Meter-Gateways (z.B. Verschiebungen im Zeitplan, Unerreichbarkeit einzelner Vorhabenziele, ...) und welche Maßnahmen haben Sie ergriffen, um Ihre Vorhabenziele weiterhin zu erreichen (z.B. Reduktion der Anlagenzahl, Einsatz nicht-zertifizierter Geräte, ...)?		
Siehe Kapitel 6.2. Eine negative Auswirkung auf das Forschungsergebnis war nicht gegeben.		