

Aspern Smart City Research
Abschlussbericht ASCR 1.0

2013–18



44,10 %

29,95 %

20 %

4,66 %

1,29 %

Siemens AG Österreich

Siemens Österreich zählt zu den führenden Technologieunternehmen des Landes und konzentriert sich auf die Bereiche Elektrifizierung, Automatisierung und Digitalisierung. Siemens ist weltweit einer der größten Hersteller energieeffizienter, ressourcenschonender Technologien, einer der führenden Anbieter von Energieübertragungslösungen und Pionier bei Infrastruktur Lösungen sowie bei Automatisierungs- und Softwarelösungen für die Industrie.



Wien Energie GmbH

Wien Energie versorgt mehr als zwei Millionen Menschen, rund 230.000 Gewerbe- und Industrieanlagen bzw. öffentliche Gebäude und 4.500 landwirtschaftliche Betriebe in und um Wien mit Strom, Erdgas und Wärme. Die Strom- und Wärmeherstellung stammt aus Abfallverwertung, Kraft-Wärme-Kopplung und der Nutzung erneuerbarer Energie wie Wind-, Wasser-, Sonnenkraft und Biomasse. Wien Energie setzt stark auf dezentrale Erzeugung und Energiedienstleistungen.



Wiener Netze GmbH

Die Wiener Netze sind Österreichs größter Kombinetzbetreiber: Durch ihre Leitungen werden über zwei Millionen Menschen in Wien, Teilen Niederösterreichs und des Burgenlands mit Strom, Gas, Fernwärme und Telekommunikation beliefert. 365 Tage im Jahr, 24 Stunden am Tag. Damit die hohe Versorgungssicherheit auch in Zukunft gegeben ist, investieren die Wiener Netze bis 2020 über eine Milliarde Euro in den innovativen Ausbau der Netze.



Wirtschaftsagentur Wien

Die Wirtschaftsagentur Wien bietet einen 360-Grad-Service für Wirtschaftstreibende in Wien: Förderungen, Beratungen, Workshops und Coachings, Hilfe bei der Suche nach Betriebs- und Büroflächen, Kontakte zu Partnern in der Technologieszene und der Kreativwirtschaft. Zudem positioniert sie Wien auch im internationalen Wirtschaftsumfeld, betreut internationale Unternehmen bei der Ansiedlung in Wien und ist die erste Anlaufstelle für Expats in Wien.



Wien 3420 Holding GmbH

Die Wien 3420 wurde gegründet, um den neuen Wiener Stadtteil aspern Die Seestadt Wiens zu entwickeln. Sie ist gemeinsam mit Partnern für die Verwertung der Flächen, die städtebauliche Planung, die Unterstützung der Flächenwidmung und die infrastrukturelle Erschließung verantwortlich.



Ouverture

Aspern Smart City Research (ASCR) entwickelt technologische und sozialwissenschaftliche Innovationen für die Energiewelt von morgen. Ihr Fokus liegt dabei auf dem engen Zusammenspiel des Menschen mit städtischen Infrastrukturen im Sinne eines durchgängigen Gesamtsystems. Die ASCR leistet damit einen wesentlichen Beitrag zur Zielerreichung der Smart City Rahmenstrategie der Stadt Wien.

Urbanisierung, Endlichkeit der Ressourcen, Demografie, Klimawandel – diese Schlagwörter sind derzeit in aller Munde. Die damit benannten Trends gelten seit vielen Jahren als beispielhafte Treiber für die Notwendigkeit technologischer und sozialer Innovationen. Aber einfache Lösungen für diese komplexen Herausforderungen sucht man bis dato vergeblich. Smart – ein ebenso omnipräsentes Label, über dessen Bedeutung weltweit heftig diskutiert wird. Was bedeutet „smart“? Intelligent? Vernetzt? Trickreich? Wie sollen die „Städte der Zukunft“ aussehen? Was müssen sie bieten, um von der Bevölkerung als lebenswert erachtet und als Lebensraum angenommen zu werden?

Unsere Ansprüche an die Lebensqualität steigen stetig, entsprechend die an die städtischen Infrastrukturen wie Energieversorgung, Mobilität, Gesundheit oder Entsorgungssysteme. Wenn Städte wachsen, müssen die Infrastrukturen angepasst werden. Wenn jene im weltweiten Wettbewerb erfolgreich sein wollen, müssen sie attraktive Wirtschafts- und Arbeitsbedingungen bieten. Sie müssen notwendige Zielvorgaben definieren und erreichen (z. B. hinsichtlich Energieeffizienz, CO₂-Reduktion oder Mobilitäts-Mix). Voraussetzung dafür ist, dass „das System Stadt“ – Politik, Verwaltung, Unternehmen, Bevölkerung – sowohl innovativen als auch disruptiven Ideen gegenüber aufgeschlossen ist. Städtische Infrastrukturen haben einen Abschreibungshorizont von rund 30 Jahren – mit permanentem „Flicken“ statt „Modernisieren“ werden wir unsere hochgesteckten Ziele nicht erreichen.

Inwieweit helfen uns Technologien und deren Vernetzung, Städte in ihrer Entwicklung zu unterstützen? Und welche Gefahren gehen mit dem technologischen Fortschritt einher?

Wissen schafft Wert. Und innovative Unternehmen schaffen hochwertige Arbeitsplätze. Die ASCR legt ihre Aufmerksamkeit auf technologische Lösungen, ohne die sozialen Aspekte und die Folgen der Implementierung von Technologien zu ignorieren. Sie bemüht sich um eine faktenbasierte, wissenschaftliche Betrachtung der Aufgabenstellungen, ergebnisoffen, ohne ideologischen Färbungen das Wort zu reden. Der gesellschaftliche Trend geht in

Richtung Beteiligungskultur – ohne die Bürgerin und den Bürger geht es nicht. Wenn diese Prämisse stimmt, müssen wir uns fragen: Was müssen die Bürgerin und der Bürger wissen, um nicht aus Angst sinnvolle Lösungen zu boykottieren? Und was müssen wir als NaturwissenschaftlerInnen und TechnikerInnen tun, um den BürgerInnen ihre Ängste zu nehmen?

Wir müssen unsere Ideen, Lösungsansätze und Modelle so erklären, dass die Gesellschaft versteht, woran wir arbeiten und welche Herausforderungen und Problemstellungen wir damit lösen möchten. Und die Gesellschaft wiederum muss als Regulativ fungieren, Fragen stellen, ihre Ängste mit uns teilen und sich auf diese Weise aktiv an einer Lösungsfindung beteiligen. Nur so kann sie uns dabei helfen, die notwendigen Systeme zu entwickeln, die uns erlauben, städtische Infrastrukturen vernünftig und nachhaltig zu gestalten.

Das ASCR-Forschungs- und -Entwicklungsprogramm umfasst eine lange Reihe von Infrastruktur-, Forschungs- und Entwicklungsprojekten, die aufgrund der Charakteristik der Kooperation sehr eng miteinander verzahnt sind. Bei der Erstellung des vorliegenden Abschlussberichtes wurde trotz der umfangreichen Vernetzung der Projekte darauf geachtet, dass die einzelnen Kapitel in sich verständlich sind und jedes für sich alleine gelesen werden kann. Etwaige inhaltliche Wiederholungen sind dementsprechend notwendig und beabsichtigt.





Mag.ª Ulli Sima
Stadträtin für
Umwelt und
Wiener Stadtwerke

Wien wächst und wird bald zwei Millionen EinwohnerInnen haben, daher müssen wir schon heute an Konzepten für die Energieversorgung von morgen arbeiten. Das Ziel ist höhere Energieeffizienz bei geringerem CO₂-Ausstoß. Dazu brauchen wir eine entsprechende Energieinfrastruktur, die dezentrale Erzeugung und Speicherung berücksichtigt und die Bedürfnisse der Menschen in den Mittelpunkt stellt. Denn für unsere Enkelkinder wird es selbstverständlich sein, dass Gebäude je nach Wetterlage automatisch kühlen oder heizen, dass intelligente Stromnetze miteinander kommunizieren und Energie verteilen und wir unseren Energieverbrauch vom Handy aus steuern. Der erste Bericht der ASCR enthält bereits viele konkrete Ergebnisse, die letztlich zu marktreifen Produkten führen werden. Es freut mich, dass diese Forschungskooperation der Wiener Stadtwerke mit Siemens auch in den nächsten Jahren fortgesetzt wird.

Siemens als weltweit agierendes Unternehmen versteht die globalen Herausforderungen des Klimawandels als Handlungsauftrag. Wir bekennen uns zu den Klimazielen und unterstützen Maßnahmen, die CO₂-Emissionen reduzieren, erneuerbare Energiequellen ausbauen und Energieeffizienz steigern. Gebäude nehmen eine Schlüsselrolle im Energiesystem ein. Wir wollen Big-Data-basierte Lösungen für energieeffiziente, intelligente Gebäude und smarte Netze bereitstellen und diese miteinander verknüpfen. Die ASCR-Testfelder bieten uns die Möglichkeit, genau diese Lösungen in einem realen städtischen Umfeld zu entwickeln und zu testen.

Die Forschungsergebnisse der ersten fünf Jahre sind ermutigend, und einzelne Funktionalitäten nehmen bereits in realen Produkten Gestalt an. Wir freuen uns, dass die Kooperation weitergeführt wird und wir die gemeinsame Forschung mit unseren Partnern noch intensivieren können. Als Herausforderungen für die nächsten Jahre sehen wir die Integration von E-Mobilität ins Energiesystem und die Weiterentwicklung zu einer intelligenten Infrastruktur in Richtung „Plug & Automate“ – damit ermöglichen wir eine breite Anwendung der entwickelten Lösungen.



Cedrik Neike
Mitglied des Vorstands
der Siemens AG

Die Forschungsgesellschaft Aspern Smart City Research (ASCR) führt seit 2013 eines der innovativsten und nachhaltigsten Energieeffizienzprojekte Europas durch. Gemeinsam mit unseren Partnern erforschen wir die komplexen Zusammenhänge des künftigen Energiesystems. Dabei optimieren wir nicht nur Komponenten, sondern schaffen wirtschaftliche und skalierbare Gesamtlösungen. In der ersten Phase des Projekts wurden rund 70 Forschungsfragen beantwortet, die erfolgversprechende Antworten für die urbane Energiezukunft liefern. Möglich wurde dies durch die enge und vertrauensvolle Zusammenarbeit mit der Stadt Wien und die Bereitschaft, intensiv in Forschung und Entwicklung – einen wesentlichen Standortfaktor – zu investieren.

Zahlreiche Lösungen für intelligente Gebäude und für die Netzinfrastruktur sowie 15 prototypische Umsetzungen wurden entwickelt. 30 Erfindungsmeldungen, von denen elf als Patente angemeldet wurden, und drei öffentlich geförderte Projekte mit einem Gesamtvolumen von elf Millionen Euro vervollständigen die Bilanz der ersten ASCR-Stufe. Erfolge, die auch internationale Anerkennung finden: Die ASCR wurde für ihre Vorreiterrolle im Bereich der integrierten Energieforschung mit dem Smart City World Award 2016 ausgezeichnet.

Ing. Wolfgang Hesoun
Vorstandsvorsitzender
Siemens AG Österreich



Mag. Robert Grüneis
Geschäftsführer der ASCR

Dr. Georg Pammer
Geschäftsführer der ASCR

Herzstück von Smart Cities wird die nachhaltige und sichere Energieversorgung sein. Die ASCR beweist durch ihre Forschungsarbeit, dass ein Gleichgewicht zwischen der Erzeugung erneuerbarer Energie und ihrem Verbrauch im Zusammenspiel mit smarten Stromnetzen in urbanen Räumen möglich ist. Außerdem stehen Gebäude als die Kraftwerke der Zukunft im Fokus unserer Arbeit. Wir testen die intelligente Interaktion aller technischen Komponenten und zeigen, wie die aktive Einbindung der KundInnen funktioniert. In der ersten Forschungsphase, die wir eben abgeschlossen haben, ist es uns gelungen, aus den ausgewerteten Daten erste Erkenntnisse zu gewinnen, die bereits in konkrete Projekte eingeflossen sind. Mittelfristig entstehen daraus neue Geschäftsmodelle, Produkte und Services für die Energie-User. Klar ist, dass unsere Forschungsergebnisse wegweisend für die städtische Energieversorgung von morgen sein werden.



DI Peter Weinelt
Generaldirektor-Stv. der
Wiener Stadtwerke GmbH

Als wir vor etwas mehr als fünf Jahren das Kooperationsprojekt Aspern Smart City Research ins Leben riefen, war auf sehr vielen Ebenen eine „grüne Wiese“ der Ausgangspunkt. Das Projekt Seestadt war noch recht jung, und auch ein derart großes Joint Venture mit so vielen Partnern war in dieser Form unerprobt und mutig. Seitdem ist enorm viel passiert. Das in Vision und Realisierung gesetzte Vertrauen war gerechtfertigt. Die anfangs gewünschte „gelebte Praxis“ ist auf allen Ebenen längst Realität. Im Zentrum standen und stehen dabei stets die KundInnen. Gemeinsam mit ihnen treibt uns die Frage nach den besten Lösungen einer nachhaltigen Energiezukunft an. Wir sind noch lange nicht am Ziel, aber schon viele Schritte weiter. Mein Dank gilt dem gesamten Projektteam.



DI Mag. Michael Strebl
Geschäftsführer der
Wien Energie GmbH

Unsere gemeinsame Aufgabe ist es, die CO₂-Emissionen massiv zu reduzieren. Der Großraum Wien spielt dabei eine entscheidende Rolle. Die ASCR bietet uns als Wien Energie die Möglichkeit, Zukunftsthemen wie dezentrale Erzeugung, erneuerbare Energien und innovative, digitale Services zu erforschen und unter realen Bedingungen zusammen mit den BewohnerInnen der Seestadt zu testen. Diese Themen werden uns in den nächsten Jahren intensiv begleiten. Wir freuen uns deshalb, dass die Forschungsarbeit mit der ASCR 2.0 erfolgreich fortgeführt wird.



DI Thomas Maderbacher
Geschäftsführer der
Wiener Netze GmbH

Die Wiener Netze sind Ermöglicher der Energiewende und zukunftsweisender Technologien auf dem Energiesektor. Forschungsbeteiligung ist für ein innovatives Unternehmen wie die Wiener Netze selbstverständlich und für den Qualitätserhalt eines der besten und sichersten Energienetze Europas unabdingbar. Die Wiener Netze sind stolz darauf, im Rahmen der ASCR an einem der größten Smart-City-Forschungsprojekte mitzuarbeiten. Mit den hier gewonnenen Erkenntnissen läuten wir gemeinsam ein neues Energiezeitalter ein.



Prof. Dr. Armin Schnettler
Senior Vice President der
Siemens AG

Weltweit findet das Bevölkerungswachstum und damit ein Großteil des Energieumsatzes in Städten statt. In den ersten fünf Jahren hat sich der intensive Dialog mit den wesentlichen Stakeholdern der Seestadt sehr bewährt. Jetzt gilt es, die Digitalisierung der Energiewende, insbesondere „Behind the Meter“, voranzutreiben. Mit Blockchain, Connectivity und Cloud-Integration werden viele unserer Innovationen wieder in Wien pilotiert. Wir freuen uns auf die weitere Zusammenarbeit.



Mag. Gerhard Hirczi
Geschäftsführer der
Wirtschaftsagentur Wien

Die Stadt Wien investiert gezielt in Forschungs- und Technologieprojekte – unter anderem in den Bereichen Energie, Umwelt und Digitalisierung. Denn nur durch Innovationen sichern wir den leistungsstarken Wirtschaftsstandort Wien. Je intensiver Wirtschaft und Forschung kooperieren, umso stärker das Potenzial, im internationalen Wettbewerb zu bestehen. Die ASCR ist dafür leuchtendes Beispiel. Ich bin stolz darauf, dass die Forschungsk Kooperation in unserem Technologiezentrum Seestadt zu Hause ist.



Dr. Gerhard Schuster
Vorstandsvorsitzender der
3420 aspern Development AG

Die Seestadt ist ein Standort, der offen für Neues ist und die perfekten Voraussetzungen für jene schafft, die Technologien für die Zukunft entwickeln. Wir freuen uns daher, dass die ASCR ihre Testbeds in der Seestadt betreibt, und unterstützen sie sehr gerne bei der Zusammenarbeit mit Bauträgern. Wie Gebäude zu eigenständigen Energieproduzenten werden und BewohnerInnen als Smart User die Energie-zukunft mitgestalten sind interessante Fragen für uns als neuer Wiener Stadtteil.



14–21 Ausgangssituation
und Historie

22–47 Arbeitsweise der ASCR

24–27 PERSONALPLANUNG UND ZUSAMMENSETZUNG DES TEAMS

28–31 DAS FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSPROGRAMM

32–43 DIE GRUNDLAGE DER FORSCHUNGSARBEIT – DIE TESTBEDS

44–47 ZIELGERICHTETE FÖRDERUNGEN UNTERSTÜTZEN DIE FORSCHUNG

48–59 STORYLINE 1

Leben und Arbeiten in einer
zukünftigen Smart City

60–69 STORYLINE 2

Energieautarke und
-effiziente Gebäude

70–79 STORYLINE 3

Umgang mit Gebäude-
optimierung und Flexibilitäten

80–89 STORYLINE 4

Entwicklung der Stromnetze
in urbanen Gebieten

90–101 STORYLINE 5

Erkenntnisse aus der Integration
der Gebäude ins Stromnetz

102–111 STORYLINE 6

Gemeinschaftliche Nutzung
von Stromspeichern

112–119 STORYLINE 7

Nutzen und Mehrwert
aus der Welt der Daten

120–127 Vermarktung der
ASCR-Ergebnisse

128–135 Schlussfolgerungen



Ausgangssituation und Historie



Die Idee zur Gründung einer gemeinsamen Forschungsgesellschaft der Stadt Wien mit Siemens als exklusivem Technologiepartner wurde im Jahr 2011 geboren. Ambitionierte Visionen und hochgesteckte Ziele der beteiligten Unternehmen sowie der Strategische Energie-Technologie-Plan der EU (SET-Plan) bildeten den Nährboden dieser einzigartigen Zusammenarbeit. Nach zwei Jahren Vorbereitungszeit startete die ASCR am 5. Oktober 2013 mit einem der innovativsten und nachhaltigsten Energieeffizienz-Demonstrationsprojekte Europas. Im Zentrum stehen der urbane Raum und seine vielfältigen Herausforderungen.

Urbane Energieeffizienz

01

Ausgangssituation

Eine Stadt braucht Energie. Aber jede Stadt benötigt ihre individuellen Lösungen, auch wenn es mit hoher Wahrscheinlichkeit allgemeingültige Standards für eine energetische Basisversorgung gibt. Was in Wien funktioniert, muss noch lange nicht in London, Berlin oder New York funktionieren. Aber wer weiß schon im Voraus, welche Lösung wo und warum gewählt werden sollte? Und wo und wie kann man diverse Lösungsansätze zielgerichtet entwickeln und ausprobieren?

Die Politik und Verwaltung einer Stadt sollte die Möglichkeit haben, auf Basis von belastbaren Fakten ihre Entscheidungen zu treffen. Neue Technologien und insbesondere das Sammeln und Auswerten von großen Datenmengen ermöglichen uns, diese Fakten zu erheben. Der verantwortungsvolle Umgang damit ist ein strenges Grundprinzip für jede Art von Forschungstätigkeit, so auch für die ASCR.

Die Entwicklung komplexer, über die Grenzen des eigenen Wirkungsbereiches (Domäne) hinausreichender Systeme stößt in künstlich geschaffenen Laboren sehr rasch an ihre Grenzen. Mit wachsender Komplexität steigt auch die Notwendigkeit, prototypische Entwicklungen in lebensnahen, realen Umgebungen zu testen, um möglichst früh und damit kostengünstig Kinderkrankheiten ausmerzen zu können. Es versteht sich von selbst, dass Technologieentwickler und Technologieanwender diesbezüglich im selben Boot sitzen oder – anders gesprochen – dieselben Interessen verfolgen.



Forschung und Entwicklung im europäischen Kontext

Der Strategieplan für Energietechnologie (SET-Plan) der EU hat die Entwicklung kohlenstoffarmer Technologien und die Verbesserung ihrer Wettbewerbsfähigkeit als wesentliches Ziel. Damit ist der SET-Plan ein wesentliches strategisches Instrument in der europäischen Energietechnologiepolitik.

20-20-20-Ziele des Europäischen Rates für 2020: Die Europäische Union hat sich 2007 ambitionierte energie- und klimapolitische Ziele gesetzt. Die sogenannten „20-20-20-Ziele“ verpflichten die EU-Mitgliedsstaaten, bis 2020 die Treibhausgas-Emissionen um mindestens 20 % gegenüber 1990 zu reduzieren, eine Energieeffizienzsteigerung in Richtung 20 % anzustreben und einen Anteil von 20 % erneuerbarer Energien am Gesamtenergieverbrauch zu erreichen.

Vorgeschlagene 2030-Ziele der EU: 2014 hat die EU-Kommission ihren Vorschlag für die auf das Jahr 2030 bezogenen Energie- und Klimaziele vorgelegt. Demnach soll der EU-weite CO₂-Ausstoß bis 2030 im Vergleich zum Jahr 1990 um 40 % gesenkt werden. Gleichzeitig soll der Anteil der erneuerbaren Energie auf 30 % steigen, und auch für die Energieeffizienz wird eine Steigerung um 30 % angestrebt.

2050-Ziele der EU-Staats- und -Regierungschefs: Bereits 2009 haben die EU-Staaten einstimmig ein EU-Ziel unterstützt, das die Treibhausgas-Emissionen in der EU um 80–95 % gegenüber dem Niveau von 1990 reduziert. Den Hintergrund für dieses Ziel bildet das sogenannte Zwei-Grad-Ziel, d. h., die Erderwärmung auf weniger als 2° Celsius zu begrenzen.

02

Eine gemeinsame Forschungsgesellschaft

Zu Beginn des Jahres 2011 traf sich ein kleiner Kreis innovativer Geister in einem Besprechungsraum der Wirtschaftsagentur Wien, um eine Idee zu diskutieren, die schon bald weitreichende Folgen haben sollte.

Die am Tisch liegenden Fragestellungen waren allen Beteiligten wohlbekannt. An dieser Stelle ein paar repräsentative Beispiele:

- Wie schaffen wir es, erneuerbare, CO₂-freie Energieträger in großem Stil im urbanen Raum zu etablieren? Welche Speichersysteme kommen infrage, um die volatile Erzeugung möglichst eng an das Verbraucherverhalten zu koppeln?
- Über welche Fähigkeiten müssen die städtischen Stromnetze zukünftig verfügen, um mit großzügig dimensionierten Photovoltaikanlagen (PV), dezentralen Speichersystemen und Elektromobilität umgehen zu können?
- Wie können zukünftig Gebäude jedweder Nutzung kosten- und/oder energieeffizient betrieben werden, und welche Auswirkungen hat es, wenn Gebäude mit ihren „Flexibilitäten“ (wie selbsterzeugten Energieüberschüssen, Speichermöglichkeiten, schaltbaren Lasten) an (zukünftig lokalen) Märkten handeln?
- Und zu guter Letzt: Tauchen damit am Horizont Systemlösungen auf, die etablierte Unternehmen und deren Geschäftsmodelle massiv infrage stellen?

Der erwähnte „kleine Kreis“ – involviert waren VertreterInnen der Wiener Stadtwerke, der Wiener Netze, der Wien 3420 aspern Development AG und der Siemens-Forschungsabteilung – kam rasch zu dem Schluss, dass die gemeinsame Bearbeitung dieser Themenstellungen für alle Beteiligten Vorteile bieten würde, sofern einige wesentliche Rahmenbedingungen eingehalten würden:

- Entlang der Wertschöpfungskette muss Exklusivität hergestellt werden – neue Ideen lassen sich am besten diskutieren, wenn keine (groben) Interessenkonflikte bestehen und der direkte Wettbewerb nicht am selben Tisch sitzt.
- Eine reale Testumgebung muss gefunden werden – möglichst groß, um internationale Sichtbarkeit zu gewährleisten, und möglichst neu („auf der grünen Wiese“), um die notwendigen Infrastrukturen bereits in der Planungsphase mitgestalten zu können.
- Die Finanzierung muss von Beginn an in ansprechender Höhe und über einen dem Projektvorhaben angepassten Zeitraum gesichert sein, um allen Partnern eine solide Arbeitsbasis zur Verfügung zu stellen.
- Regulatorische Rahmenbedingungen und Vergaberechtsthemen müssen von Beginn an mitgedacht werden.

Die eigentliche Idee – sprich die Gründung einer gemeinsamen Forschungsgesellschaft und ihr zugrundeliegender Geschäftszweck – ließ sich somit auf einem Blatt Papier kompakt zusammenfassen:

- Aufbau einer realen Testumgebung in der Seestadt (Gebäude unterschiedlicher Nutzung, ein Niederspannungsverteilnetz, eine Datenzentrale), um mit Echtdateien arbeiten zu können.
- Abstecken und Implementieren eines Forschungs- und Entwicklungsprogramms auf Basis der oben erwähnten Fragestellungen.

- Entwickeln von Konzepten und Lösungsansätzen und prototypische Umsetzung in Form eines Demonstrationsprojekts. Somit lag auch der Name des Vorhabens praktisch auf der Hand: ASPERN SMART CITY RESEARCH.

03

Historie

Bereits in den Jahren 2010 und 2011 arbeiteten die Stadt Wien und die Siemens AG Österreich im Rahmen einiger Smart-Cities-Projekte auf europäischer und nationaler Ebene zusammen. Oberstes Ziel war es dabei immer, Strategien für die Integration klimarelevanter Aspekte bei städtischen Planungsprozessen zu entwickeln und eine systematische Implementierung von innovativen Ansätzen und Technologien in der Stadt zu gewährleisten. Dabei spielten Wissens- und Erfahrungsaustausch eine maßgebliche Rolle.

Eine erfolgreiche nationale Kooperation gab es unter anderem beim Projekt „Smart City Wien“, in dem eine Vision 2050, eine Roadmap 2020 & beyond und ein Action Plan 2012–2015 für Wien skizziert wurden. Auf EU-Ebene wirkten die zukünftige ASCR-Gesellschafter am Projekt „Transform“ mit – gemeinsam mit Vertretern aus Amsterdam, Kopenhagen, Genua, Hamburg und Lyon –, um eine Transformationsagenda für Städte zur Erreichung der Klima- und Energieziele der EU zu entwickeln.

Mit der Unterzeichnung eines Memorandum of Understanding zwischen dem Generaldirektor der Siemens AG Österreich, Wolfgang Hesoun, und Renate Brauner in ihrer Funktion als Präsidentin der Wirtschaftsagentur Wien startete schließlich am 26. Juni 2012 ein Sondierungsprojekt namens „Start-up Forschungsgesellschaft Smart City“ mit folgenden Zielen:

- Gründung einer Forschungsgesellschaft (bzw. einer entsprechenden Organisation) mit dem Geschäftsgegenstand der Forschung und Entwicklung an innovativen Stadttechnologien
- Errichtung und Betrieb der dafür notwendigen Infrastruktur

Siemens

- Errichten eines global sichtbaren Showcases
- Ermitteln der Anforderungen von Städten und städtischen Einrichtungen und Stadtwerken an das eigene Portfolio (Komponenten, Systeme, Lösungen, Dienstleistungen)
- Auswerten der Ergebnisse aus Technologie-Evaluierungen
- Entwickeln von Managementkonzepten und Geschäftsmodellen

Wien Energie und Wiener Netze

- Erweitern des Know-hows bei Planung, Errichtung und Betrieb von umfassenden Komplettlösungen für Smart Cities
- Auswerten von Echtdateien zu Investitions- und Betriebskosten
- Ermitteln der User-Bedürfnisse
- Ermitteln der Anforderungen an moderne Infrastrukturen und Dienstleistungen
- Auswerten von Ergebnissen aus Technologie-Evaluierungen
- Entwickeln von Managementkonzepten und Geschäftsmodellen

Stadt Wien
(Wirtschaftsagentur, Wien 3420)

- Aktivieren von Finanzierungspartnern im Bereich technische Infrastrukturen
- Attraktivieren der Liegenschaften
- Implizite Errichtung von Demonstrationsgebäuden und Referenzprojekten

- Sicherstellung der Ausfinanzierung des Vorhabens
- Klärung sämtlicher Detailfragen zum Aufbau der Gesellschaft

Die Gründung der ASCR erfolgte mit 1. Juli 2013, und am 5. Oktober 2013 nahm das junge Unternehmen seine Geschäftstätigkeit auf.

04

Erwartungen der Gesellschafter zum Zeitpunkt der Gründung

Im Rahmen des Sondierungsprojekts wurden auch die Erwartungshaltungen der zukünftigen Gesellschafter abgefragt und festgehalten: Im Mittelpunkt der Geschäftstätigkeit der ASCR steht die Prämisse der „Participation Economy“, die das gemeinsame Erarbeiten wirtschaftlicher Vorteile in unternehmensübergreifenden und transdisziplinären Teams und das gegenseitige Verständnis und Vertrauen laufend stärkt (Win-win). Zudem existiert ein breites Verständnis darüber, dass die Komplexität vieler aktueller Herausforderungen nur im Zusammenschluss der Kräfte bewältigbar ist, insbesondere da das Tagesgeschäft und die Hauptfaktoren einer wirtschaftlichen Umsetzung (wie Machbarkeit, Zeitdruck, Kostendruck, fehlende Ressourcen) in einem permanenten Spannungsverhältnis zueinander stehen. Umso wichtiger erscheint auch heute noch die ursprüngliche Vereinbarung, das Team der ASCR so weit als möglich gegen (politische) Einflussnahme von außen zu immunisieren, um eine ergebnisoffene Forschung und Entwicklung zu garantieren.

05

Rechtsform der Gesellschaft und Anteile der Gesellschafter

Nach Abwägung sämtlicher im Sondierungsprojekt festgelegten Kriterien wurde die Rechtsform Ges.m.b.H. & Co. KG zur bestmöglichen Abdeckung aller gesellschaftsrechtlichen, vergabegesetzbedingten, steuerrechtbedingten und regulatorischen Vorgaben gewählt.

Die Namen der Gesellschaften lauten somit Aspern Smart City Research GmbH und Aspern Smart City Research GmbH & Co KG.

Der Finanzierung der Gesellschaft lag ein gemeinsam erarbeiteter und beschlossener Businessplan über fünf Jahre zugrunde. Das Budget betrug 38,5 Millionen Euro. Es wurde vereinbart, dass keine Sacheinlagen eingebracht und das benötigte Kapital dem Bedarf entsprechend schrittweise und von allen Gesellschaftern entsprechend ihrer jeweiligen Anteile (siehe nachfolgende Tabelle) eingebracht wird.

Siemens	Wien Energie	Wiener Netze	Wirtschaftsagentur Wien	Wien 3420 Holding
44,10 %	29,95 %	20 %	4,66 %	1,29 %

06

Startschuss und Zeitplan

Die Gesellschaft nahm am 5. Oktober 2013 ihre Geschäftstätigkeit auf. Die Implementierung der Testbeds Smart Building, Smart Grid und Smart ICT sowie die Umsetzung des F&E-Programms folgten einem groben Zeitplan, der dem ASCR-Team genügend Spielraum für alle notwendigen Anpassungen ließ.

Die Vorbereitungsphase (2013–2015)

Diese Phase diente in erster Linie der Planung, Errichtung und Inbetriebnahme der technischen Infrastruktur, sprich aller Testbeds. Insbesondere das Testbed Smart Building mit den beteiligten Baufeldern D5B (Studierendenheim), D12 (Wohnbau) und D18A (Bildungscampus) band viele Ressourcen des ASCR-Teams. Die enge Zusammenarbeit mit den Planern und Bauträgern war für alle Beteiligten eine neue Erfahrung, die nicht immer friktionsfrei ablief, schlussendlich aber einen für alle involvierten Parteien erfolgreichen Abschluss fand.

Forschungsphase 1 – Baseline (2013–2016)

Parallel zur Errichtung der Infrastruktur erfolgte die Detailplanung der F&E-Projekte (Use Cases) sowie deren Entwicklungsstart. Im Oktober 2015 startete mit dem Bezug der Gebäude bzw. mit deren Inbetriebnahme auch die intensive Datenerhebung. Hier wurde das ASCR-Team mit den enormen Herausforderungen eines Integrationsprojekts dieser Größenordnung konfrontiert. Die vollständige Inbetriebnahme, d. h. bis alle implementierten Systeme aus allen Testbeds verlässlich Daten in der geforderten Qualität lieferten, nahm ein gutes Jahr in Anspruch.

Forschungsphase 2 – Steuerung (2015–2018 ff.)

Nach einer als „Baseline“ bezeichneten Phase, wo sämtliche Systeme im Standardmodus betrieben wurden, um eine erste verlässliche Datenbasis zu schaffen, installierte das ASCR-Team ab dem Winter 2015/16 nach und nach sämtliche neuentwickelten, prototypischen Lösungen (Gebäude- und Netzmanagementsysteme sowie übergeordnete Steuerungssysteme). In diesem Zeitraum wurde demnach der Hauptteil der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie der Feldtests durchgeführt, die aufgrund der vereinbarten Verlängerung der ASCR-Kooperation bis 2023 nun kontinuierlich weitergeführt werden.

Abschlussphase – Aufbereitung der bisherigen Ergebnisse (2018)

15 Prototypen (vorwiegend SW-Applikationen) sowie zahlreiche Konzepte und Modelle wurden in der ersten Phase erarbeitet und in über 300 sogenannten „Deliverables“ detailliert beschrieben und dokumentiert.

Mit dem Abschlussbericht liegt nun erstmals eine kompakte Zusammenfassung der ersten Phase der Forschungs- und Entwicklungskooperation (2013–2018) vor. Die Kernpunkte der wissenschaftlichen Ergebnisse können den sieben in diesem Bericht enthaltenen Storylines (ab Seite 48) entnommen werden.



Die Arbeitsweise der ASCR

Die Forschungsk Kooperation Aspern Smart City Research verfolgt das Ziel, mit wissenschaftlicher Genauigkeit, faktenbasiert und ergebnisoffen, wichtige energiepolitische Fragestellungen zu beantworten. Die dafür notwendigen Technologien werden dementsprechend sorgsam ausgewählt und implementiert und mit den beteiligten Partnern unternehmensübergreifend und transdisziplinär erforscht und weiterentwickelt. Die ASCR versteht sich selbst als sogenannter „Enabler“. Sie bietet den Gesellschaftern eine konkurrenzfreie Kooperationsplattform mit der Möglichkeit, gemeinsam an interessenübergreifenden Forschungsthemen zu arbeiten.

Personalplanung und Zusammensetzung des Teams

smarte Kooperation auf Augenhöhe



Das Kernteam (von links nach rechts):
Nicole Kreuzer, Elisabeth Widdeck, Robert Hammerling, Gerhild Kircher, Martin Svaricek, Georg Pammer, Robert Grüneis, Ines Weigl, Roman Tobler, Oliver Juli, Melisa Kis-Juhasz, Andreas Schuster

Die ASCR verfügt über keinen eigenen Personalstand. Alle für die Forschungsk Kooperation arbeitenden Personen sind von ihren jeweiligen Unternehmen (Siemens, Wiener Stadtwerke, Wien Energie und Wiener Netze) mittels Personalgestellungsverträgen und zu unterschiedlichen Prozentsätzen der ASCR überlassen. Diese bereits bei der Gesellschaftsgründung festgelegte Strategie verlangt von den MitarbeiterInnen der ASCR besonderes Finger spitzengefühl, denn sie fungieren in der Umsetzung der Projekte einerseits als Auftraggeber (die ASCR beauftragt ihre Gesellschafter mit Forschungs- und Entwicklungsaufgaben), andererseits als Bindeglied zwischen den Teams der beteiligten Unternehmen. Das Personal der ASCR erfüllt somit in hohem Maße eine leitende und koordinierende Rolle. Während der bisherigen Laufzeit gab es trotz des relativ kleinen Kernteams viele Zu- und Abgänge. Nur

Aktive MitarbeiterInnen (in alphabetischer Reihenfolge)

Name	Überlassen von	ASCR-Funktion	Seit
Beer Martin	Wiener Netze	Rechtsangelegenheiten	03/2018
Grüneis Robert	Wiener Stadtwerke	Geschäftsführung	03/2017
Hammerling Robert	Wien Energie	Infrastruktur & Betrieb Gebäude	02/2014
Juli Oliver	Siemens	Leitung Programm Office	10/2013
Kircher Gerhild	Siemens	Business Administration	10/2013
Kis-Juhasz Melisa	Wien Energie	Programm Office	01/2014
Kreuzer Nicole	Wien Energie	Marketing und Kommunikation	04/2017
Moser Michaela	Siemens	Assistenz	06/2018
Pammer Georg	Siemens	Geschäftsführung	03/2015
Schuster Andreas	Siemens	Leitung Technische Koordination	03/2014
Svaricek Martin	Wien Energie	Infrastruktur & Betrieb Gebäude	10/2015
Theil Andreas	Wiener Netze	Smart Grid/Netz-Innovation	07/2017
Tobler Roman	Wiener Netze	Prokurist, Infrastruktur	07/2017
Weigl Ines	Wien Energie	Technische Koordination	04/2017
Widdeck Elisabeth	Siemens	Business Administration	07/2014
Zoll Roland	Wiener Netze	Smart Grid/Energiespeicher	07/2017

Nicht mehr für ASCR tätig

Name	Überlassen von	ASCR-Funktion	Dauer
Brehmer Reinhard	Wiener Netze	Geschäftsführung	10/2013–05/2017
Gerstbauer Christoph	Wien Energie	Infrastruktur & Betrieb Gebäude	10/2013–09/2015
Gressel Matthias	Wiener Netze	Recht	06/2014–06/2017
Honsig-Erlenburg Rainer	Wiener Netze	Recht	07/2017–03/2018
Jung Annemarie	Wiener Netze	Smart Grid	03/2018–05/2018
Kunit Gerhard	Wiener Netze	Administration/Abrechnung	07/2017–03/2018
Murauer Gerald	Siemens	Geschäftsführung	10/2013–11/2014
Pichler Mike	Siemens	Forschung	05/2014–05/2015
Richter Bernd	Wien Energie	Prokurist, Leitung Infrastruktur	10/2013–03/2017
Solitander Victoria	Wiener Netze	Förderungen	09/2014–06/2017
Sturm Monika	Siemens	Leitung Forschung und Entwicklung	10/2013–04/2014
Wagner Nicole	Wiener Netze	Recht	10/2013–05/2014
Wais Wolfgang	Wiener Netze	Forschung	10/2013–06/2017

wenige Personen sind von Beginn an dabei. Siehe Tabelle auf dieser und vorheriger Seite.

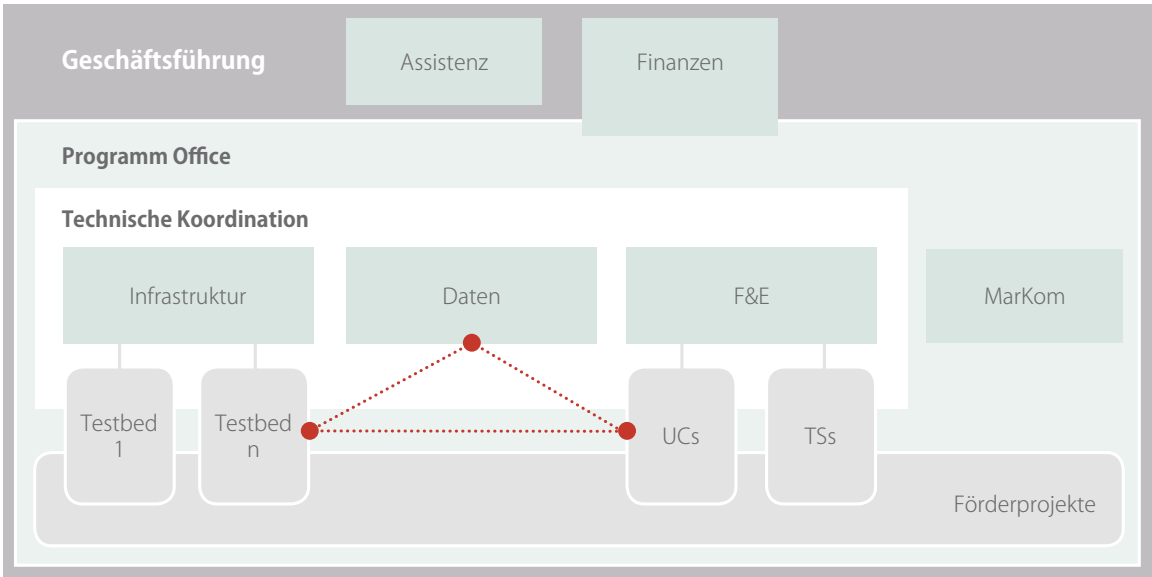
Die Kunst der unternehmens-
übergreifenden Zusammenarbeit

Dass unternehmensübergreifende Kooperationen und große nationale oder internationale Förderprojekte ihre gesteckten Ziele oft nicht in vollem Umfang erreichen, fußt nicht zuletzt in höchst unterschiedlichen Unternehmenskulturen, die dabei aufeinanderprallen.

Das kleine Kernteam der ASCR koordinierte zu Spitzenzeiten (etwa am Höhepunkt des Förderprojekts Smart Cities Demo Aspern) knapp 200 MitarbeiterInnen der beteiligten Partner. Diese Konstellation ermöglicht in der Theorie eine maximal effiziente Zusammenarbeit durch Zugriff auf das gesamte spezifische Know-how der Unternehmen, in der alltäglichen Praxis stellt das notwendige Umdenken aber eine manchmal kaum überwindbare Hürde dar.

Bei der täglichen Zusammenarbeit ist es wichtig, dass sich alle KollegInnen als gleichberechtigt sehen. Siemens ist nicht nur als Lieferant zu sehen, Wien Energie und Wiener Netze sind nicht nur Kunden. Diese Rollenzuschreibungen zu überwinden ist für das Team oftmals herausfordernd. Gewohnte Vorgehensweisen, unternehmenseigene Prozesse und persönliche Denkmuster müssen immer wieder aufs Neue infrage gestellt und auch durchbrochen werden, um das volle Potenzial dieser Kooperation effektiv nutzen zu können. Gelingt dies, kann sich bei allen Partnern eine umfassende Wissensbasis mit sehr gutem Überblick über die Interessen und Prozesse der beteiligten Gesellschafter entwickeln. Entwicklungszyklen von Portfolios, Produkten und Dienstleistungen können beschleunigt und Markteinführungen früher vollzogen werden.

Die ASCR als „Werkzeug“ zu begreifen, um die eigene Zukunft zu gestalten und auch abzusichern, hat sich über die Jahre bereits in vielen Köpfen festgesetzt. Der intensive und erfolgreich geführte



DIE AKTUELLE ORGANISATIONSSTRUKTUR DER ASCR SPIEGELT DIE KOMPLEXITÄT DER KOOPERATION WIDER

Prozess der Gestaltung des Forschungs- und Entwicklungsprogramms ASCR 2.0 (2019–2023) gibt Zeugnis, dass der eingeschlagene Weg die Ziele aller Gesellschafter berücksichtigen kann.

Aufbau und Organisationsstruktur

Nicht zuletzt aufgrund der Größe verfügt die ASCR über eine flache hierarchische Struktur. Die Geschäftsführung setzt sich aus einem von Siemens und einem von den Wiener Stadtwerken bestellten Geschäftsführer zusammen. Im Zusammenspiel mit dem dreimal jährlich tagenden Gesellschafterausschuss unter dem Vorsitz des Geschäftsführers der Wirtschaftsagentur Wien wird sichergestellt, dass Entscheidungen immer im Interesse aller aktiv operierenden Einheiten getroffen werden.

Die Umsetzung des Forschungs- und Entwicklungsprogramms ASCR 1.0 bzw. die Koordination der eingebetteten Projekte erfolgte in enger Zusammenarbeit der Verantwortungsbereiche Forschung und Entwicklung (Technologien, Use Cases), Infrastruktur (Planung, Errichtung und Betrieb der Infrastruktur) und Förderprojekte.

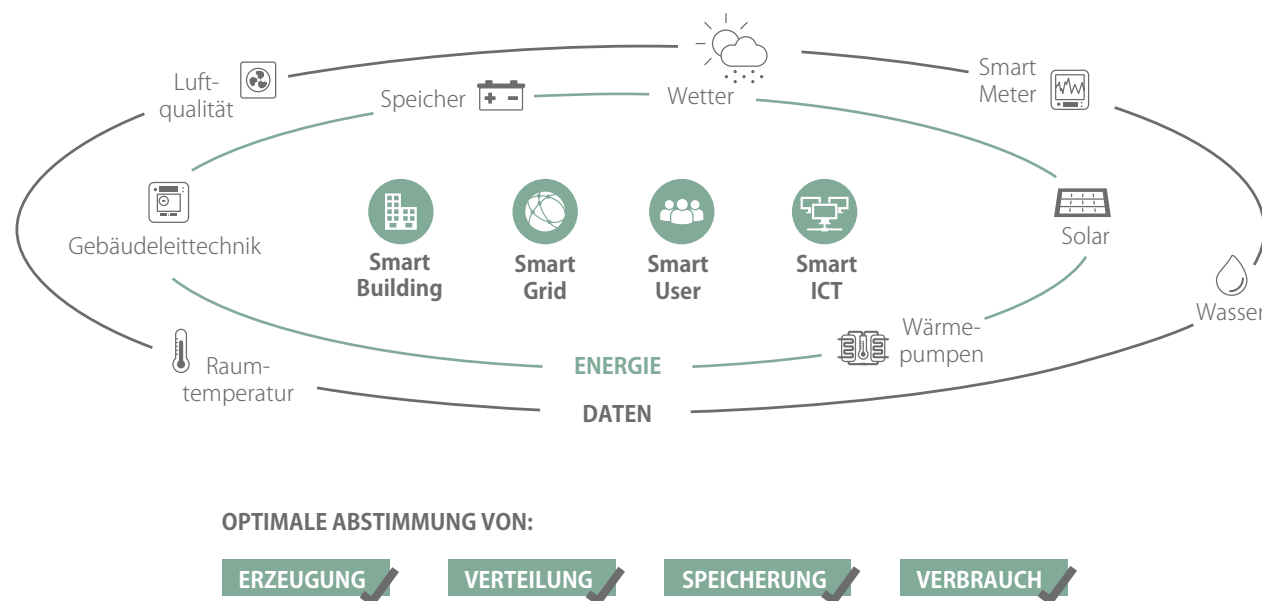
Mit steigender Komplexität hat sich die Organisationsstruktur insbesondere im letzten Jahr der ersten

Phase den neuen Erfordernissen entsprechend angepasst. Im Zentrum steht nun das Team der Technischen Koordination, das für die technische Umsetzung der Projekte in den Bereichen Infrastruktur (Testbeds), Daten (Erhebung, Verwaltung) und Forschung (Technologien, Use Cases) zuständig ist. Die administrative Abwicklung wird aus dem Programm Office in enger Zusammenarbeit mit dem Finanzcontrolling gesteuert.

Standort

Das Büro der ASCR befindet sich im Technologiezentrum Seestadt, im südöstlichen Stadtteil der Seestadt im 22. Wiener Bezirk Donaustadt. Die örtliche Nähe zu den für die Forschung essenziellen Infrastrukturen (Gebäude, Netz) ermöglicht eine optimale Kommunikation zu vielen externen Projektpartnern (z. B. den Bauträgern und Planern der beteiligten Gebäude) und bietet einen konstant aktuellen Überblick über die Geschehnisse auf den Baufeldern. Zudem erzeugt der imposante Ausblick auf den stetig wachsenden Stadtteil bei jeder Besucherin und jedem Besucher bleibende Erinnerungen und stärkt im ASCR-Team das „Daran habe ich mitgewirkt“-Gefühl.

Das Forschungs- und Entwicklungsprogramm oder „Die Kunst, die richtigen Fragen zu stellen“



Überblick über die ASCR-Forschungsbereiche und deren wichtigste Komponenten

Entscheidungsgrundlage

Um eine zukünftige, nachhaltige Energieversorgung verlässlich sicherstellen zu können, reichen Produkttests im Labor oder Erprobungen neuartiger Geschäftsmodelle durch Umfragen in der Bevölkerung nicht mehr aus. Prototypische Umsetzungen in realen Umgebungen sind längst unentbehrlich geworden, um marktreife Produkte und Dienstleistungen zu entwickeln. Das ASCR-F&E-Programm ist auf konkreten, nutzbaren Output ausgerichtet. Da die beteiligten Unternehmen die gemeinsame Ausgestaltung des Programms (mit)verantworten, können die erzielten Forschungsergebnisse im Idealfall direkt in die jeweiligen Produkt- und Dienstleistungsportfolios einfließen.

Die Umsetzung des ASCR-F&E-Programms durch eine eigene Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft bietet viele Möglichkeiten, die in anderer Konstellation insbesondere aufgrund vergaberechtlicher und regulatorischer Rahmenbedingungen nur schwer realisierbar wären. Umgekehrt können die Ergebnisse der umfangreichen Analysen und Tests zukünftigen regulatorischen Vorgaben zugutekommen, da sie auf belastbaren Daten basieren. Aus Sicht der Forschung können die Zielsetzungen wie folgt zusammengefasst werden:

- Sichere Versorgung urbaner Räume mit nachhaltiger Energie
- Lieferung von belastbaren Grundlagen für die planerische Orientierung der Städte in den Bereichen Ressourcen (Energie, Mobilität, Infrastruktur, Gebäude), Lebensqualität (soziale Inklusion, Partizipation, Gesundheit, Umwelt) und Innovation (Bildung, Wirtschaft, Forschung, Technologie)
- Automatisierte und intelligente Gebäude-Optimierungssysteme mit Interaktionsmöglichkeiten mit den User und externen Partnern (z. B. Energiemarkt, Netzbetreiber)
- Effektive Lösungen für Niederspannungsnetze für Grid Monitoring und Alarm Handling, adaptive Netz-Managementlösungen sowie operative und strategische Netzplanungstools
- Domänenübergreifende Datenintegrationslösungen mittels Business-Intelligence- und Data-Discovery-Methoden

Gliederung des Forschungs- und Entwicklungsprogramms

Das ASCR-F&E-Programm der Phase 1 (2013 bis 2018) wurde in vier Forschungsbereiche (Domänen) gegliedert, die in hohem Maße integrativ zusammenwirken (siehe Abbildung links).

Die vier Bereiche Smart Building, Smart Grid, Smart User und Smart ICT sind durch unterschiedliche Energie- und Datenkomponenten miteinander verbunden. Beispielhaft erwähnt seien an dieser Stelle Wärmepumpen und Solaranlagen, Speicher und Gebäudeoptimierungssysteme oder Smart Meter, Home-Automation-Systeme und Wetterdaten (siehe ebenfalls Abbildung links).

Zur Implementierung des gesamten ASCR-F&E-Programms wurden zielgerichtet elf spezifische Anwendungsfälle (Use Cases) definiert, deren Ausgestaltung im 3. ASCR-Gesellschafterausschuss in der finalen Version beschlossen wurde.

Innerhalb der Use Cases wurden detaillierte Forschungsfragen definiert. Sie bilden somit das letzte Glied der Kette in der Vorbereitung – den Kern des Forschungsprogramms.

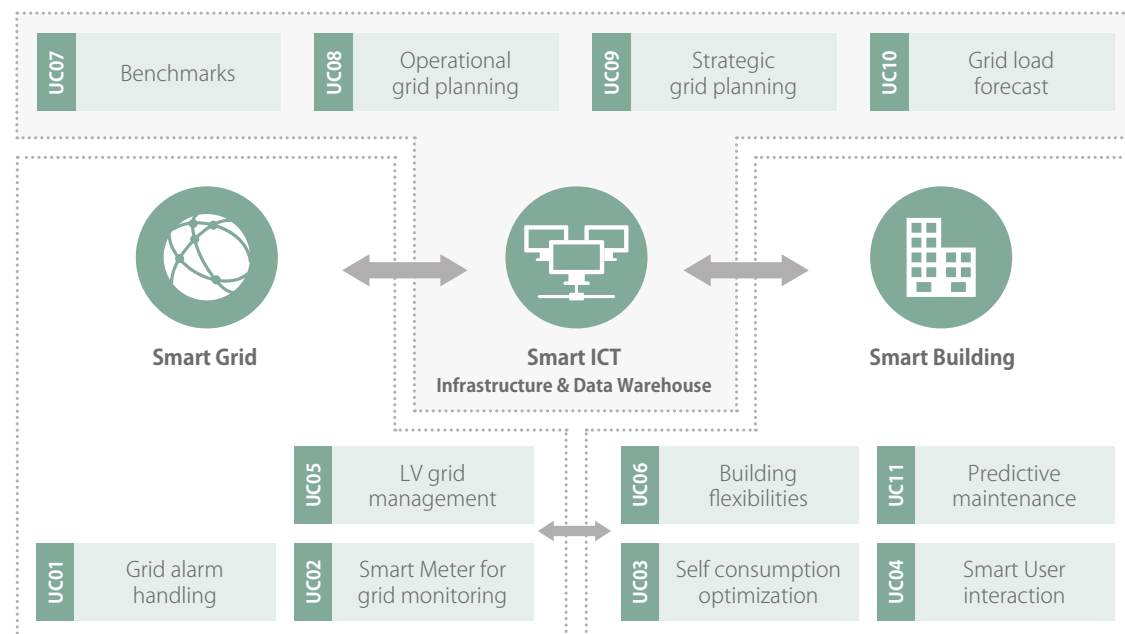
Kurzüberblick über die Use Cases und deren Ziele

Use Case 1 „Grid alarm handling“

Bereitstellung von Betriebsdaten des Verteilnetzes für die Generierung eines möglichst exakten Netzbildes für die Netzplanung und die Überwachung auf kritische Betriebszustände über schmalbandige und kostengünstige Kommunikationsmedien. Ziel sind die möglichst optimale Nutzung der vorhandenen Netzinfrastruktur und die Unterstützung von kostenoptimalen Betriebsprozessen zur Senkung der Netzbetriebskosten.

Use Case 2 „Smart Meter for grid monitoring“

Lastprofile und zusätzlich verfügbare Messwerte von handelsüblichen modernen Smart Metern wurden als Datenquelle für den Aufbau einer statistischen Datenbasis für die langfristige Netzplanung sowie die Ableitung kritischer Netzbetriebszustände und deren weitergehende Behandlung verwendet. Die Ergebnisse senken die Netzbetriebs- und -erweiterungskosten.



ÜBERSICHT ÜBER DIE BESCHLOSSENEN USE CASES

Use Case 3 „Self consumption optimization“

In diesem Anwendungsfall geht es darum, die Energiekosten für den Gebäudebetreiber zu minimieren. Dies erfolgt durch Verbrauchsoptimierung und/oder Lukrieren zusätzlicher Einnahmen durch Flexibilität. Gleichzeitig können CO₂-Emissionen durch Einbeziehen erneuerbarer Energiequellen reduziert werden. Die Optimierung muss dabei den Komfort für die BewohnerInnen oder NutzerInnen des Gebäudes berücksichtigen, die Maßnahmen müssen ohne Komfortverlust umsetzbar sein. Um einen effizienten Betrieb zu gewährleisten, muss die Optimierung automatisiert erfolgen. Dennoch müssen berechtigte Personen jederzeit die Möglichkeit haben, in diese Abläufe einzugreifen und individuelle Anpassungen vorzunehmen.

Use Case 4 „Smart User interaction“

Ziel des Anwendungsfalls ist es, den EndkundInnen adressatengerechte Produktlösungen anzubieten, welche auf Kundenseite den Komfort heben und die Kosten senken sollen sowie auf der Energieseite spezifisch geringere CO₂-Emissionen verursachen. Betrachtet wurden der soziale Bereich (durch Erforschen von Lebensstiltypen und Ableiten von „Energietyten“), die technische Infrastruktur (mittels Erforschen der notwendigen Technologien und Lösungen inklusive Reflexion des vorhandenen Regelwerkes) und der Produktbereich (durch Untersuchen von möglichen Produktlösungen, welche auf individuelle Bedürfnisse eingehen).

Use Case 5 „LV grid management“

Integration von dezentralen, auf einzelne Niederspannungsteilnetze bezogene Regelungen (Spannung und/oder Strom) in einen effizienten operativen Netzbetrieb zur Reduktion der Netzbetriebskosten. Der Fokus liegt dabei auf dem Einsatz von bereits in anderen Projekten getesteten Lösungen mit spezifischen Erweiterungen, um ein effizientes Gesamtsystem zu ermöglichen. Schwerpunkte sind eine automatische Anmeldung der erforderlichen Komponenten, eine weitestgehend automatische Parametrierung derselben und eine effiziente Einbindung in das Fehlermanagement.

Use Case 6 „Building flexibilities“

Das Ziel dieses Anwendungsfalls ist es, Flexibilität möglichst gewinnbringend zu vermarkten. Dieses Ziel wird sowohl vom Gebäudebetreiber als auch vom Energiepool-Manager verfolgt. Investitionen in die notwendige Infrastruktur (Gebäudeleittechnik, Erzeugung, Speicher etc.) müssen durch die Einnahmen aus der Vermarktung amortisiert werden. Neben elektrischen Speichern können vor allem auch thermische Speicher eingesetzt werden. Aus Sicht der Netzbetreiber können Kosten für einen Netzausbau vermieden oder verschoben werden.

Use Case 7 „Benchmarks“

Hierbei geht es um eine vergleichende Analyse (Benchmarking), wobei die Überprüfung der Wirtschaftlichkeit im Vordergrund steht und ein

Vergleich der Investitionskosten mit den erzielbaren Kosteneinsparungen durchgeführt wird. Neben der wirtschaftlichen Analyse werden auch andere Leistungsmerkmale (z. B. CO₂-Emissionen) erhoben und verglichen. Ein weiteres Ziel ist der Vergleich auf verschiedenen Granularitätsebenen, also von Gebäude-Ausstattungs-elementen, kompletten Gebäuden oder auch Gebäudepools.

Use Case 8 „Operational grid planning“

Unterstützung von Entscheidungen bei der operativen Netzplanung durch domänenübergreifende und dezentrale Integration von Daten aus verschiedenen Quellen mit gemeinsamen Datenmodellen zur Reduktion der Netzbetriebskosten. Dabei soll der einfache und effiziente Datenzugriff mit Bereitstellung (Provisionierung) der Daten von Sensoren aus dem Feld gewährleistet sein. Ferner geht es um den Aufbau von Schnittstellen und Interaktionen zwischen den Domänen.

Use Case 9 „Strategic grid planning“

Aufbau von Simulationsumgebungen zur Potenzialabschätzung der Maßnahmen im strategischen Netzausbau mit Berücksichtigung externer Faktoren zur Reduzierung der Netzanschlusskosten. Durch die modellbasierte Optimierung mit Validierung sowie komplexe Datenanalytik sind Zusammenhänge zu identifizieren und neue Informationen aus den Daten zu generieren. Weiters ist Unterstützung beim Aufbau einer App bzw. API-Plattform zu bieten.

Use Case 10 „Grid load forecast“

Verbesserung der Prognosequalität (Erzeugung und Verbrauch) an den Übergabepunkten zum Verbundnetz durch eine automatisiert erstellte Day-ahead-Prognose und eine Intraday-Prognose auf Basis von selbstlernenden Algorithmen zur Reduktion der Ausgleichskosten. Es erfolgt eine laufende Erfassung der Lastflüsse der Trafostationen (bidirektional), Wetterdaten (über Sensorik in den Trafostationen) und der Aufbau einer historischen Datenbank. Auch werden, soweit bekannt, kalenderbezogene Events (z. B. Großveranstaltungen) erfasst. Weiters erfolgt die Erstellung der Prognosen über intelligente Algorithmen, die die aktuellen und historischen Daten pro

Transformatorstationen verarbeiten und anschließend über die relevanten Transformatorstationen pro Übergabepunkt summieren.

Use Case 11 „Predictive maintenance“

Ziel dieses Anwendungsfalls ist es, periodisch durchgeführte Wartungsarbeiten bei Bedarf jetzt durchzuführen und damit die Wartungskosten zu senken. Auch die Kundenorientierung soll verbessert werden, indem Störungen vermieden oder behoben werden, bevor die KundInnen die Auswirkungen bemerken.

Ergebnisaufbereitung

Die Ergebnisse des ASCR-F&E-Programms sind allen Gesellschaftern in Form sogenannter „Deliverables“ zugänglich. Hinsichtlich der Forschungsfragen wurden sowohl Kurzantworten als auch Detailantwortungen innerhalb der Dokumentationen der einzelnen Use Cases erstellt. Bei den entwickelten Demos (Applikationen, Services, Tools) handelt es sich um 15 konkrete Implementierungen (Prototypen und adaptierte Produkte), die sich in den Testbeds im Realbetrieb befinden.

Durch nationale Förderprojekte (die Projekte SCDA, iNIS und FACDS wurden mit knapp 5,8 Millionen Euro gefördert – siehe auch Abschnitt „Förderungen“) konnte ein Großteil der Use Cases noch detaillierter und umfangreicher als ursprünglich geplant behandelt werden (Additionalität).

Für diesen Abschlussbericht wurden die wichtigsten Forschungsergebnisse in Form von Storylines übersichtlich zusammengefasst.

Verbindungen zur Smart City

Wien Rahmenstrategie

Die Smart City Wien Rahmenstrategie umfasst quantitative als auch qualitative Ziele für 2030 und 2050 und dient somit als verbindliche Richtschnur für strategisches und nachhaltiges politisches Handeln. Insbesondere im Rahmen des Förderprojekts SCDA wurde die Anwendbarkeit einzelner Aspekte des Gesamtprojekts auf ein Quartiers-Monitoring analysiert. Erkenntnisse daraus können wertvolle Inputs für die Stadtplanung oder das Stadtteilmanagement geben.

Die Grundlage der Forschungsarbeit – die Testbeds



Errichtung der Testbeds in aspern Seestadt (Jänner 2014)

Die Basis der ASCR-Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten bilden die komplexen und miteinander vernetzten Testbeds. Bei ihrer Planung und Errichtung lag der Fokus darauf, eine möglichst umfassende, nachhaltige Infrastruktur zu errichten, um z. B. von Beginn an den Primärenergiebedarf zu reduzieren. Dadurch können jedes Jahr mehrere Tonnen CO₂-Emissionen gespart werden – ganz im Sinne der Smart-City-Ziele der Stadt Wien.

Die einzelnen Infrastrukturkomponenten und -systeme für die Testbeds Smart Building und Smart Grid sowie die adäquate IKT-Architektur (Smart ICT) wurden mit Blick auf das F&E-Programm ausgewählt und zu Gesamtlösungen integriert. Die Gesamtlösungen ermöglichen nun eine ganzheitliche Betrachtung der Korrelationen und Wechselwirkungen zwischen den Domänen.

Motivation und Ziele

Im Rahmen der Konzeptionierung und Planung wurde großes Augenmerk auf eine größtmögliche Flexibilität der zukünftigen Testbeds gelegt. So stand nicht die Errichtung einer real benötigten Gebäude- und Netzinfrastruktur im Vordergrund. Die Testbeds wurden bewusst mit unterschiedlichsten Technologien ausgestattet, um eine möglichst hohe Zahl komplexer Fragestellungen in einem realen Umfeld bearbeiten zu können.

So wurden z. B. verschiedene Sensor-, Wärmepumpen- oder Transformatortypen gewählt, um deren Verhalten und Eigenschaften vergleichen zu können.

Urbane Fragestellungen sind – bedingt durch die ihnen latent innewohnende Komplexität – nicht dazu geeignet, nur auf konzeptioneller Basis „am grünen Tisch“ gelöst zu werden. Zu groß ist dabei die Gefahr, äußere Einflussfaktoren zu übersehen. Derart komplexe Herausforderungen müssen, um in der späteren Praxis bestehen zu können, auch in der Realität auf ihre Tauglichkeit geprüft werden. Die ASCR-Testbeds bieten hier eine ideale „Spielwiese“, um theoretisch erarbeitete Lösungsansätze in der Realität erproben zu können, bevor diese im gesamten Versorgungsgebiet ausgerollt werden.

Um ein Beispiel zu nennen: Die Entwicklung von Smart-Grid-Applikationen wäre ohne ein entspre-

chendes Testbed weitaus risikoreicher. Hier trifft eine ewiggültige Entwicklerweisheit zu: Je früher ein Fehler gefunden wird, umso kostengünstiger kann er eliminiert werden. Eine fehlerhafte Software, die beispielsweise in mehrere hundert Transformatorstationen ausgerollt wurde und ersetzt werden muss, verursacht ungleich höhere Kosten als eine gut durchdachte und genutzte Teststellung.

Beschreibung der Testbeds

Der Prozess der Planung, Errichtung und Inbetriebnahme der ASCR-Testbeds hat in Summe rund drei Jahre (2013–2015) in Anspruch genommen. Das ASCR-Team konnte im Verbund mit allen Gesellschaftern die Implementierung der Testbeds sowohl aus technischer als auch aus wirtschaftlicher Sicht erfolgreich umsetzen und hat damit einen Wert geschaffen, der nachhaltig nutzbar ist.

Die ASCR ist Eigentümerin der Testbeds und für die Betriebsführung aller Anlagen verantwortlich. Dadurch kann sichergestellt werden, dass die Testbeds allen Gesellschaftern gleichermaßen zur Verfügung stehen und für alle zielgerichtet eingesetzt werden. Als Arbeitsplattform nimmt die ASCR die Rolle eines koordinierenden „Enablers“ ein. Diese Funktion soll wiederum sicherstellen, dass alle Akteure (Industrie, Energieversorger und Netzbetreiber) zielgerichtet zusammenfinden und Lösungen zu den Fragestellungen des F&E-Programms geordnet erarbeiten können.

Der Rahmen der ASCR bietet zudem eine Projektmanagement-Umgebung, die ergebnisorientiertes Zusammenarbeiten forciert. Durch die Forschungskomponente werden laufend innovative Denkansätze eingebracht und diskutiert, und eine allfällige „Betriebsblindheit“ kann nachhaltig aufgebrochen werden. Nicht zuletzt sorgt die geforderte Ergebnisorientierung für eine umfassende Dokumentation aller Projekte.

Die Testbeds der ASCR werden im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsprogramms ASCR 2.0 weiterhin genutzt und den neuen Anforderungen entsprechend erweitert.

Gebäude (Smart Building)

Europaweit werden rund 40 % der gesamten

Endenergie in Gebäuden verbraucht. Ein Hauptaugenmerk der ASCR liegt deshalb darauf, den Eigenverbrauch im Gebäude zu optimieren. Zukünftige Gebäudeoptimierungssysteme sind darauf ausgerichtet, den voraussichtlichen Energiebedarf unter Berücksichtigung von Nutzungsgewohnheiten, Energiesparverhalten, Energieproduktion, Wetterprognose und anderer Daten vorherzusagen. Außerdem können sie Auskunft über den Zustand bestimmter Gebäudeeinheiten geben und bei der Planung von Instandhaltungsmaßnahmen helfen.

Drei Gebäudekomplexe – ein Wohnbau, ein Wohnheim für Studierende und ein Bildungscampus (Kindergarten und Volksschule) – bilden die Smart-Building-Untersuchungsobjekte der ASCR (das Smart-Building-Testbed). Diese verschiedenen

Gebäudetypen wurden ausgewählt, um unterschiedliche Nutzungen und Anforderungen beobachten zu können. Leider stand zu Beginn der ASCR kein Bürogebäude zur Verfügung, das in das Testbed miteingebunden hätte werden können.

Ausgestattet mit Photovoltaik, Solarthermie, Hybridanlagen, Wärmepumpen, verschiedenen thermischen und elektrischen Speichern sowie modernster IT, agieren diese drei Gebäude als flexible „Prosumer“. Das heißt: Sie verbrauchen nicht nur Energie, sondern produzieren und speichern sie auch. Komplexe IKT-Systeme ermöglichen die automatisierte, optimal gesteuerte Verteilung, Nutzung, Speicherung und Weiterleitung der Energie. Darüber hinaus können Smart Buildings am Strommarkt partizipieren.

SMART-BUILDING-TESTBED IM SÜDWESTEN DER SEESTADT



WIR

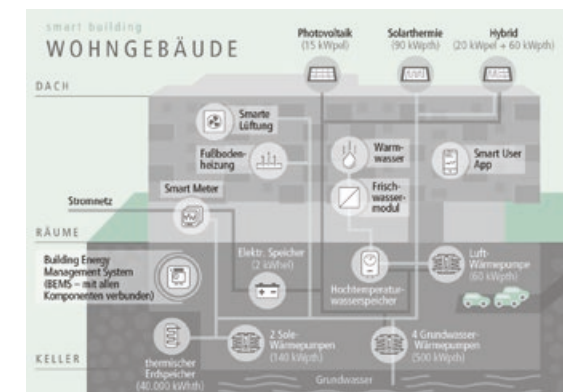
BRAUCHEN

D12 – Wohngebäude

Die Wohnhausanlage besteht aus sechs einzelnen Bauteilen mit insgesamt 213 geförderten Mietwohnungen auf einer Gesamtfläche von rund 16.000 Quadratmetern. Im Erdgeschoß befinden sich Gewerbeflächen, darunter wurde eine zweistöckige Sammelgarage errichtet. Das Gebäude ist komplett wärmeautark, deckt also durch eigene Anlagen seinen Wärmebedarf vollständig. Die Energieerzeugung erfolgt durch Solarthermie-, Photovoltaik- und Hybridanlagen (Mischung von Photovoltaik- und Solarthermieanlagen) sowie Wärmepumpen. Durch diese erneuerbaren Quellen werden im Vergleich zu einer Gaskessel-Heizanlage etwa 71 % der jährlichen CO₂-Emissionen eingespart. Dies entspricht einer Vermeidung von rund 240 Tonnen CO₂.

Die ASCR nutzt zudem die Abwärme der Garage mittels einer Luftwärmepumpe. Aufgrund der konstanten Umgebungstemperatur konnte so der Wirkungsgrad im Winter um Faktor 1 angehoben werden. Zudem wurde in diesem Gebäude ein neuartiges Konzept eines thermischen Erdspeichers erfolgreich in Betrieb genommen.

In den 111 teilnehmenden Haushalten (siehe auch Storyline 1) wurde eine smarte Mess-, Steuer-, Regelungstechnik (smarte MSR) installiert. Die User können so die Luftqualität und die Temperatur mittels Smart Home Automation entweder vor Ort, also in der Wohnung, oder auch via Tablet oder Smartphone aus der Ferne steuern.



WOHNGEBÄUDE AM BAUFELD D12 INKL. AUSSTATTUNG

ECHTDATEN



EINDRÜCKE VOM WOHNGEBÄUDE AM BAUFELD D12





EINDRÜCKE VOM BILDUNGSCAMPUS AM BAUFELD D18A



WIR

BRAUCHEN

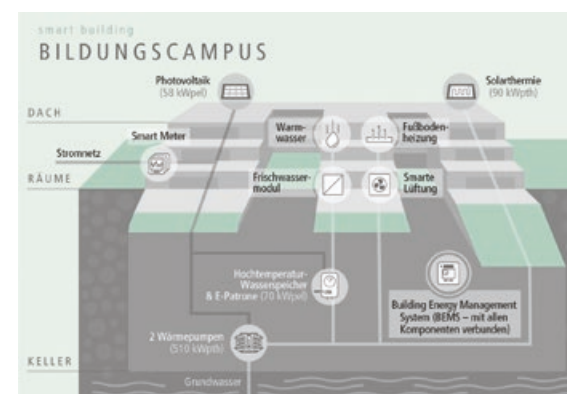
ECHTDATEN

EINDRÜCKE VOM STUDIERENDENHEIM AM BAUFELD D5B



D18A – Bildungscampus

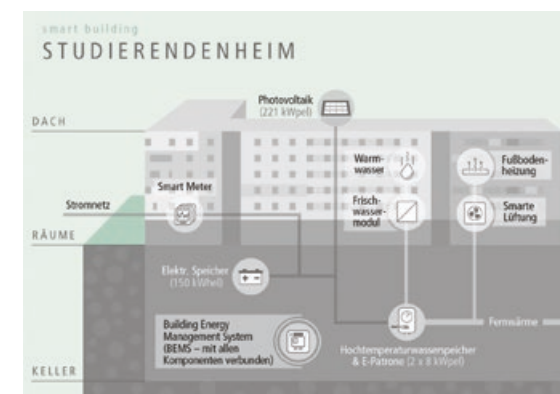
Dank der technischen Infrastruktur der ASCR ist der Bildungscampus ein wärmeautarkes Gebäude. Dieser Campus beherbergt zum Zeitpunkt der Berichtserstellung 233 Kindergartenkinder und 420 VolksschülerInnen. Die Energieerzeugung erfolgt durch Solarthermie- und PV-Anlagen sowie Wärmepumpen. Eine Besonderheit dieses Gebäudes ist, dass der Abluft, die durch die Körpertemperatur der BenutzerInnen sowie durch die betriebsbedingte Erhitzung technischer Geräte erwärmt wurde, Wärme entzogen wird. Mit dieser Rückgewinnung der Energie können jedes Jahr 10.000 Euro an Energiekosten eingespart werden. Ziel ist es, mit derartigen Demonstratoren unter Beweis zu stellen, dass innovative Energiekonzepte in modernem Städtebau technisch und wirtschaftlich möglich sind.



BILDUNGSCAMPUS AM BAUFELD D18A INKL. AUSSTATTUNG

D5B – Studierendenheim

Das Studierendenheim „GreenHouse“ bietet auf 7.000 Quadratmetern 313 Wohnplätze an. Das Gebäude ist im Passivhaus-Standard errichtet. Die Österreichische Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (ÖGNB) hat das „GreenHouse“ bereits im Februar 2014 für seine Nachhaltigkeit ausgezeichnet. Der Strom für das Gebäude wird durch Photovoltaikanlagen auf dem Dach erzeugt. Aufgrund des Batteriespeichersystems hebt die ASCR den Eigennutzungsgrad auf 62 % und den Eigendeckungsgrad auf 48 %. Die Gesamtfläche der PV-Paneele (gefächerte Schichtung) am Wohnheim ist größer als seine Dachfläche. Dadurch ist zwar nicht jedes Paneel optimal ausgerichtet, aber der mögliche Gesamtenergieertrag wurde damit maximiert. Die Wärme- und Warmwasserversorgung erfolgt durch Fernwärme.



STUDIENDENHEIM AM BAUFELD D5B INKL. AUSSTATTUNG



Ausblick

Im Infrastrukturbereich (Testbeds) arbeitet die ASCR an innovativen Energiekonzepten mit dem Fokus auf Nachhaltigkeit. Der Betrieb der verschiedenen dezentralen Anlagen erfolgt optimiert, um in bestmöglicher Weise Wärme, Kälte und Strom bereitzustellen. Die Forschungsarbeiten in der ASCR haben somit nicht nur einen gesellschaftlichen Impact, sondern ermöglichen vor allem den Gesellschaftern, als „First Mover“ die zukünftige Energiewelt mitzugestalten.

Während der ersten Phase der ASCR-Kooperation (2013–2018) wurden sämtliche Testbeds errichtet und mit umfangreicher Sensorik, Messtechnik und Management-Funktionalitäten versehen. In der zweiten Phase (2019–2023) wird die bestehende Infrastruktur von den Kooperationspartnern der ASCR weiterhin genutzt sowie den Anforderungen der neuen Forschungsthemen entsprechend erweitert. Dabei beziehen sich die möglichen Erweiterungen sowohl auf existierende Anlagen als auch auf gänzlich neue Gebäude und Gebäudekomplexe (fixiert wurde bereits ein Bürogebäude).

Folgende technologische Erweiterungen sind für die Umsetzung der Phase 2 in Diskussion:

Elektrische Speicher

Nicht nur im Sinne der Optimierung ist eine Erweiterung von einzelnen Gebäuden auf ein Quartier, also mehrere infrastrukturell miteinander verbundene Gebäude, sinnvoll. Eine gemeinschaftliche Speichernutzung im Quartier ist ökonomisch, ökologisch zielführend und volkswirtschaftlich wertvoll.

Quartierspeicher können netz- und/oder marktdienlich eingesetzt werden. Sowohl für den netz- als auch für marktdienlichen Betrieb stehen verschiedene Einsatzstrategien zur Verfügung, die sich zum Teil zu Multi-Use-Strategien kombinieren lassen. Eine Mehrfachnutzung erhöht die Batterieauslastung und damit auch die betriebswirtschaftlichen Erlöse. Es ist davon auszugehen, dass neben größeren Speicherlösungen auch im kleinen Leistungsbereich Flexibilitäten stark zunehmen werden (Photovoltaik, Heimspeicher, E-Mobilität etc.). Parallel dazu werden die Märkte volatiler. Im Laufe der weiteren Forschungsaktivität werden

Lösungen und Angebote entwickelt, um diese wirtschaftlich zu nutzen.

Thermische Speicher

Fernwärmesysteme sind in industriellen Ballungszentren besonders beliebt. In Zukunft sollen die erneuerbaren Energien eine immer größere Rolle in der Fernwärme spielen. Eine Möglichkeit, dies zu realisieren, ist die Nutzung der Abwasserwärme. Dabei ist vorteilhaft, dass das Abwassernetz und das Fernwärmenetz in der Stadt ähnlich weitreichend vernetzt sind. Weiters gibt es eine gewisse Gleichzeitigkeit in der Entstehung des Abwassers und dem Bedarf an Warmwasser, welche genutzt werden kann.

Chemische Speicher

Speichertechnologien sowie die Sektorkopplung (also etwa das Zusammenwirken von Strom- und Wärmeversorgung) werden in Zukunft eine immer größere Rolle spielen. Aufgrund der witterungsbedingt schwankenden Stromerzeugung mittels erneuerbarer Energien müssen Technologien gefunden werden, die sicherstellen, dass die notwendige Energieform zum Zeitpunkt des Bedarfs vorhanden ist. In dieser Hinsicht werden Wasserstoffspeicher und entsprechende Anwendungen eine zentrale Forschungsfrage der ASCR sein.

Kühlung

Bisher wird das Thema Kühlung im Wohnungsbereich weitgehend unterschätzt. Da die Sommer immer heißer werden und beinahe jedes Jahr neue Rekorde punkto Anzahl von Tropennächten mit mehr als 20° Celsius aufgestellt werden, ist hier ein Umdenken unbedingt notwendig. Wie Kälte ist Hitze nicht nur unangenehm, sondern hat enorme Auswirkungen auf den menschlichen Organismus. In der Seestadt zeigt sich am bisher ungekühlten Wohngebäude (Bauplatz D12), dass Kühlungs-Split-Geräte von sehr vielen BewohnerInnen nachgerüstet werden. Diese sind unökologisch und ineffizient. Mit einem Anergienetz kann angenehme Kühlung einfach, effizient und nachhaltig bereitgestellt werden. Grob gesprochen, ist ein Anergienetz ein Nahwärmenetz. Anders als dieses wird es aber mit einer Temperatur betrieben, die sich nur wenig

von der Umgebungstemperatur unterscheidet. In einem Anergienetz kann daher die Abwärme von Anlagen wie etwa aus einem Rechenzentrum genutzt werden. Ein Anergienetz hat in einem kleineren Siedlungsgebiet einige Vorteile gegenüber einem Fernwärmenetz. In der zweiten Phase der ASCR wird die technische sowie wirtschaftliche Machbarkeit von Anergienetzen geprüft und im Falle eines positiven Ergebnisses auch realisiert.

Um im bestehenden Gebäude-Testbed eine nachhaltige Kühlung zu realisieren, wären einige Nachrüstungen notwendig, etwa Kühlung über den Fußboden oder die Zuluft. Die zur Warmwasserbereitung benötigte Energie soll außerhalb der Heizperiode vorrangig aus dem bestehenden Fußboden-Heizungssystem des Gebäudes entnommen werden, indem kaltes Wasser und Wärmetauscher eingesetzt werden. Damit sollen die Räume in einem akzeptablen Maß gekühlt bzw. temperiert werden.

Grundwassernutzung

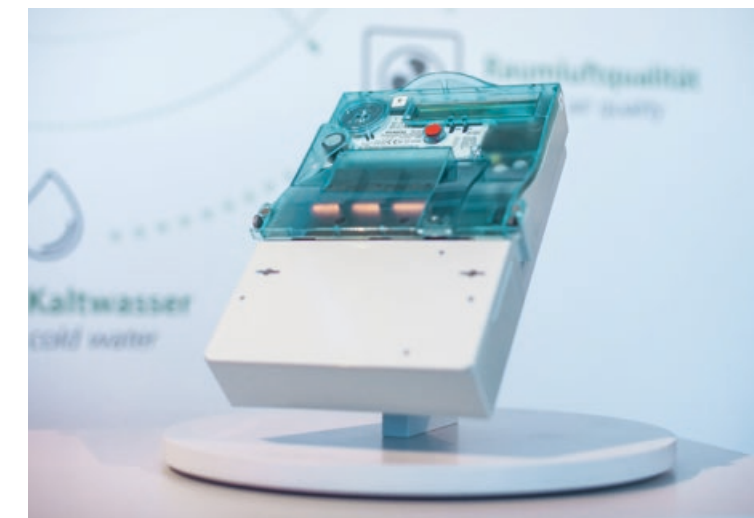
Zwei Gebäude des ASCR-Testbeds werden wärmeautark betrieben (der Wohnbau und der Bildungscampus). Dies bedeutet, sie sind nicht an die Fernwärme angeschlossen, sondern erzeugen die gesamte benötigte thermische Energie mithilfe von erneuerbaren Energiequellen selbst. Ein Großteil der Energie wird von Grundwasserwärmepumpen generiert. Beim Entzug von thermischer Energie aus dem Grundwasserkörper wird dieser unweigerlich auch abgekühlt. In der Seestadt gibt es einige Gebäude, die auf die Nutzung des Grundwassers zurückgreifen. In der nächsten Phase des Projekts soll die wechselseitige Beeinflussung dieser benachbarten Grundwasserbrunnen auf lange Sicht experimentell beobachtet werden, um bestehende Simulationen zu verbessern.

Smart Grid (Verteilnetz)

Das Smart-Grid-Testbed der ASCR besteht aus Sicht des Verteilnetzes aus zwei Teilbereichen. Der Hauptteil befindet sich auf dem Areal der Seestadt. Darüber hinaus sind jedoch auch einzelne Trafosta-

tionen mit unterschiedlichen Charakteristika (ländliche, städtische, industrielle Verbraucher) aus dem Versorgungsgebiet der Wiener Netze eingebunden, um aussagekräftigere, realitätsnähere Ergebnisse zu erreichen.

Das zentrale Testbed innerhalb der Seestadt besteht auf der Niederspannungsebene aus 12 Trafostationen, 24 Schleifenkästen und 5 netzdienlichen Speichersystemen. Diese elektrotechnischen Kernanlagen werden durch rund 100 Grid Monitoring Devices (GMD) ergänzt, welche hochaufgelöste Netzkennzahlen des Niederspannungsnetzes liefern und detailreich sichtbar machen. Hinzu kommen



OBEN EIN SMART METER UND UNTEN EIN GMD (GRID MONITORING DEVICE)



etwa 500 Smart Meter, für die von über 100 VerbraucherInnen Zustimmungserklärungen für die Verarbeitung von 15-Minuten-Werten je Haushalt vorliegen. Die Verbräuche der übrigen Haushalte stehen als Aggregationsgruppe zur Verfügung.

Die großflächige Ausbringung von Sensoren und Aktoren im Niederspannungsnetz stellt ein Novum dar, da diese Spannungsebene, anders als die Hochspannungsebene, bisher nicht überwacht und manuell betrieben wurde.

Essenzielles Ziel für die Arbeit im Netzbereich der ASCR ist die Ermittlung der notwendigen Anzahl an Sensoren und Aktoren, die sowohl für die Netzplanung als auch für den Netzbetrieb in Zukunft

benötigt werden, um im Spannungsfeld zwischen effizientem Sensorausbau und Netzvisualisierung durch Messwerterhebung das Kosten-Nutzen-Optimum zu finden.

Das Umfeld, das in der Seestadt durch die ASCR geboten wird, ist für derartige Fragestellungen besonders geeignet. Es konnten im Vorfeld des Forschungsbetriebs Zustimmungserklärungen für weitreichende Datenverwendungen sowie die grundsätzliche Bereitschaft zur Mitarbeit vieler MieterInnen und Bauträger im Forschungsgebiet erreicht werden. Dadurch konnte ein Datenpool gesichert werden, der für die Untersuchung der Fragestellungen eine vitale Basis darstellt.

ÜBERBLICK ÜBER DAS SMART-GRID-TESTBED UND DAS SMART-ICT-TESTBED (DATENZENTRALE)



Durch die gemeinsame planerische Betrachtung und die spätere integrative Ausbringung von Primärtechnik (Energieversorgung) und Sekundärtechnik (Sensorik und Fernwirktechnik) wurde im Gebiet der ASCR ein symbiotisches Umfeld geschaffen. Mit diesem können Antworten auf zukunftsweisende Fragestellungen eines Verteilnetzbetreibers in den Themenbereichen Smart Grid, Netzplanung oder Betriebsmittelloptimierung auf Niederspannungsebene erarbeitet werden.

Darüber hinaus können mit dem so realisierten Testbed Lösungsszenarien für bereits bestehende, aber auch für geplante regulatorische Maßnahmen erarbeitet und mittels adäquater Teststellungen zur Umsetzungsreife entwickelt werden. Hier zu nennen sind insbesondere Regulationsvorgaben, die auf qualitative Versorgungsverbesserungen, etwa die Ermittlung von Qualitätskennzahlen, abzielen. Diese Rechengrößen, als Beleg für die Servicequalität des Netzbetreibers, basieren auf Kennzahlen überwiegend aus der Niederspannungsebene, wie sie im Testfeld der ASCR erhoben werden. Da die Versorgungsqualität eine signifikante Stellgröße für das vom Regulator zugestandene Netzentgelt ist, schlagen derartige Lösungen direkt auf das wirtschaftliche Ergebnis eines Netzbetreibers durch.

Ausblick

In der ASCR 2.0 werden weitere direkt auf den Verteilnetzbetreiber wirkende Einflussgrößen sowie regulative Rahmenbedingungen im Forschungsprojekt näher betrachtet. Die netzdienliche Verwendung von Energiespeichern, die Anwendung von variablen Netztarifen und der für einen effizienten Netzbetrieb notwendige Datenaustausch stehen im Fokus der Betrachtungen. Aus diesem Grund wird das faktisch-technische Testbed durch ein normativ-rechtliches Testbed ergänzt, in dem die Wirkung rechtlicher Vorgaben auf den energiewirtschaftlichen Markt und die Effizienz des Verteilnetzbetreibers untersucht werden kann. Mit dieser Innovationszone wird die Gestaltung normativer Vorgaben des Regulators positiv unterstützt. Der Netzbetreiber erlangt damit einen Informationsvorsprung, den er zum Vorteil seiner KundInnen im rasch wachsenden Stadtgebiet einsetzen kann.

Da das ASCR-Testbed in seinem technischen Gefüge realitätsnahe installiert wurde, können in künftigen Betrachtungen in diesem Umfeld Synergien zwischen einer Vielzahl an Einrichtungen eines modernen Verteilnetzbetreibers untersucht werden. Insbesondere fallen darunter mögliche Synergiepotenziale zwischen Smart Metering und Betriebsmessungen zur datenunterstützten Netzplanung und Netzbetrieb. Ziel dieser Betrachtungen soll der optimale Mix zwischen normativ vorgegebenen Einrichtungen wie Smart Meter, zusätzlich technisch notwendigen Messungen sowie der Ergänzung durch mathematische Methoden sein.

Die breite Ausbringung von Feldsensoren und -aktoren bedeutet eine derzeit unbekannte Herausforderung für Verteilnetzbetreiber hinsichtlich Angriffen auf neu zu schaffende Datennetze. Gerade durch die bereits dargestellte überwiegend manuelle Bewirtschaftung des Niederspannungsnetzes besteht Nachholbedarf an Wissen und praktischer Erfahrung auf dem Gebiet sowohl der logischen als auch der physischen Informationssicherheit. Eine effiziente Erarbeitung notwendiger Maßnahmen bedingt nicht nur neue technische Konzepte, sondern auch deren praktische Erprobung. Ziel eines solchen dualen Vorgehens ist es, einen Regelkreis zwischen theoretischer Konzeption und praktischer Erprobung zu schaffen, mit dem eine ständige Härtung des Gesamtsystems gegenüber Cyberangriffen, die sich selbst stetig weiterentwickeln, verfolgt wird.

Der zuvor beschriebene schnelle technologische Wandel, dem sich ein Netzbetreiber durch die genannten Rahmenbedingungen nicht entziehen kann, bedingt, dass Automatisierungskomponenten in großer Zahl effizient und effektiv nur in einem standardisierten Rahmen in das Feld ausgerollt werden können. Ein entsprechender zukunftssicherer Standard, bestehend aus Vorgehensweisen und verwendeten Technologien, kann durch die derzeitigen Begebenheiten im ASCR-Umfeld erarbeitet und erprobt werden.

Smart ICT (Datenzentrale, Kommunikationstechnik, Feldsysteme)

Durch Anwendung intelligenter Informations- und Kommunikationstechnologie (Smart ICT) lassen sich sämtliche aus den Gebäuden und dem Niederspannungsnetz anfallenden Daten sowie externe Daten nutzen, um die komplexen Wechselwirkungen zwischen Netz und Gebäuden zu analysieren. Die Nutzung von Daten aus unterschiedlichen Domänen ermöglicht auch eine ganzheitliche, vergleichende Analyse eines urbanen Raums, um beispielsweise neue Zusammenhänge im komplexen System der Stadt aufzuzeigen oder die Wirksamkeit von Optimierungsmaßnahmen zu untersuchen.

Die drei Hauptkomponenten der genutzten IKT-System-Architektur sind die Datenquellen, die Teradata-Datenbank (Data Warehouse – kurz DWH) und die NutzerInnen. Der verwendete Datenbank-Server ist das Modell Teradata 670C.

Im Gegensatz zu generell üblichen „Datensilos“, wo für jeden Geschäftsbereich eigene, voneinander abgegrenzte Datenbank-Lösungen implementiert sind, ermöglicht die Smart ICT der ASCR eine gesamtheitliche Darstellung. So sind keine unterschiedlichen Tools zum Laden der jeweiligen Datensätze sowie zur Visualisierung erforderlich. Am schwerwiegendsten gegen die Umsetzung solcher „Datensilos“ spricht jedoch der Umstand, dass man aufgrund dieser Zersplitterung der Daten keine gemeinsame, konsistente, globale Sicht auf die Datenbasis hat, welche jedoch für alle darauf aufbauenden domänenübergreifenden Analysen ganz essenziell ist.

Das ICT-Testbed wurde daher in Form einer vollständigen Integration aller heterogenen Daten über ein unternehmensweites, logisches Datenmodell realisiert. Konkret werden die Daten aus den Domänen Smart Grid, Smart Building und aus externen Datenquellen in das ASCR Data Warehouse integriert, um eine gemeinsame Sicht auf die Datenbasis für alle domänenübergreifenden Analysen zu schaffen. Als Basis und zentrales Element für diese umfassende Datenintegration dient das Smart Grid Logical Data Model (SG-LDM), ein logisches, relationales Datenmodell, welches all

die unterschiedlichen Objekte der verschiedenen Domänen (z. B. Messgeräte, Gebäudesensoren ...) und deren Beziehungen untereinander in einem komplexen Entity-Relationship-Diagramm (ER-Diagramm) darstellt. Erst durch dieses SG-LDM – und die konkrete Realisierung als physisches Datenmodell im DWH – lassen sich die heterogenen und verteilten Daten zu einem gemeinsamen, konsistenten Datenbestand zusammenführen. Das SG-LDM besteht dabei aus zwei Bestandteilen:

- dem Utilities (Logical) Data Model (UDM) von Teradata, welches umfassend alle Unternehmensbereiche und Domänen in der Energiebranche abdeckt, sowie
- den Smart-Grid-Erweiterungen des UDM, welche konkret für die individuellen Bedürfnisse – abgeleitet aus den Use Cases – entwickelt werden.

Der Kern des SG-LDM ist das UDM von Teradata, ein sehr umfassendes und komplexes Unternehmens-Referenzdatenmodell. Der Umfang und die Komplexität des UDM zeigen sich besonders anschaulich anhand des ER-Diagramms des Modells.

Aufgrund dieser Komplexität war es am sinnvollsten, ein bereits existierendes Datenmodell als Basis zu verwenden und individuell zu ergänzen, anstatt ein umfangreiches Datenmodell von Grund auf neu zu konzipieren. Dieser Ansatz wurde durch das SG-LDM realisiert und umgesetzt.

Mit dem bestehenden IKT-Eco-System der ASCR wird erprobt, welche Datenbestände in welcher Art und Weise in einem urbanen Umfeld entweder städtischen Einrichtungen selbst oder den StadtbewohnerInnen nutzenstiftend zur Verfügung gestellt werden können.

Durch die Nutzung des ASCR-Testbeds kann rasch ein umfassender Wissensstand aufgebaut werden. Zusätzlich kann insbesondere im Bereich IKT-Feld-Security durch gezielte Teststellungen, die in einem vollwertigen Produktivgebiet nicht im gleichen Ausmaß möglich wären, das Niveau der gesamten Informationssicherheit laufend verbessert werden. Die Erfahrungen aus der Nutzung des ASCR-Testbeds tragen bereits wesentlich zur Erfüllung normativer Vorgaben (z. B. nationales IT-Security-Gesetz oder DSGVO) bei.

Ausblick

Die zu erwartende hohe Dichte an Sensoren und Aktoren erzeugt per se einen stetig wachsenden Datenbestand, der, um überschaubar und effektiv nutzbar zu bleiben, auf einem adäquaten Mindestmaß gehalten werden muss. Zusätzlich müssen Fragen nach der Art der Datenverarbeitung (beispielsweise zentral/dezentral, Data-Sciences-Methoden), deren Betriebskosten und deren Informationsgehalt beantwortet werden. Dabei bilden der vorhandene, wachsende Datenbestand und der Stab an interdisziplinären ExpertInnen einen essenziellen Nährboden für Lösungen, damit aus „Wohltat nicht Plage“ wird.

Die Digitalisierung des (Niederspannungs-)Netzes dient Netzbetreibern zur Optimierung der Netzplanung und des Netzbetriebs bei gleichzeitigem Einsatz knapper Personal- und Materialressourcen. Um die Effizienzgewinne aus der Digitalisierung möglichst vollständig realisieren zu können, gilt es, die Kosten der Digitalisierung zu minimieren. Entsprechend sind Technologien wie „Plug & Automate“-Komponenten, Data Analytics und automatisierte IKT-Security im Gesamtsystem vorzusehen. Zusätzlich ist eine homogene Vorgehensweise über alle Spannungsebenen vorzusehen.

Zugleich dient Digitalisierung zur Verbindung unterschiedlicher Domänen wie Gebäude, Energienetze oder regionaler Erzeuger, um übergreifende Zielsetzungen wie Energieeffizienz zu erreichen. Weiters erhöht die Digitalisierung die Resilienz des Gesamtsystems durch den Einsatz überwachender, korrigierender Systeme.

Für marktteilnehmende Unternehmen ist Digitalisierung die Grundlage zur Etablierung personalisierter Angebote für ihre KundInnen. So werden klassische Unternehmen zu Anbietern maßgeschneiderter Lösungen und stehen in engem Kundenkontakt. Die derzeitige IKT-Architektur von Netzbetreibern ist durch eine hohe zentrale Konzentration von datenverarbeitenden Systemen gekennzeichnet. Dabei werden Daten, etwa von Sensoren in einem Umspannwerk, erfasst und zentral in einem Leitsystem verarbeitet.

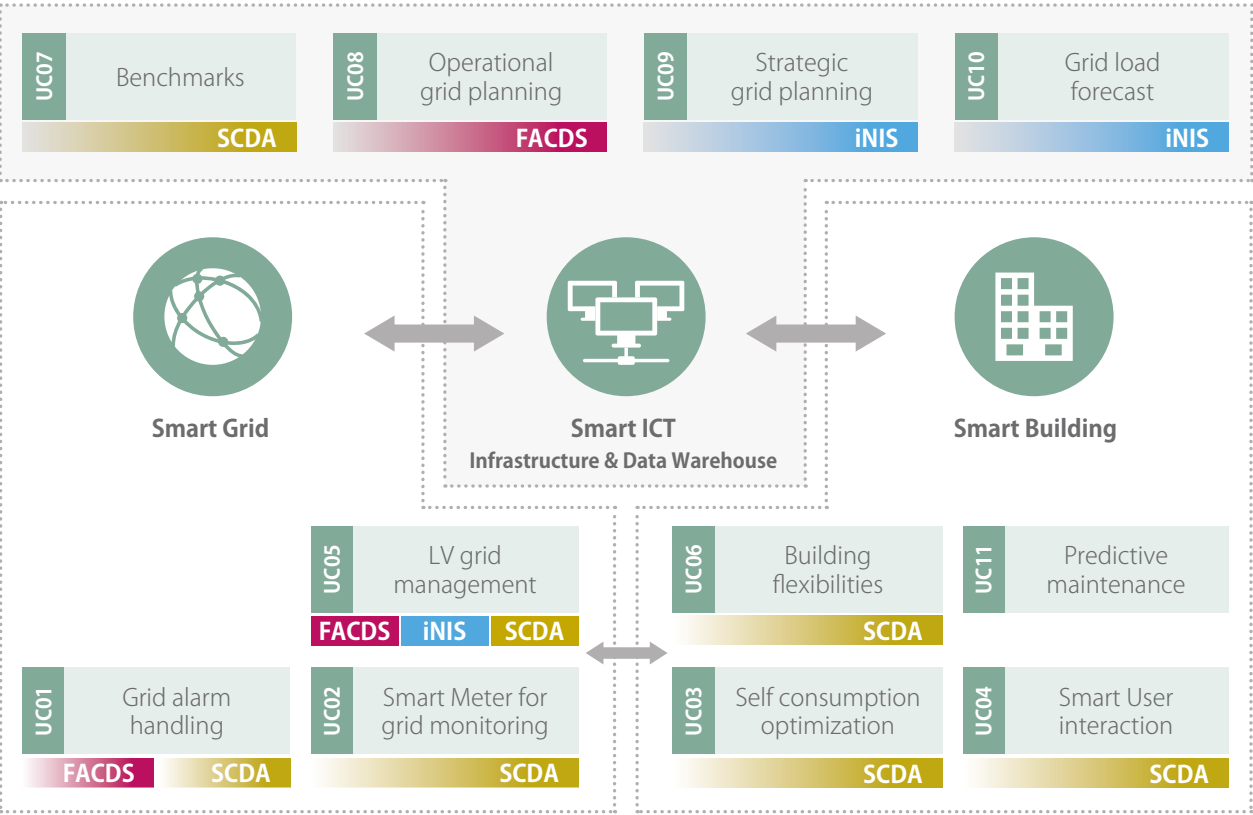
Diese Architektur deckt den Anwendungsfall ab, dass einzelne dezentrale Punkte (Umspannwerke)

breitbandig mit einer Zentrale verbunden sind. Dieses Verständnis ist aber nicht ausreichend für ein flächenmäßig weit verbreitetes Netz, dessen Datenpunkte mit unterschiedlicher Güte verbunden sind, wie sich das Niederspannungsnetz mit seinen Trafostationen und Schleifenkästen darstellt. Zu prüfen ist für diesen Anwendungsfall, inwieweit Systeme auch dezentral Daten verarbeiten können, auf die im Bedarfsfall zugegriffen werden kann.

Die ASCR testet zu diesem Zweck verteilte IKT-Systeme, die je nach Anwendungsfall mit unterschiedlichen Applikationen ausgestattet sind. Ziel ist es, die jeweils optimale Systemarchitektur, abhängig von verschiedenen Umgebungsparametern, zu identifizieren.

Die für die Datenzentrale gewählte Technologie (hauptsächlich Teradata als zentrales Data Warehouse) ist sehr gut geeignet, um Daten strukturiert zu speichern und zu lesen (relationales Datenbank-Management-System, RDBMS). Deren Hauptvorteile (Skalierbarkeit, Gleichzeitigkeit, Konsistenz) kommen allerdings aufgrund der relativ geringen Datenmengen, weniger paralleler User und keiner produktiven Nutzung nur bedingt zum Tragen. Wichtig für die Zukunft ist daher die sogenannte „Dualität“: ein solches klassisches, relationales System für die „produktive Welt“ verbunden mit einem sehr flexiblen System, mit welchem Forschung und Entwicklung noch besser bedient werden können. Dies wird in Zukunft weg von einer „One technology fits all“-Strategie zu einem Multi-Technology-Platform-Ansatz führen. Dieser Trend, der weltweit erkennbar ist und Umsetzung findet, lässt Themen wie Data Governance oder Data Security noch wichtiger werden.

Zielgerichtete Förderungen unterstützen die Forschung



Zuordnung der Förderprojekte zu den ASCR Use Cases und Testbeds

Förderstrategie

In einem innovativen Umfeld und dementsprechenden Diskurs sind Kooperationen zwischen Unternehmen essenziell für erfolgreiche Forschungs- und Entwicklungstätigkeit. Sie gewährleisten Einblicke in benachbarte Forschungsbereiche oder Arbeitsfelder, die einem alleine agierenden Unternehmen ansonsten nicht möglich wären. So können gemeinsam durchgeführte Projekte und deren Ergebnisse aus mehreren Blickwinkeln betrachtet, diskutiert und interpretiert werden.

Im Kontext der ASCR ist die Forschung integrativ und transdisziplinär ausgerichtet. Diese Herangehensweise verspricht eine höhere Ergebnisrelevanz und damit eine erhöhte Chance der Übertragbarkeit der Ergebnisse in die energiewirtschaftliche Praxis. Die Teilnahme an geförderten Forschungsprojekten unterstützt diesen Ansatz durch die Mitwirkung von externen Partnern um eine weitere Facette. Deshalb ist sie ein wesentliches strategisches Werkzeug der ASCR.

Förderungen helfen Unternehmen und Institutionen nicht nur im Bereich Forschung und Entwicklung, sie dienen auch der Sicherung des Wirtschaftsstandortes. Die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) verfolgt im Wesentlichen zwei Ziele: Einerseits agiert sie als Plattform zur Abwicklung von Förderungen, wie sie z. B. von staatlichen Einrichtungen wie dem Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) oder dem Klima- und Energiefonds (KLI.EN) vergeben werden, andererseits vermittelt sie nationale sowie internationale Programme, die unter anderem von den erwähnten Fördergebern BMVIT und KLI.EN oder der Europäischen Union unterstützt werden.

Viele Ergebnisse aus Forschungsförderungsprojekten zeigen jedoch, dass trotz oft beeindruckender Lösungsansätze die wirtschaftliche Umsetzung nach wie vor schwierig bleibt. Noch immer klafft bisweilen eine Lücke zwischen einer innovativen Idee und deren Anwendung bzw. ihrer Übertragbarkeit in die Realität. Nicht zuletzt aus diesem Grund steht in der ASCR die reale Umsetzung der Lösungen in den sogenannten Testbeds im Fokus.

Zur vollständigen Umsetzung des Forschungs- und Entwicklungsprogramms der ASCR waren folgende Schritte nötig:

- Detaillierung des F&E-Programms in Form sogenannter Use Cases
- Gruppierung der Use Cases und Definition von Projekten
- Auswahl der passenden Förderprogramme
- Auswahl der passenden externen Partner (Konsortialbildung)

In Summe wurden drei Projektideen ausgearbeitet und mit unterschiedlichen Konsortien eingereicht. Alle drei Anträge wurden von den zuständigen Fördergebern angenommen und bei einem Gesamtprojektvolumen von rund 11,4 Millionen Euro mit knapp 5,8 Millionen Euro gefördert:

- Smart Cities Demo Aspern (SCDA) im Rahmen der 4. Ausschreibung Smart Cities Demo (KLI.EN)
- integrated Network Information Systems (iNIS) im Rahmen der 3. Ausschreibung IKT der Zukunft (BMVIT)
- Flexible AC Distribution Systems (FACDS) im Rahmen des Energieforschungsprogramms, 2. Ausschreibung (KLI.EN)

Die Abbildung auf der linken Seite zeigt die Zuordnung der ASCR Use Cases zu den genannten Förderprojekten. Jedes der durchgeführten Projekte deckt wesentliche Aspekte eines modernen Smart-City-Konzeptes ab. Sie unterstützen damit implizit die Zielerreichung der Smart City Wien Rahmenstrategie in den Bereichen Innovation, Ressourcen und Lebensqualität.



Smart Cities Demo Aspern (SCDA)

Projekthalt

Ziel des Leitprojekts SCDA war die erstmalige großflächige Implementierung eines systemoptimierenden Ansatzes in den Bereichen Gebäude, Stromnetz, IKT (Informations- und Kommunikationstechnologie) und Einbindung der User. Das Demonstrationsvorhaben wurde in Form von drei vernetzten Testbeds (Gebäude, Niederspannungsnetz & Datenzentrale) in der Seestadt umgesetzt. Erkenntnisse und Rückschlüsse konnten während der Projektlaufzeit genutzt werden, um Betriebs- und Regelungsstrategien der Gebäude und Stromnetze zu verbessern. Ferner wurde die Weiterentwicklung von Ansätzen in der Interaktion mit den User für eine optimierte Energienutzung und für die damit einhergehende Reduktion von CO₂-Emissionen forciert.

„Flexibilitäten intelligent nutzen“

PROGRAMM

Smart Cities Demo, 4. Ausschreibung (KLI.EN)

KONSORTIALFÜHRUNG

Aspern Smart City Research GmbH & Co KG

PROJEKTPARTNER

Siemens AG Österreich, Wien Energie GmbH, Wiener Netze GmbH, AIT Austrian Institute of Technology GmbH, PSA Projektleitung Seestadt Aspern, MOOSMOAR Energies OG, TB Käferhaus GmbH, SERA energy & resources e.U., MA18 – Stadtentwicklung und Stadtplanung

PROJEKTVOLUMEN

7,9 Millionen Euro

GESAMTFÖRDERUNG

3,6 Millionen Euro

PROJEKTLAUFZEIT

3,5 Jahre (April 2014 – September 2017)

Die Ziele des Projekts wurden vollinhaltlich erreicht. Die Erkenntnisse aus der Projektumsetzung können nun dazu verwendet werden, verbesserte Betriebs- und Regelungsstrategien für Gebäude und Stromnetze zu nutzen. So lassen sich eine optimale Energienutzung und damit einhergehend Einsparungen von CO₂-Emissionen realisieren. In der Folge müssen Strategien entwickelt werden, wie die erarbeiteten Lösungen auf ganze Stadtteile übertragen werden können. Details und Schlussfolgerungen sind im publizierbaren Endbericht zu finden.



integrated Network Information System (iNIS)

Projekthalt

Im Projekt iNIS (2015–2018) wurden im Netz existierende Datenquellen (Zähler, Sensoren) genutzt, um den operativen und planerischen Netzbetrieb besser zu unterstützen. Die Analyse der erhobenen Messdaten ermöglicht

- eine verbesserte Überwachung von Netzzuständen,
- eine genauere Modellierung des Verbrauchs (Lastmodelle),
- bessere Kenntnisse der im Netz verfügbaren Reserven
- und somit einen effizienteren Netzbetrieb.

Letzterer erfordert den Einsatz neuer Methoden und Technologien der Massendatenverarbeitung (Big Data) durch die Netzbetreiber, deren heutige IKT-Systeme dafür nicht ausgelegt sind.

„Sichtbarmachung des Netzzustandes“

PROGRAMM

IKT der Zukunft, 3. Ausschreibung (BMVIT)

KONSORTIALFÜHRUNG

AIT Austrian Institute of Technology GmbH

PROJEKTPARTNER

Aspern Smart City Research GmbH & Co KG, TU Wien – Institut für Energiesysteme und Elektrische Antriebe, Salzburg Netz GmbH, Siemens AG Österreich, Wiener Netze GmbH, GRINTEC Gesellschaft für grafische Informationstechnologie mbH, Teradata GmbH

PROJEKTVOLUMEN

1,8 Millionen Euro

GESAMTFÖRDERUNG

1,1 Millionen Euro

PROJEKTLAUFZEIT

3 Jahre (April 2015 – März 2018)

Das Projekt kann als ein wichtiger Schritt zur Erhöhung der Systemeffizienz gesehen werden.



Flexible AC Distribution Systems (FACDS)

Projekthalt

Das Projekt FACDS (2016–2018) beschäftigt sich mit der Definition netzdienlicher Funktionalitäten von zukünftigen dezentralen Speichersystemen in elektrischen Verteilnetzen mit simulationstechnischer Validierung auf Systemebene und Komponentenebene. Eine entscheidende Rolle spielen hierbei die Laborvalidierung sicherheitsrelevanter Speicher-aspekte eines prototypischen Systemaufbaus, die funktionale Validierung der Systemdienstleistungen und deren Stabilität sowie der Aufbau bzw. der Betrieb von Speichersystemen im Verteilnetz mit

einer realen Implementierung im ASCR-Testbed. Des Weiteren erfolgen rechtliche und techno-ökonomische Analysen anhand eines Kostenvergleichs über den gesamten Lebenszyklus sowie die Gegenüberstellung der spezifischen Kosten für unterschiedliche Speichereinsatzstrategien. Ferner werden mögliche Hürden und Fragestellungen rund um den Betrieb und die Einsatzstrategien der Speichertechnologien aufgezeigt. Dies erfolgt auch unter Berücksichtigung der Mehrfachnutzung. Auf dieser Grundlage lassen sich szenarienbasierte Geschäftsmodelle erarbeiten.

„Integration von Netzspeichersystemen ins Stromnetz“

PROGRAMM

Energieforschung, 2. Ausschreibung (KLI.EN)

KONSORTIALFÜHRUNG

Wiener Netze GmbH

PROJEKTPARTNER

Aspern Smart City Research GmbH & Co KG, Siemens AG Österreich, Wien Energie GmbH, AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz, Forschung Burgenland GmbH

PROJEKTVOLUMEN

1,7 Millionen Euro

GESAMTFÖRDERUNG

1,1 Millionen Euro

PROJEKTLAUFZEIT

3 Jahre (Februar 2016 – Dezember 2018)

Das Projekt ist zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Berichtes noch nicht beendet.

1

Leben und Arbeiten in einer zukünftigen Smart City

Wir brauchen Energie für angenehm temperierte Räume, Unterhaltung und Information, helle Arbeitsflächen und kühle Getränke. Wir interessieren uns dabei wenig für den Energieverbrauch, sondern eher für den Preis der benötigten Energie und dass unsere Bedürfnisse verlässlich erfüllt werden. Je nach eingesetzter Technologie und unserem Nutzungsverhalten sind der Energieverbrauch (in Wattstunden, kurz Wh) und die in Anspruch genommene Leistung (in Watt, kurz W) höher oder niedriger. Es ist daher ein Ziel der ASCR, das Nutzungsverhalten in einem großvolumigen Wohnbau zu untersuchen, das Energiebewusstsein seiner BewohnerInnen zu stärken und mögliche Instrumente zur Lenkung des Nutzungsverhaltens zu testen.

Motivation und Ziele

Energie betrifft alle Lebensbereiche, und Versorgungssicherheit ist das Rückgrat einer funktionierenden und innovativen Gesellschaft. Die Digitalisierung erlaubt uns, Optimierungspotenziale in Bezug auf Energieeffizienz und CO₂-Einsparung zu erschließen, und trägt damit zu mehr Lebensqualität für die Bürgerinnen und Bürger bei. „Ein gutes Leben“, das wollen alle. Die Smart City Wien Rahmenstrategie beschreibt in den Grundzügen, wie das funktionieren kann. Die beste Lebensqualität für die Wienerinnen und Wiener soll mit Maßnahmen in den Bereichen Ressourceneffizienz und Innovation erreicht werden. Sie dient somit auch als Leitfaden für die Aktivitäten der ASCR.

Im Gebäudebereich gibt es entsprechende Bemühungen zur Reduktion des Energiebedarfs seit den 1990er-Jahren. Nun geht es um den nächsten Schritt: Gebäude sollen nicht nur weniger Energie verbrauchen, sondern auch Energie produzieren. Im Idealfall werden Gebäude zu Kraftwerken, indem sie im Vergleich zum energetischen Eigenverbrauch einen Überschuss erzeugen und diesen z. B. als Regelenergie vermarkten, ohne die Bedürfnisse des zugrundeliegenden Stromnetzes außer Acht zu lassen (vgl. verschiedene Aspekte der Storylines 2–7).

Die Teilnahme von Gebäuden am Energiemarkt wird unter dem Titel „from consumer to prosumer“ seit einiger Zeit diskutiert. Maßgeblich für den Energieverbrauch und die Inanspruchnahme von energetischer Leistung ist neben der bau- und gebäudetechnischen Ausstattung das Nutzungsverhalten jener Personen, die sich im Gebäude aufhalten. Ziel der sozialwissenschaftlichen Forschungsarbeit der ASCR war es, zu ermitteln, wie sich bestimmte Interventionen wie z. B. ein Home-Automation-System, gezielte Informationsmaßnahmen oder ein zeitvariabler Tarif auf das Nutzungsverhalten der User und damit auf die Energiebilanz auswirken.

Einbindung der Smart User

Der Schwerpunkt der sozialwissenschaftlichen Aktivitäten fand im Wohngebäude am Baufeld D12 statt. 111 Haushalte gaben beim Einzug im Jahr 2015

Ziel der EU-Klima- und Energiepolitik ist es, die Wirtschaft und das Energiesystem der Union wettbewerbsfähiger, sicherer und nachhaltiger zu gestalten. Unter anderem sollen die Treibhausgas-Emissionen bis 2030 um 40 % gegenüber 1990 gesenkt werden, und der Anteil erneuerbarer Energien am Energieverbrauch soll um 30 % steigen.

ihr Einverständnis, dass sämtliche Energiedaten und raumkomfortbezogenen Parameter auf Haushaltsebene aufgezeichnet und wissenschaftlich ausgewertet werden dürfen. Durch das Home-Automation-System, mit dem die Wohnungen ausgestattet wurden, entstanden den Haushalten keine Mehrkosten. Das Gesamtsystem umfasst weiters einen Eco-Schalter, mit dem vorbestimmte Steckdosen aus- und wieder eingeschaltet werden können, eine Steuerung für die Fußbodenheizung und eine CO₂-geführte Steuerung für die Lüftungsanlage. Von Beginn an war außerdem geplant, eine Smartphone-App gemeinsam mit den Haushalten zu entwickeln und zur Verfügung zu stellen.

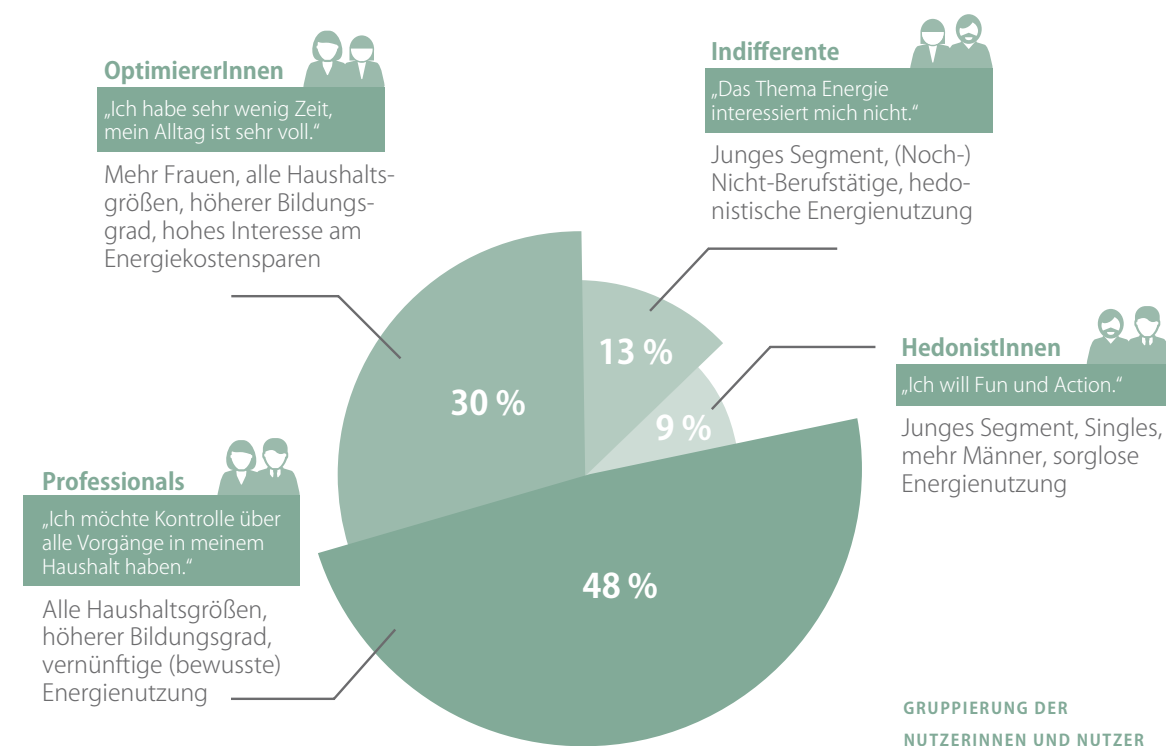
Gruppierung der Nutzerinnen und Nutzer

Zu Beginn der sozialwissenschaftlichen Untersuchungen wurde eine Befragung unter den teilnehmenden Haushalten durchgeführt, um einerseits die Einstellungen, Werthaltungen und Verhaltensweisen der Personen kennenzulernen und andererseits

auf dieser Grundlage Projektaktivitäten und Begleitmaßnahmen mit hoher Akzeptanz zu konzipieren. Anhand der erhobenen Ergebnisse wurden die Haushalte unterschiedlichen User-Gruppen zugeordnet.

Es stellte sich heraus, dass fast die Hälfte (48 %) der Befragten technisch kompetent und am Thema Energie und Nachhaltigkeit interessiert ist. Diese Personengruppe wurden im Rahmen des Projekts „Professionals“ genannt. Sie sind für technische Erläuterungen und fachliche Diskussionen zugänglich, wissen viel über Energie, verstehen energietechnische Zusammenhänge und interessieren sich für Nachhaltigkeit.

Knapp ein Drittel (30 %) der Befragten kann als „OptimiererInnen“ bezeichnet werden. Diese Personen verfügen über wenig technisches und energierelevantes Wissen, haben jedoch ein hohes Interesse an der Einsparung von Energiekosten und auch ein gewisses Interesse an Nachhaltigkeit. Diese Gruppe möchte einfache Anleitungen bzw. intuitiv



Verantwortungsvoller Umgang mit Daten

EINSTIEG

Überall, wo Daten von Personen erhoben werden, v. a. wenn sie für verschiedene Anwendungen der ASCR notwendig sind, ist ein verantwortungsvoller Umgang mit diesen Daten eine grundlegende Voraussetzung. Die ASCR ist sich daher der großen Verantwortung bei der Verarbeitung personenbezogener Daten bewusst und handelt hierbei nach den Grundsätzen der Rechtmäßigkeit, Transparenz, Zweckbindung, Speicherbegrenzung und Datensicherheit. Eine eigens dafür ausgearbeitete Datenschutzerklärung dient dazu, unsere TeilnehmerInnen über alle Aspekte der Verarbeitung ihrer personenbezogenen Daten zu informieren (Transparenz) und ihnen den Zugang zu ihren Rechten und Möglichkeiten im Rahmen der Datenschutzbestimmungen zu erleichtern. Diese umfasst:

Die ASCR verarbeitet nur diejenigen personenbezogenen Daten, die für die Forschungstätigkeit sowie für Informationsservices benötigt werden, und dies nur so lange, wie das für diese Arbeit notwendig bzw. durch gesetzliche Bestimmungen zur Aufbewahrung vorgesehen ist. Die Verarbeitung aller personenbezogenen Daten erfolgt unter strikter Beachtung der geltenden datenschutzrechtlichen Bestimmungen. Die Teilnehmerinnen- und Teilnehmer-Daten werden von

der ASCR weder veröffentlicht noch unberechtigt¹ an Dritte weitergegeben. Die Datenverarbeitung erfolgt ausschließlich im EU-Inland. Die rechtliche Grundlage der Datenverarbeitung ist die Zustimmungserklärung der involvierten User.

Die ASCR arbeitet nur mit Auftragsverarbeitern zusammen, die hinreichend Garantien dafür bieten, dass geeignete technische und organisatorische Maßnahmen zum Schutz der personenbezogenen Daten getroffen werden und somit eine Datenverarbeitung im Einklang mit den Anforderungen der Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) sichergestellt ist. Die Verarbeitung durch einen Auftragsverarbeiter erfolgt ausschließlich auf Grundlage eines Vertrages, welcher die Dauer, die Art und den Zweck der Verarbeitung genau festlegt. Alle Auftragsverarbeiter, die personenbezogene Daten verarbeiten, werden regelmäßig überprüft und kontrolliert, ob sie die datenschutzrechtlichen Bestimmungen einhalten.

Die personenbezogenen Daten unserer Teilnehmerinnen und

¹ Eine Weitergabe oder sonstige Übermittlung von personenbezogenen Daten an Dritte erfolgt nur, wenn dies zum Zwecke der Forschungstätigkeit erforderlich ist und die User dazu ausdrücklich eingewilligt haben.

Teilnehmer werden mit besonderer Sorgfalt und auf dem neuesten Stand der Technik aufbewahrt und gesichert. Sie sind vor zufälliger oder unrechtmäßiger Zerstörung und vor Verlust geschützt. Aus Datensicherheitsgründen wird eine Pseudonymisierung und Verschlüsselung der personenbezogenen Daten, wo immer es möglich ist, vorgenommen. Die technischen Einrichtungen und organisatorischen Maßnahmen sind so gestaltet, dass die Vertraulichkeit, Integrität, Verfügbarkeit und Belastbarkeit der Systeme und Dienste im Zusammenhang mit der Verarbeitung der personenbezogenen Daten auf Dauer sichergestellt sind und die Verfügbarkeit der personenbezogenen Daten und der Zugang zu ihnen bei einem physischen oder technischen Zwischenfall rasch wiederhergestellt werden kann.

Regelmäßig werden Überprüfungen, Bewertungen und Evaluierungen der Wirksamkeit der technischen und organisatorischen Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit und der Verarbeitung durchgeführt. Über alle tatsächlich durchgeführten Verwendungsvorgänge, wie insbesondere Änderungen, Abfragen und Übermittlungen, wird Protokoll geführt, damit ihre Zulässigkeit im notwendigen Ausmaß nachvollzogen werden kann. Alle Datensicherungsmaßnahmen werden ausführlich dokumentiert.

Der Datenschutz- und Informationssicherheitsbeauftragte (Chief Information Security Officer, CISO) der ASCR arbeitet eng mit der Geschäftsführung zusammen und ist erster Ansprechpartner in Fragen des Datenschutzes und der Datensicherheit. Ebenso finden sich in regelmäßigen Abständen

den die technischen Expertinnen und Experten zusammen, um Fragen der Datensicherheit und des Datenschutzes zu behandeln. Dem Datenschutzbeauftragten obliegt die Unterrichtung und Beratung der Geschäftsführung und der Beschäftigten, die personenbezogene Daten verarbeiten, hinsichtlich ihrer datenschutzrechtlichen Pflichten und Aufgaben sowie die Überwachung der Einhaltung dieser gesetzlichen Regelungen. Er arbeitet mit der Aufsichtsbehörde zusammen und fungiert als Ansprechpartner für die Aufsichtsbehörde in mit der Verarbeitung personenbezogener Daten zusammenhängenden Fragen, einschließlich der vorherigen Konsultation. Betroffene Personen können den Datenschutzbeauftragten zu allen mit der Verarbeitung ihrer personenbezogenen Daten und mit der Wahrnehmung ihrer Rechte im Zusammenhang stehenden Fragen zu Rate ziehen.

Die ASCR verpflichtet zudem alle MitarbeiterInnen, die mit personenbezogenen Daten aufgrund ihrer Tätigkeit zu tun haben, in regelmäßigen Abständen innerbetriebliche Datenschutzs Schulungen zu absolvieren. Die ASCR ist dabei bestrebt, das Bewusstsein für den Schutz und die Achtung von personenbezogenen Daten bei allen MitarbeiterInnen zu heben und zu intensivieren.

Sollte es dennoch zu einer Verletzung des Schutzes personenbezogener Daten kommen, so ist die ASCR verpflichtet, unverzüglich die Datenschutzbehörde von dieser Verletzung zu benachrichtigen.

richtig bedienbare Produkte, die ihr helfen, Energiekosten zu sparen. An der Darstellung von Zusammenhängen oder Vermittlung von Detailwissen ist diese Gruppe nicht vorrangig interessiert.

13 % der Befragten, die sogenannten „Indifferenten“, besitzen wenig technische Kompetenz und haben auch kein großes Interesse an Energiethemen und Nachhaltigkeit.

Mit 9 % der Teilnehmenden gab nur eine kleine Gruppe an, zwar technisch kompetent zu sein, aber an Energie und Nachhaltigkeit kein Interesse zu haben („HedonistInnen“).

An der ersten Befragung im Jahr 2015 nahmen drei Viertel der involvierten Haushalte teil. In den darauf folgenden Jahren bis 2018 lag der Anteil bei etwa zwei Dritteln, die an den jährlichen Befragungen zu den Nutzungserfahrungen und -gewohnheiten in Bezug auf die eingebaute Technik teilnahmen.

Bilden die teilnehmenden Haushalte die Bevölkerung ab?

Die Befragung zu Beginn des Projekts zeigt, dass die Gruppe der „Professionals“ unter den teilnehmenden Haushalten überwiegt. Das ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass sich von den insgesamt 213 Haushalten im Gebäude D12 vermehrt jene zur Teilnahme am Projekt gemeldet haben, die ein grundsätzliches Interesse für den Themenkomplex Energie aufbringen. Angesichts dieser Verzerrung ist der Anteil der „OptimiererInnen“, „Indifferenten“ und „HedonistInnen“ in der Realität wahrscheinlich höher als in der Gruppe der teilnehmenden Haushalte. Eine gewisse Verzerrung besteht vermutlich auch hinsichtlich der Einstellung zum Thema Datenschutz. Bei den teilnehmenden Haushalten stand dies nicht im Vordergrund. Daher wird hier nicht der Anspruch erhoben, die Ergebnisse aus den Befragungen verallgemeinern zu können. Dennoch lassen sich Schlussfolgerungen für zukünftige Vorhaben ableiten.

Unterstützung des Nutzungsverhaltens durch Automatisierung und Lernen

Auch bei großem Interesse an Energie- und Nachhaltigkeitsthemen lassen Alltagszwänge üblicherweise wenig Raum für aktive Entscheidungen, die

sich an den Erfordernissen der CO₂-Reduktion oder der Netzstabilität orientieren und zur Anpassung des Nutzungsverhaltens führen würden. Meist sind Menschen mit der Organisation und Bewältigung ihres Alltags ausgelastet. Daher scheint es naheliegend, automationsunterstützten Mechanismen in Verbindung mit finanziellen Anreizen zur Lenkung des Nutzungsverhaltens hohe Bedeutung beizumessen. Bildungs- und Informationsmaßnahmen sind dennoch sehr wichtig, damit Haushalte bewusste Entscheidungen treffen können und die angebotenen finanziellen Vorteile sowie die Automationsunterstützung auch tatsächlich in Anspruch nehmen.

Home Automation und Smart Home Control

Das von der ASCR installierte Home-Automation-System ersetzt das vom Bauträger vorinstallierte manuelle System und wird durch die Smart-Home-Control-App, den Eco-Schalter und die automatische CO₂-geführte Lüftungssteuerung ergänzt. Im ersten Jahr der Untersuchung wurde deutlich, dass die mit der Lüftung verbundene Unzufriedenheit einiger befragter Personen auf die Planung und Ausführung beim Bau zurückzuführen ist, also nicht ursächlich mit der Wohnungssteuerung der ASCR zusammenhängt. Weitere Rückmeldungen lieferten sehr wertvollen Input für Verbesserungen des Home-Automation-Systems.

App für Smart Home Control

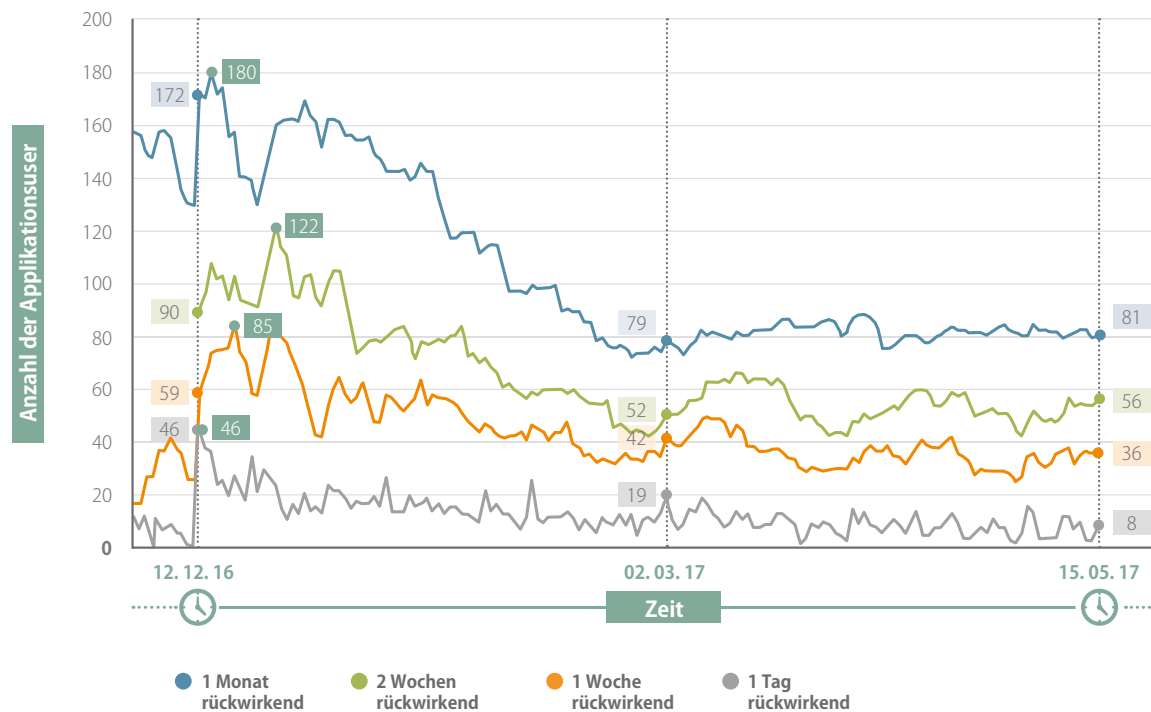
Die Voraussetzungen für die Nutzung einer Smartphone-App waren vorhanden, da zu Beginn des Projekts mehr als 90 % der Befragten angaben, ein Smartphone zu verwenden. Die Funktionalitäten und das Design der App wurden mittels Feedback (aus Workshops und Befragungen) der zukünftigen User erarbeitet. Seit Dezember 2016 steht den teilnehmenden Haushalten die Smart-Home-Control-App für Smartphones und Tablets zur Verfügung.

Am häufigsten wünschten sich die Befragten einen Kostenvergleich (Energie und Heizung), also eine Gegenüberstellung der eigenen Kosten mit jenen einer Durchschnittsverbraucherin/eines Durchschnittsverbrauchers. Als wichtig bewertet wurden zusätzliche Steuerungsmöglichkeiten für



Smart-Home-Control-App in Verwendung





ÜBERSICHT DER ZUGRIFFE AUF DIE SMART-HOME-CONTROL-APP ÜBER DIE ZEIT

Licht und Jalousien, individuell programmierbare Profile für die Heizung, einzeln steuerbare Lüftungsstufen, eine Anti-Schimmel-Funktion (automatische Erhöhung der Lüftungsstufe bei erhöhter Luftfeuchtigkeit), Informationen zur Luftqualität, individuelle Schaltung jeder einzelnen Steckdose via App und ein Feedback zur Kontrolle der Funktionen (ist die Funktion ordnungsgemäß in Betrieb oder Fehlermeldung).

In der zweiten Ausbaustufe der App wurden alle Funktionen bis auf die Steuerung für Licht und Jalousien, die individuelle Steckdosenschaltung und das Eingabe-Feedback „Bestätigung“ verwirklicht.

Die App macht den Stromverbrauch, den Warm- und Kaltwasserverbrauch und den Wärmeverbrauch transparent und erlaubt die Steuerung von Komfortparametern. Eine Befragung zur Akzeptanz des Konzepts Smart Home und der Smart-Home-Control-App ergab, dass 80 % der Befragten einem

Smart Home positiv gegenüberstehen. Mehr als die Hälfte der Befragten hat einen positiven Eindruck von der App. Die User schätzen vor allem die Anzeige und den zeitnahen Einblick in die Verbrauchsstatistik, den Vergleich, um Rückschlüsse auf das eigene Verhalten zu ziehen, sowie den Fernzugriff auf die Temperatureinstellung. Auch optisch findet die App Gefallen.

Mehr als die Hälfte aller Befragten verwendet die App alle zwei bis drei Tage oder häufiger. Durchschnittlich wird die App rund eine Stunde pro Woche verwendet. Die Auswertung der Zugriffe zeigt eine intensive Beschäftigung damit, solange die App neu ist, später pendelt sich die Anzahl der Zugriffe auf einem niedrigeren Niveau ein.

Die Auswertungen der ASCR zeigen damit eindeutige Parallelen zu anderen nationalen und internationalen Forschungsprojekten mit dieser Fragestellung.

Eco-Schalter

Mit dem Eco-Schalter sind Steckdosen verbunden, die mit dessen Betätigung gemeinsam ein- und ausgeschaltet werden können. Die Auswertung zeigt, dass an den Eco-Schalter vor allem Medien (Drucker, Scanner, TV, Radio, CD- und DVD-Player, Spielekonsolen etc.) und einige Küchengeräte wie z. B. Kaffeemaschinen angeschlossen werden. Nicht ganz die Hälfte der befragten Personen nutzt den Eco-Schalter, wenn sie die Wohnung für einige Stunden oder länger verlässt. Das Ziel, mit dem Eco-Schalter die Haushalte beim Stromsparen zu unterstützen, wurde erreicht. Die Auswertung der Daten zeigt eine Tendenz der Verringerung des Stromverbrauchs in Abhängigkeit der Aktivierung des Eco-Schalters.

Veränderung des Nutzungsverhaltens durch Wissen und elektronische Unterstützung

Das Forschungsprojekt zeigt, dass sich das Nutzungsverhalten durch Wissen und elektronische Unterstützung verändern kann. Neben der Voraussetzung der praktischen Machbarkeit helfen folgende Faktoren in Bezug auf elektronische Instrumente: sehr einfache Bedienbarkeit, klare Zusammenhänge zwischen Ursache und Wirkung, sinnvolle Voreinstellungen, Feedback zur Zielerreichung und Berücksichtigung von Lern- und Gewöhnungseffekten. Informationen sollten einfach aufbereitet und leicht zugänglich sein. Die User haben einerseits durch Ausprobieren und andererseits durch die Informationsangebote der ASCR gelernt. Die Ergebnisse der Begleitforschung weisen darauf hin, dass die Basisausstattung von Wohnungen bzw. Wohngebäuden um Automatisierungskomponenten, die die Anforderungen und Verhaltensweisen der verschiedenen User-Gruppen berücksichtigen, erweitert werden sollte, um unterschiedliche Lebensrealitäten zu erfassen und die Menschen im Alltag zu unterstützen. Regelmäßige Veranstaltungen und andere sich wiederholende Informationsangebote sind sinnvoll, um das Erlernen des Umgangs mit der neuen Technik zu erleichtern und die Fluktuation der Mieterinnen und Mieter sowie den aus der Energieberatung bekannten Gewöhnungseffekt zu berücksichtigen.

Informationsangebot und Mängelbehebung

Das Veranstaltungsformat „Tag der offenen Tür“ wurde den teilnehmenden Haushalten angeboten, um Fragen zur eingebauten Technik zu beantworten. Tatsächlich wurden auch Probleme angesprochen, die nichts mit dem Forschungsprojekt zu tun hatten. Das Format stellte sich somit auch als effektives Instrument zur Sammlung und Meldung von Ausführungsmängeln heraus, die den Energieverbrauch während der weiteren Nutzungsphase tendenziell erhöhen.

Gebäudequalität und Nutzungsverhalten

Auch die ASCR-Forschungsaktivitäten bestätigten den Einfluss der realen Gebäudequalität auf den Energieverbrauch in der Nutzungsphase. Hinsichtlich Ausführungsqualität gab es Probleme mit der Elektroinstallation in Zusammenhang mit dem Eco-Schalter, mit dem Lüftungssystem und mit der Sommertauglichkeit der Wohnungen. In der warmen Jahreszeit kam es zu Überhitzungserscheinungen, die zu Beschwerden und in einigen Fällen zur Anschaffung von Ventilatoren und Kühlgeräten führten. Im Jahr 2018 verfügten 53 % der befragten Haushalte über Ventilatoren, 12 % über Klimageräte. Hier stoßen die Möglichkeiten der Lenkung des Nutzungsverhaltens ganz klar an ihre Grenze. Geändertes Nutzungsverhalten kann nicht dazu dienen, um Schwachstellen bei der Gebäudeplanung und Fehler bei der Ausführung auszugleichen. Das Lüftungssystem, die Überhitzung in der warmen Jahreszeit und die auftretenden Kühlerfordernisse müssen zuerst mittels bau- und haustechnischer Verbesserungen gelöst werden.

Zeitvariabler Tarif

Zwischen Juni 2017 und Ende 2018 wurde mit ausgewählten Haushalten der Time-of-Use-Tarif mit und ohne Critical Peak Pricing getestet. Die App zeigte den teilnehmenden Personen die Zeitzonen und den dazugehörigen Strompreis an. Zusätzlich erhielt eine Gruppe von Haushalten über die Smart-Home-Control-App via Push-Nachrichten die Information, dass der Strompreis in den nächsten Stunden entweder sehr hoch oder sehr niedrig sein wird (Critical Peak Pricing). Es zeigte sich, dass

Haushalte mit einem sehr geringen Verbrauch und einem bestehenden sehr günstigen Tarif durch diese Tariftypen keine Einsparungen erzielen können. Dagegen erreichten – wenig überraschend – Haushalte mit hohem Verbrauch im Vergleich zu ihrem vorigen Tarif eine halbjährliche Rückzahlung bis zu 100 Euro.

Die Auswertungen deuten darauf hin, dass die Tarifmodelle dazu beitragen, den Verbrauch zeitlich zu verschieben, wogegen eine absolute Verbrauchsreduktion eher nicht erreicht wird. Für zukünftige Aktivitäten wären Tarifsimulationen mit höheren Vergleichstarifen zu überlegen, da für die kommenden Jahre größere Preiserhöhungen an den Strommärkten zu erwarten sind.

Fazit und Ausblick

Testen in der Realität erhöht die Ressourceneffizienz

Ein besonderer Aspekt der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung ist, dass das ASCR-Team ohne Vorauswahl mit allen Personen zusammenarbeitet, die einer Teilnahme an der geplanten Forschungsaktivität zeitgerecht schriftlich zugestimmt haben.

Im Rahmen der Gebäudeplanung traf das ASCR-Team Vereinbarungen mit den beteiligten Bauträgern hinsichtlich der zu installierenden Energieversorgungssysteme und der Smart-Home-Steuerung, hatte aber keine additiven Anforderungen an die physikalische Hülle oder die Ausführungsqualität des Gebäudes. Somit war sichergestellt, ein realistisches Bild dessen zu erhalten, womit man bei einer breiten Anwendung konfrontiert wird. Vor diesem Hintergrund können auch auf den ersten Blick ernüchternde Ergebnisse durchaus positiv gesehen werden.

Betont werden muss allerdings Folgendes: Fehler und Mängel bei der Planung und/oder Ausführung bzw. qualitativ minderwertige Produkte können nicht nachträglich durch smarte Gebäudeautomatisierung und Smart-Home-Automation ausgeglichen werden. Sollen die Nutzerinnen und Nutzer motiviert werden, im Sinne der Energieeffizienz zu denken und zu handeln, muss die Qualität der Wohnung, der Geräte und der Steuerung entsprechend hoch sein.

Das Wohngebäude als Teilnehmer am Energiemarkt

In geringem Ausmaß können Lastverschiebungen in den Wohnungen durch entsprechende Tarifmodelle erreicht werden. Eco-Schalter und Lüftungsanlage spielen in Bezug auf den Energiemarkt keine große Rolle. Der Eco-Schalter unterstützt in erster Linie die Haushalte beim Energiesparen. Die nach Raumkomfortparametern gesteuerte Lüftungsanlage verursacht zusätzlichen, aber – sofern nach Energieeffizienzkriterien geplant und richtig ausgeführt – geringen Energiebedarf und dient in erster Linie der Gesundheit der BewohnerInnen. Energiewirtschaftlich relevant sind die zusätzlichen Stromverbrauchs-

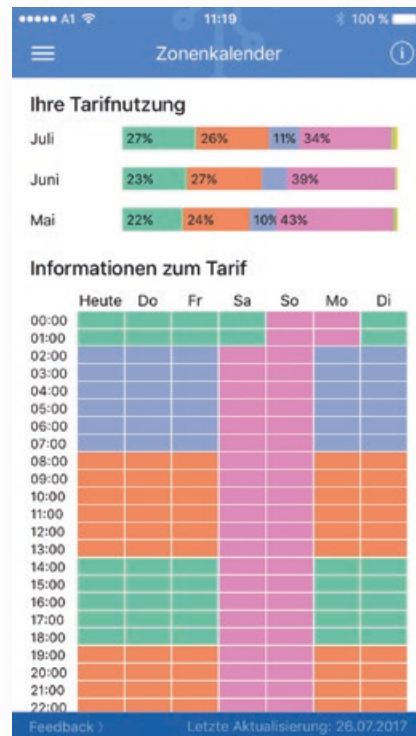
spitzen, die durch die zunehmende Installation von Kühlanlagen infolge von Überwärmung im Zeitraum von April bis September entstehen. Für Energieunternehmen kann sich hier ein mögliches Geschäftsmodell durch die Realisierung wassergeführter Kühlsysteme ergeben. Für die BewohnerInnen wäre ein solches System jedenfalls ein Komfortgewinn.

Lenkung durch Politikinstrumente

Aufgrund der Bedeutung des geförderten Wohnbaus sollte weiterführend untersucht werden, inwieweit eine Überarbeitung der Fördermodelle

angebracht wäre, beispielsweise auch in Richtung der Berücksichtigung des tatsächlichen Energieverbrauchs. Eine wichtige Grundlage dafür wurde in Wien mit der Bauordnungsnovelle 2014 geschaffen, die bereits die Angabe des tatsächlichen Energieverbrauchs drei Jahre nach Inbetriebnahme (Fertigstellungsanzeige) erfordert. Die Ausstattung von Wohnungen mit Temperaturfühlern könnte standardisiert werden, ebenso die Anforderungen an Lüftungsanlagen, an den Sommerkomfort (Sicherstellung angenehmer Innenraumtemperaturen in der warmen Jahreszeit) und an eine grundsätzliche Gebäudeautomatisierung.

Partizipation der Bevölkerung



2

Energieautarke und -effiziente
Gebäude: Versorgungskonzeption auf Basis
alternativer Energieträger

Die in der ASCR definierten Use Cases 3, 4, 6 und 7 sowie 9 zielen auf die Entwicklung, Implementierung und Nutzung eines Building Energy Management System (BEMS) ab. Die dahingehende Einbeziehung alternativer Energieträger zur Eigenverbrauchsoptimierung in verschiedenen Gebäudetypen funktioniert aus technischer Sicht und liefert vielversprechende Nutzungsmöglichkeiten vorhandener Flexibilitätspotenziale für Bauträger und Gebäudebetreiber.

Motivation und Ziele

Intelligente Gebäude und Komponenten alternativer Gebäudetechnik (z. B. Wärmepumpen, Solarthermie- bzw. Photovoltaikanlagen oder Stromspeicher) sind seit einigen Jahren in der Baubranche etabliert. Allerdings sind solche Komponenten meist nicht aufeinander und auf die Anforderungen des Gebäudebetriebs (u. a. hervorgerufen durch das individuelle Verhalten der GebäudenutzerInnen) abgestimmt. Oft werden Strategien zur Bewirtschaftung nur aus der betriebswirtschaftlichen Sicht der einzelnen Komponenten implementiert, ein gesamtheitliches Optimum aber außer Acht gelassen. Dies hemmt die Realisierung vorhandener Potenziale hinsichtlich Energie- und Kosteneinsparungen. Darüber hinaus werden auch gut ausgestattete Gebäude zumeist ohne Berücksichtigung äußerer Rahmenbedingungen wie Tarifsituation, Netzengpässe oder Umweltbedingungen betrieben, was ebenfalls eine Steigerung der System- und Kosteneffizienz einschränkt.

Um dem entgegenzuwirken, zielt das ASCR-F&E-Programm darauf ab, Erkenntnisse aus dem optimierten Zusammenspiel von neuartigen Gebäudekomponenten (v. a. alternative Energieträger wie z. B. Photovoltaik in Kombination mit Strom- und Wärmespeichern sowie zeitlich flexibel einsetzbaren Komponenten wie z. B. Wärmepumpen samt geeigneter Mess- und Regelungstechnik) in realen Feldtests abzuleiten. Erneuerbare und dezentrale Versorgungslösungen sollen dazu einerseits im Sinne der Stadtentwicklung ein langfristig günstiges und dennoch komfortables Wohnen ermöglichen, andererseits aber neben der betriebswirtschaftlichen Kostenoptimierung auch Interaktionsmöglichkeiten von Gebäuden mit dem Verteilnetz sowie den Energiemärkten eröffnen.

Um dies erreichen zu können, war es notwendig, ein Gebäudeenergiemanagementsystem (BEMS) zu entwickeln, welches im Gebäude vorhandene Flexibilität (z. B. die Verschiebung der Wärmeerzeugung durch Wärmepumpen in Zeiten von Stromerzeugungsmaxima lokal installierter Photovoltaikanlagen) nutzt. Diese Flexibilität, die z. B. auch durch elektrische und thermische Speicher

sowie Komponenten zur Energieumwandlung (Wärmepumpe, Elektroheizstäbe etc.) realisiert werden, werden dabei eingesetzt, um den Gebäudebetrieb anhand verschiedener Zielgrößen zu optimieren. Hierbei lassen sich folgende Anwendungsfälle unterscheiden:

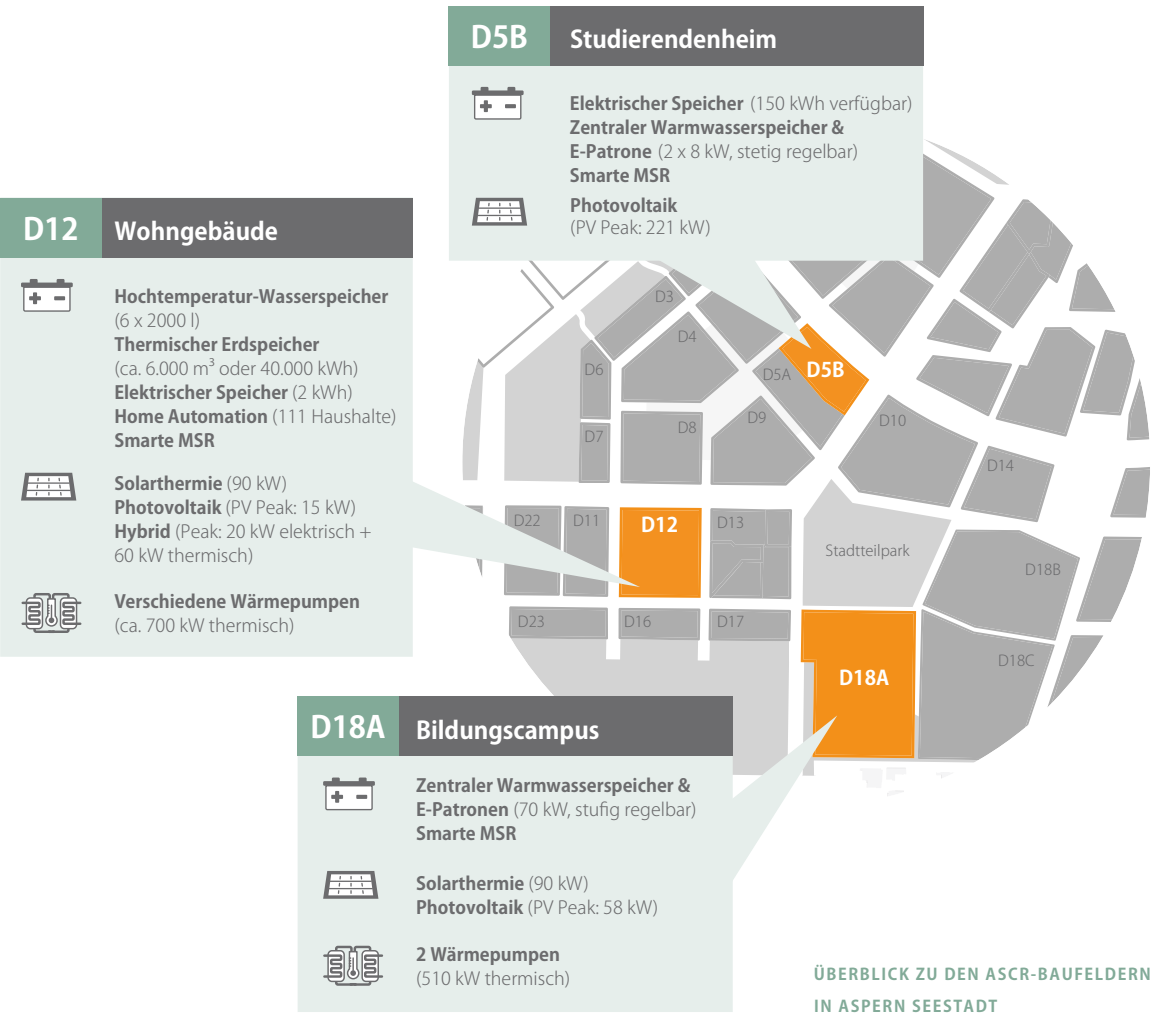
1. Minimale Betriebskosten: Das Gebäude optimiert seinen Strombezug sowie die Einspeisung ins Netz basierend auf Preisprognosen für die nächsten 24 Stunden. Mit diesem Anwendungsfall befasst sich die vorliegende Storyline.
2. Optimaler Energieeinkauf: Das Gebäude plant, basierend auf Preisprognosen für den nächsten Tag, ein kostenoptimales Lastprofil, das den Energiebedarf in seinem zeitlichen Verlauf zeigt. Um diesen Bedarf zu decken, wird auf dem Day-ahead-Markt Energie eingekauft. Diese Strategie wird in Storyline 5 behandelt.
3. Flexibilität anbieten und bereitstellen: Das Gebäude plant seinen Energieverbrauch so, dass Flexibilität extern vermarktet werden kann, etwa am Regelenenergiemarkt. Dazu werden neben den Energiebezugskosten auch Preisprognosen für positive und negative Flexibilitätsabrufe berücksichtigt. Die nähere Erläuterung erfolgt in Storyline 3.

Als Ergebnis wird in diesem Zusammenhang angestrebt, quantifizieren zu können, inwieweit ein energieautarker und energieeffizienter Gebäudebetrieb durch den Einsatz erneuerbarer Versorgungskonzepte möglich ist und welche Steigerungen des Eigenverbrauchs durch die entwickelten Systeme erreicht werden können.

Ergebnisse

Installierte Komponenten

Um aussagekräftige Ergebnisse zu gewinnen, wurden drei unterschiedliche Gebäudetypen (siehe folgende Grafik) mit Komponenten auf Basis von alternativen Energieträgern, Wärmeerzeugern, Speichern sowie geeigneter Mess- und Steuerungstechnik ausgestattet.



Im Studierendenheim am Baufeld D5B wurden dazu folgende Komponenten verbaut:

- eine Photovoltaikanlage mit 221 Kilowatt Maximalleistung (kWp)
- ein elektrischer Speicher, der 150 Kilowattstunden (kWh) Strom bereitstellen kann
- zwei Heizpatronen mit je acht Kilowatt Leistung
- smarte Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)

Das Gebäude ist im Passivhaus-Standard errichtet. Die Wärme- und Warmwasserversorgung erfolgt primär durch Fernwärme und sekundär mittels Warmwasser-Heizstäben (Heizpatronen). Diese können zum Einsatz kommen, wenn die im Gebäude selbst erzeugte elektrische Energie günstiger zur Verfügung steht als die Fernwärme.

Der Bildungscampus mit Kindergarten und Volksschule am Baufeld D18A umfasst folgende alternative Komponenten:

- zwei Wärmepumpen mit insgesamt 510 kW Leistung
- eine Solarthermieranlage (90 kW)
- eine Heizpatrone mit 70 kW zur Warmwasserbereitung
- eine Photovoltaikanlage (58 kWp)
- smarte Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)

Eine hochwertige Gebäudehülle und ein wohldurchdachtes System zur Wärmerückgewinnung auf verschiedenen Temperaturniveaus machen aus dem Bildungscampus ein wärmeautarkes Gebäude. Dies bedeutet, dass selbst in den kältesten Winterperio-

den ohne zusätzlichen Fernwärmeanschluss oder sonstige Backup-Wärmequellen (z. B. Gasbrennwertkessel) eine ausreichende Wärmeversorgung sichergestellt werden kann. Mittels der Körpertemperatur der GebäudenutzerInnen und der Betriebstemperatur der Maschinen kann zudem Abwärme zurückgewonnen werden. So lassen sich jährlich etwa 10.000 Euro an Energiekosten sparen.

Das Wohngebäude mit Platz für 213 Mietwohnungen, Gewerbeflächen und einer Sammelgarage für mehrere Wohnhäuser am Bauhof D12 ist mit folgenden Komponenten ausgestattet:

- sieben Wärmepumpen mit einer Leistung von etwa 700 kW
- eine Solarthermieanlage (90 kW)
- eine Photovoltaikanlage (15 kWp)
- eine Hybridanlage mit 20 kW elektrischer und 60 kW thermischer Leistung
- ein Erdspeicher mit 40.000 kWh
- sechs Warmwasserspeicher zu je 2.000 l
- ein elektrischer Speicher mit etwa 2 kWh
- smarte Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)

Das Wohngebäude ist komplett wärmeautark. Die Energieerzeugung erfolgt durch Solarthermie-, Photovoltaik- und Hybridanlagen (Kombination von Photovoltaik- und Solarthermieanlagen) sowie Wärmepumpen. In der Tiefgarage ist eine Ringleitung untergebracht, welche als hydraulische Weiche fungiert. Sie erlaubt somit, Wärme durch jene Komponenten (v. a. unterschiedliche Wärmepumpen, Erdspeicher und Solarthermieanlage) zu erzeugen, wo dies jeweils ökonomisch am sinnvollsten ist, und auch direkt dort zu verbrauchen, wo sie gerade benötigt wird (v. a. zur Minimierung von Leitungsverlusten).

Entwicklung eines Building Energy Management System

Mit all diesen zuvor dargestellten Komponenten wird über die ebenfalls installierte Sensorik (z. B. installierte Sensoren zur Erfassung der Erzeugungs-, Verbrauchs- und Temperaturwerte) eine große Menge an Daten gewonnen, welche helfen, sowohl

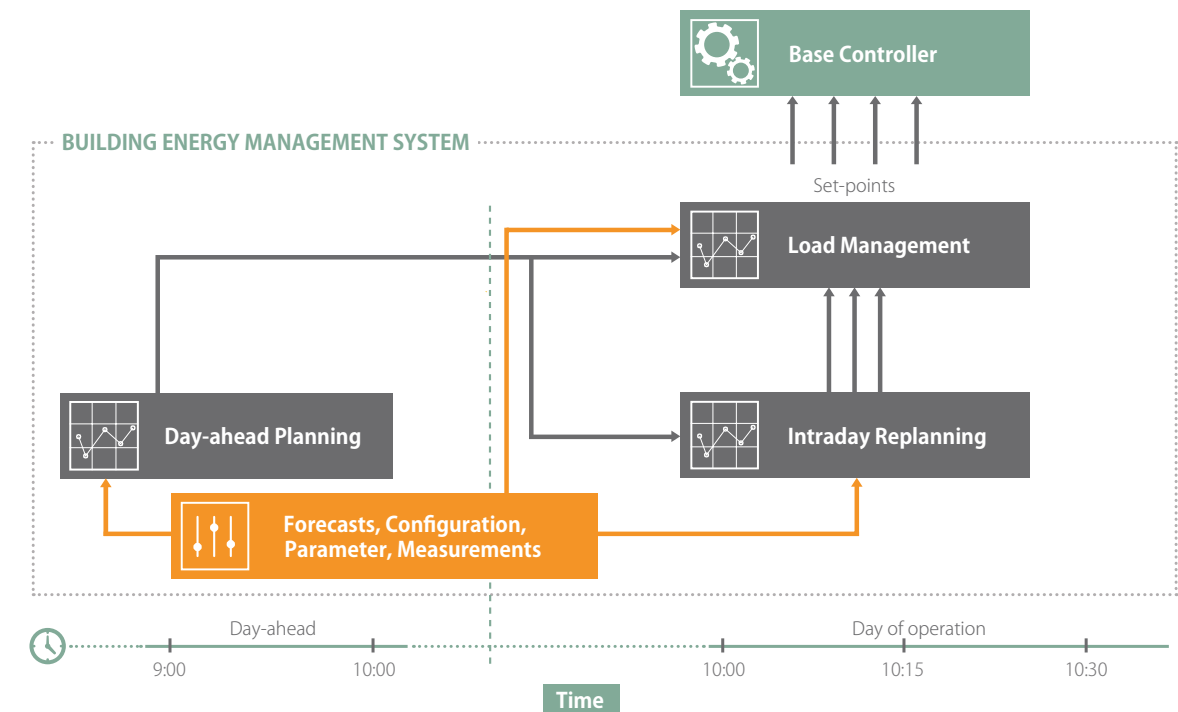
das Nutzerverhalten als auch das Verhalten der technischen Systeme besser zu verstehen. Dadurch können auch erreichte Einsparungen bzw. Effizienzsteigerungen sehr genau quantifiziert werden. So kann beispielsweise im Wohnhaus D12 durch die verbauten Komponenten in der Wärmeversorgung (unter Nutzung des selbsterzeugten Ökostroms) eine jährliche Emissionseinsparung von 77 % im Vergleich zu einem Fernwärmeanschluss erreicht werden. Die neuartige Nutzung der Solarthermie zur Regeneration der Speichersysteme zeigt, wie weit die Nutzung der Einträge im Vergleich zu konventionellen Anlagen erhöht werden kann. Im Wohngebäude kann bei der Luft-Wärmepumpe durch die Nutzung der Garagenluft eine deutliche Effizienzsteigerung erreicht werden. Im Vergleich zu einem herkömmlichen Gaskessel können somit sogar bis zu 98 % an CO₂-Emissionen eingespart werden, wenn wiederum der selbsterzeugte Ökostrom direkt genutzt wird.

Eine maßgebliche Rolle zur Erreichung dieser Einsparungen und Effizienzsteigerungen spielt das eigens entwickelte Building Energy Management System (BEMS). Dieses System schafft die Möglichkeit, Erzeuger- und Verbrauchsanlagen unter Berücksichtigung von Prognosen (u. a. auch zu variablen Energietarifen) intelligent zu bewirtschaften und so die Energiekosten möglichst niedrig zu halten. Zusätzlich erlaubt das BEMS seinen Nutzern, als aktive Teilnehmer am Energiemarkt zu agieren bzw. auch Netzdienstleistungen anzubieten. Somit kann zur Sicherstellung der Stabilität des Stromnetzes beigetragen und eine Partizipation an Energiemärkten realisiert werden. Daraus generierte Erlöse können zudem die Kosten für den Gebäudebetrieb weiter senken.

Zu diesem Zweck wurde für das BEMS eine vierstufige Kontrollarchitektur entwickelt. Die Abbildung rechts zeigt die Hauptkomponenten Day-ahead Planning, Intraday Replanning, Load Management und Base Controller sowie deren Interaktion. Die Prognosen für Energiepreise, thermische und elektrische Energieverbräuche bzw. -erzeugung verwenden auch externe Informationen wie Wettervorhersagen, Großveranstaltungen oder geplante Gebäudebelegungen. Die Planung für den

jeweils nächsten Tag (Day-ahead Planning) wird am Vortag durchgeführt. Erstellt wird ein kostenoptimaler „Fahrplan“ für den Stromverbrauch sowie die Einspeisung selbsterzeugten Stroms in das öffentliche Netz. Die Erstellung erfolgt mit einem Planungshorizont, der mindestens den nächsten Tag abdeckt. Da die Prognosen üblicherweise nicht punktgenau eingehalten werden, wird im Laufe des nächsten Tages die Planung vom Intraday Replanning wiederholt. Je nach Anwendungsfall versucht das Intraday Replanning dabei, auf Abweichungen in den Vorhersagen zu reagieren. Ist z. B. das Day-ahead-Lastprofil bindend, so wird das Intraday Replanning versuchen, dieses Profil einzuhalten. Ist nun die Erzeugung durch PV-Anlagen gegenüber der Vorhersage geringer, kann dies beispielsweise durch Entladung der Batterie kompensiert werden. Die Last- bzw. Erzeugungsprofile des Day-ahead

Planning und des Intraday Replanning enthalten in der Regel Vorgaben für den Energieverbrauch bzw. die Energieerzeugung im 15-Minuten-Intervall. Dieses Intervall entspricht dem kleinsten Abrechnungszeitraum. Damit diese Werte eingehalten werden können, muss wiederum das Load Management kurzfristiger und in kürzeren Zeitabständen neu planen, wie viel Strom die einzelnen ansteuerbaren Geräte im Gebäude zu einem bestimmten Zeitpunkt verbrauchen bzw. erzeugen sollen. Der Base Controller hat in dieser Architektur die Aufgabe, für eine Einhaltung aller Grenzwerte zu sorgen. Wenn die Planung des Load Management dazu führen würde, dass ein Grenzwert über- bzw. unterschritten wird, korrigiert der Base Controller die Planung. Das erfolgt beispielsweise, falls der Ladezustand der Batterie unter einen erlaubten Minimalwert sinken würde.



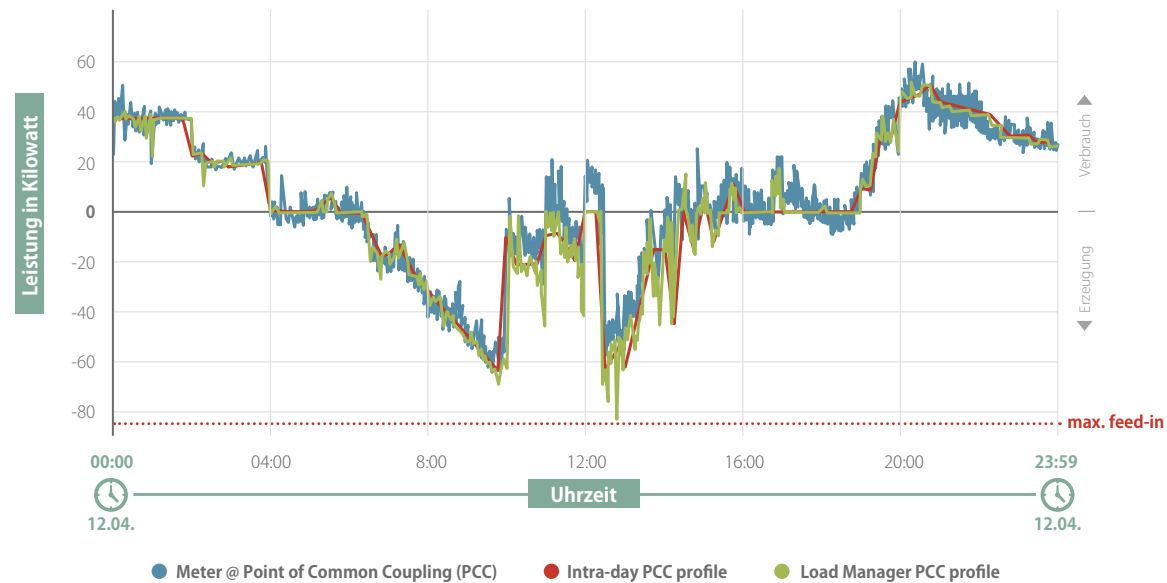
BEMS-ARCHITEKTUR MIT TYPISCHEM ZEITLICHEM ABLAUF

Eigenverbrauchsoptimierung

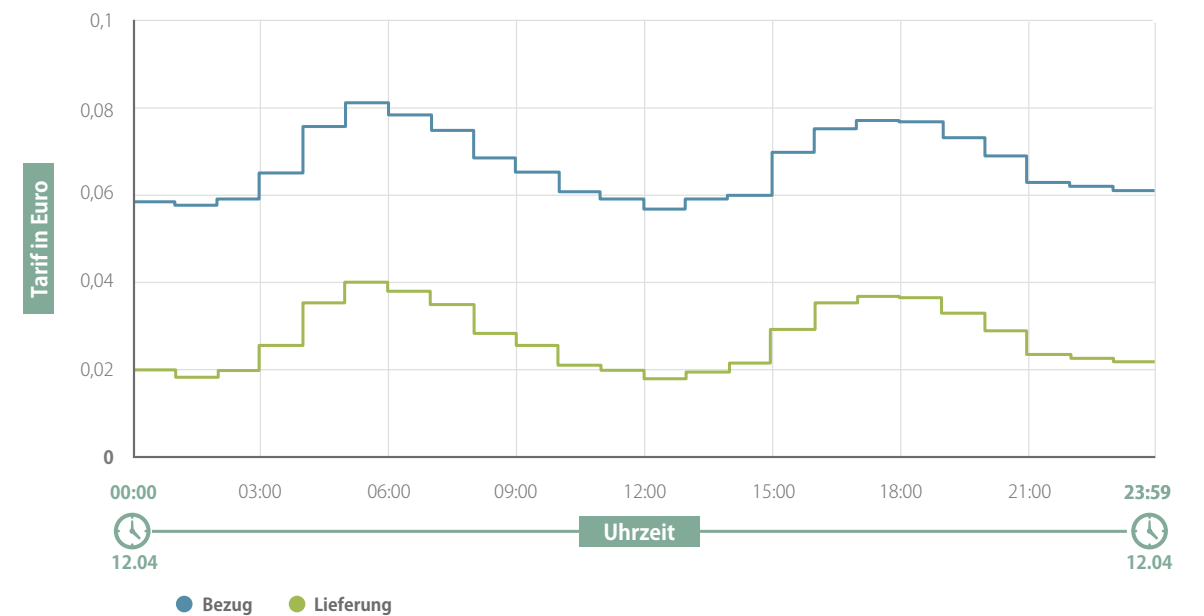
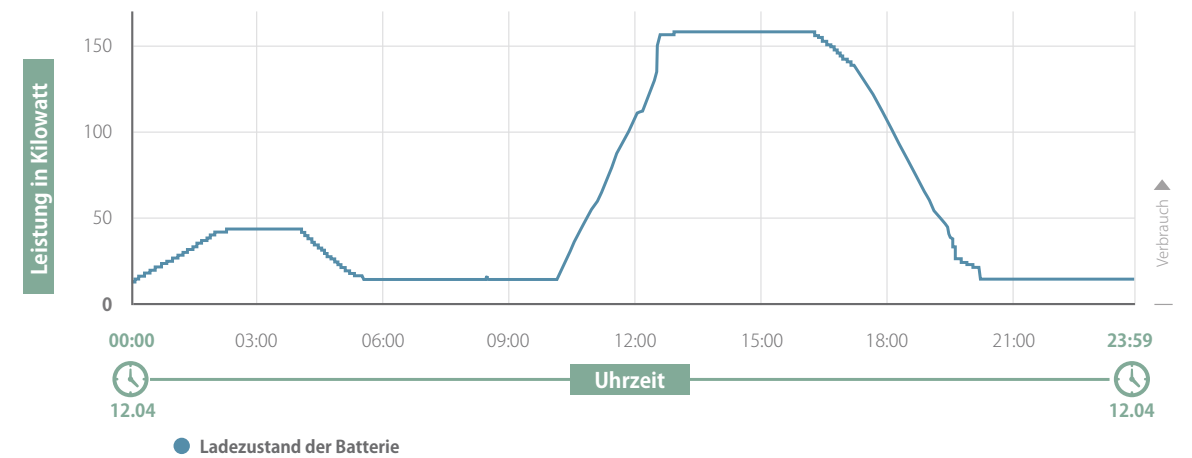
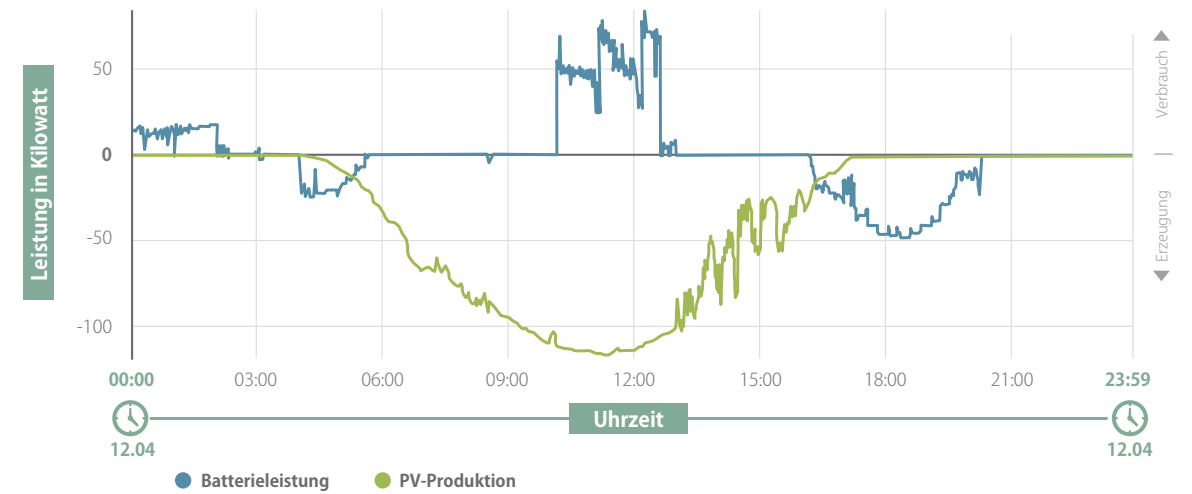
Ein wesentlicher Aspekt des kostengünstigen und effizienten Gebäudebetriebs ist die Optimierung des Eigenverbrauchs der selbstproduzierten erneuerbaren Energie und im Speziellen der Energiekosten. Der Betriebsmodus des BEMS, der einen kostenoptimalen Fahrplan berechnet, berücksichtigt die Prognosen von Energieverbrauch und -erzeugung sowie externe Preissignale (Bezug und Einspeisung). Basierend auf diesem Fahrplan, werden die Komponenten gesteuert. Um auf Abweichungen von den Prognosen reagieren zu können, wird dieser Planungsschritt regelmäßig durchlaufen. Innerhalb eines Planungsintervalls werden kurzfristige Änderungen durch den Load Manager (Modul des BEMS, vgl. Abbildung zuvor) ausgeglichen und kompensiert.

Die Abbildung unten illustriert dazu exemplarisch den Leistungsverlauf an einem spezifischen Netzanschlusspunkt (Point of Common Coupling – PCC) für einen Tag. Die blaue Linie zeigt den tatsächlich gemessenen Leistungswert.

Im nächsten Beispiel (siehe Abbildungen rechte Seite) werden Stundenpreise der österreichischen Strombörse Energy Exchange Austria (EXAA) in Verbindung mit einer Prognose der Stromproduktion der Photovoltaikanlage (PV-Anlage) zur Steuerung der Lade-/Entladeenergie eines Stromspeichers verwendet. Die Optimierungssoftware besteht aus verschiedenen Modulen, die unterschiedliche Kontrollintervalle und Planungshorizonte berücksichtigen. Obwohl die Ergebnisse der einzelnen Tage abhängig von der Prognosegüte und den Witterungsbedingungen stark schwanken, ist ein substantieller Vorteil der Optimierung im vorgenommenen Feldtest ersichtlich. Die Kostenersparnis im Vergleich zu einem Normalbetrieb ist dabei sehr stark von der gewählten Tarifstruktur und der Güte der Prognosen abhängig. Außerdem ist das Potenzial einer Optimierung in den Wintermonaten höher als in den Sommermonaten. Das damit erreichbare Optimierungspotenzial kann somit nur in Form von möglichen Bandbreiten für einzelne Gebäude quantifiziert werden.



LEISTUNGSVERLAUF AN EINEM NETZANSCHLUSSPUNKT (PCC) FÜR EINEN TAG



LEISTUNGSVERLAUF VON ERZEUGUNG UND STROMSPEICHER SOWIE EXTERNE STROMPREISE AN DER EXAA

Anwendungsbeispiel Building Energy Management System

Die Energieversorgungslösung für den Wohnbau D12 ist sehr komplex. Der Feldtest bestätigte aber, dass ihre Effizienz deutlich gesteigert werden kann und auch großvolumige Bauten im urbanen Umfeld ohne Fernwärme- oder Gasanschluss die Energienachfrage decken können. Dies ist freilich abhängig von der Verfügbarkeit alternativer Energieträger. Die Komplexität der Systeme stellt für die Bauträger eine neuartige Herausforderung dar. Das eigens entwickelte BEMS, welches alle Komponenten aufeinander abstimmt und optimiert, kann dahingehend Abhilfe schaffen. Es ermöglicht zukünftig den Gebäudebetreibern mit geringem Konfigurationsaufwand einen deutlich flexibleren Gebäudebetrieb. Neben Strom-, Heiz-, Kühl- und Frischluftanlagen können auch flexible Energietarife, Anforderungen des Stromnetzes (Fahrpläne und Teilnahme am Regelenergiemarkt) und Wetterprognosen berücksichtigt werden. Als Resultat können bisher nicht genutzte Erlösmöglichkeiten realisiert werden.

Sind die Kosten des BEMS sowie der dazu notwendigen Mess- und Steuerungstechnik geringer als die langfristig erreichbaren Optimierungserlöse, so können langfristig (bei entsprechender Ausstattung bestehender und zukünftiger Gebäude) vielversprechende wirtschaftliche Potenziale erwartet werden. Dies ist jedoch immer fallspezifisch zu beurteilen, da v. a. das Verhältnis der steuerbaren Komponentenleistung (z. B. elektrische Leistung von Wärmepumpen) in Relation zu den Kosten des BEMS sowie der Mess- und Steuerungstechnik signifikanten Einfluss auf die Kosten-Nutzen-Relation hat.

Betrachtet man in diesem Zusammenhang die auftretenden Zusatzkosten der installierten Erzeugungsanlagen und Speicher, so ließe sich diese im Studierendenheim für eine Einzelzimmerbelegung mit moderaten Mieterhöhungen decken. Die Kosten für eine PV-Anlage alleine würden durch eine Steigerung der Miete um 1,5 % bzw. sechs Euro pro Monat ausgeglichen. Um eine PV-Anlage samt Stromspeicher zu finanzieren, müsste die Zimmermiete um etwa 3,5 % oder 14 Euro pro Monat angehoben werden. Im Idealfall können diese Zusatzkosten durch Erlösüberhänge (Eigenver-

brauchserlöse abzüglich der zukünftigen Kosten des BEMS sowie der Mess- und Steuerungstechnik) reduziert werden. Um dies im Detail abzuschätzen, fehlen jedoch noch Langzeiterfahrungen.

Fazit und Ausblick

Die in der ASCR gewonnenen Betriebserfahrungen und entwickelten Optimierungslösungen sind bereits heute in entsprechend ausgestatteten Gebäuden aus technischer Sicht anwendbar, wobei folgende zentrale Erkenntnisse zusammengefasst werden können:

- Hohe Flexibilität in der Gebäudetechnik auf Basis erneuerbarer Energien bewirkt Einsparungen bei den Emissionen.
- Die Abwärme von Tiefgaragen, Personen und Geräten kann nachhaltig genutzt werden.
- Es besteht ein hoher Nutzen von Solarthermie bei Niedertemperaturanwendungen.
- Nur ein abgestimmtes Wirken von Komponenten führt zu den gewünschten Ergebnissen.

- Implementierte Optimierungsmaßnahmen ermöglichen eine deutliche Steigerung des Eigenverbrauchs der erzeugten Energie. Dabei werden die Optimierungsergebnisse jedoch durch viele externe Faktoren wie Wetter- oder Tarifprognosen signifikant beeinflusst.

Jedenfalls werden zukünftige Entwicklungen wie z. B. der steigende Druck, einen emissionsarmen Städtebau zu betreiben, ein immer größeres Interesse an alternativen Energieversorgungskonzepten bewirken. Die im F&E-Programm entwickelten Lösungen bieten ein wichtiges Werkzeug zur Etablierung energieautarker und energieeffizienter Gebäude. Dabei kann das Energiemanagementsystem BEMS komplexe Energiesysteme bereits jetzt intelligent bewirtschaften und somit einen Kostenvorteil für den Gebäudebetreiber erzielen. Darüber hinaus können auch die gesammelten Erfahrungen zur Installation und Inbetriebnahme der entwickelten Systeme an interessierte Bauträger bereitgestellt werden. Eine möglichst wartungsfreie und effiziente Mess-, Steuer- und Regelungstechnik wird dabei langfristig gesehen eine zentrale Rolle spielen.

3

Umgang mit Gebäudeoptimierung und Flexibilitäten

In den ASCR Use Cases 3 bis 7 sowie 10 und 11 wurde untersucht, wie durch Kundeneinbeziehung sowie den richtigen Umgang mit Gebäudeoptimierungssystemen vorhandene Flexibilität für netz- und marktdienliche Anwendungen nutzbar gemacht werden kann. Realisiert wurde dies durch den Einsatz eines sogenannten virtuellen Kraftwerks, welches verteilte Erzeuger und Verbraucher zusammenfasst und deren zusammengefasste Kapazitäten auf unterschiedlichen Märkten anbieten kann. Die gesammelten Erfahrungen zeigen, dass intelligent ausgestattete Gebäude in Kombination mit einem virtuellen Kraftwerk bereits heute sinnvolle Dienstleistungen bereitstellen und langfristig bisher noch wenig genutzte ökonomische Erlöspotenziale erschließen können.

Motivation und Ziele

Ein wesentlicher Aspekt der Gebäudeoptimierung liegt einerseits aus betriebswirtschaftlicher Sicht in der Maximierung des Eigenverbrauchs der produzierten erneuerbaren Energie bzw. in der Minimierung der Energiekosten (vgl. auch Storyline 2). Andererseits besteht im sich aktuell wandelnden Energiesystem zunehmend der Bedarf, elektro-thermische Geräte einer städtischen Gebäudeinfrastruktur (variable Verbraucher, Erzeuger, Speichereinheiten) so flexibel betreiben zu können, dass deren Nutzung sowohl in netz- als auch energiemarktdienlicher Weise möglich wird.

Um dies zu erreichen, war es anfänglich im ASCR-F&E-Programm notwendig, ein Gebäudeenergiemanagementsystem (BEMS) zu entwickeln, welches vorhandene Flexibilitäten der Gebäude nutzen kann. Diese Flexibilitäten werden dabei eingesetzt, um den Gebäudebetrieb anhand verschiedener Zielgrößen zu optimieren. Einer dieser Anwendungsfälle sieht vor, dass vorhandene Gebäudeflexibilitäten aggregiert und auch extern vermarktet werden können, z. B. am Regelenergiemarkt. Dazu werden neben den Energiebezugskosten auch Preisprognosen für positive und negative Flexibilitätsabrufe berücksichtigt.

Die in der ASCR dazu entwickelte Lösung basiert auf dem Konzept eines virtuellen Kraftwerks (Virtual Power Plant, kurz VPP). Bereits in Vorgängerprojekten zur ASCR (z. B. nationale Projekte INTEGRA oder Virtuelles Ökostromkraftwerk) wurden virtuelle Kraftwerke behandelt und wie folgt definiert:

Virtuelle Kraftwerke können dabei überregional und unabhängig in den vorhandenen Versorgungsgebieten agieren. Dies bedeutet, dass verschiedene Vertragskunden (z. B. Stromverbraucher, Stromerzeuger oder Speicherbetreiber) in einem physikalischen Netzabschnitt mit unterschiedlichen virtuellen Kraftwerken Verträge eingehen können.

Ein überregionaler Betrieb virtueller Kraftwerke bedeutet in diesem Zusammenhang, dass ein Betreiber eines virtuellen Kraftwerks überregionale Partner in verschiedenen Netzabschnitten unter Vertrag nehmen kann. Welche Optimierungsziele der Betreiber eines virtuellen Kraftwerks dabei verfolgt, bestimmt dessen Einsatzstrategie. Denkbare Strategien können, ohne Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben, wie folgt skizziert werden:

- Handel an der Strombörse (Day-ahead, Intraday, Terminmärkte)
- Direktvermarktung (OTC – Over-the-Counter-Verträge)
- Regelenenergiebereitstellung (Sekundär-, Tertiär-Regelenenergiemarkt)
- Vermeidung von Ausgleichsenergie in Bilanzgruppen (Ausgleich für falsch prognostizierte volatile Erzeugung)
- Vermeidung von Lastspitzen und Netzüberlastungen
- Eigenverbrauchsoptimierung, etwa von Gebäuden oder Elektroautos

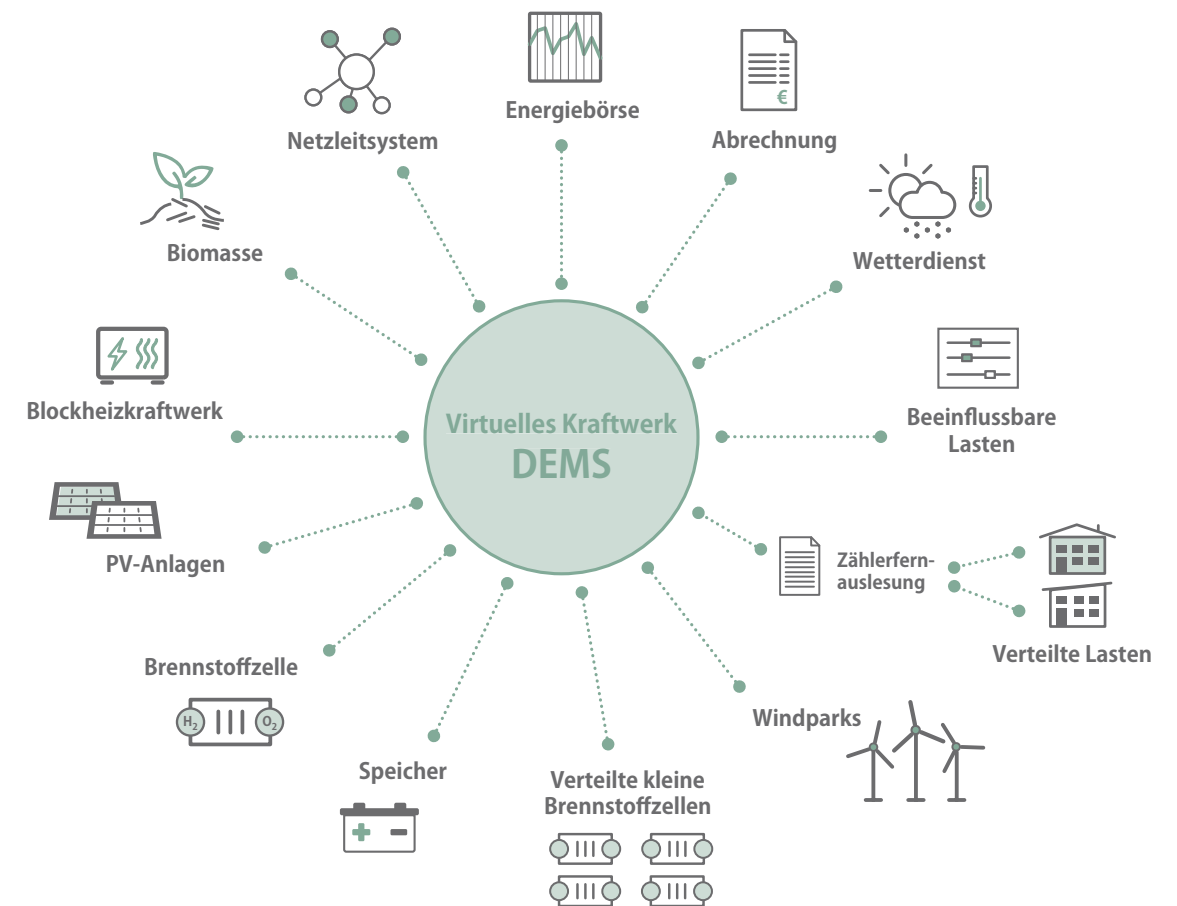
In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass der Betreiber eines virtuellen Kraftwerks im Allgemeinen lediglich Informationen seiner Vertragspartner zur Verfügung hat und diese für seine Strategien zur Vermarktung der vorhandenen Flexibilität verwendet. Weitere Informationen, z. B. zum Verbrauchs- und Erzeugungsverhalten anderer „Prosumer“ in der Netzregion, sind für den Betreiber nicht zugänglich („Prosumer“ sind Kunden, die Strom nicht nur verbrauchen, sondern auch selbst erzeugen, etwa mit einer Photovoltaikanlage). Daher kann der Betreiber des virtuellen Kraftwerks die regionale Netzsituation in der Vermarktung nicht berücksichtigen. Umgekehrt sind den Netzbetreibern auch geplante Änderungen in der Erzeugung bzw. im Verbrauch (Fahrplanänderungen), welche durch

Ein virtuelles Kraftwerk ist eine Entität, die verteilte Erzeuger und Verbraucher zusammenfasst und auf unterschiedlichen Märkten als gemeinsames Kraftwerk anbieten kann.

NUTZEN

VON

FLEXIBILITÄT



ÜBERBLICK ZU DEN FUNKTIONALITÄTEN DES DEZENTRALEN ENERGIEMANAGEMENTSYSTEMS – DEMS

das virtuelle Kraftwerk verursacht werden können, nicht bekannt. Dadurch können unerwartete Leistungsspitzen auftreten, etwa durch zeitgleiche Zuschaltung der Schnellladeinfrastrukturen von Elektrofahrzeugen.

Als Ergebnis wird daher in dieser Storyline quantifiziert, inwieweit durch vorhandene Versorgungsflexibilität von Gebäuden in Kombination mit virtuellen Kraftwerken Systemdienstleistungen für Markt und Netz erbracht werden können. Darauf wird in den folgenden Abschnitten näher eingegangen.

Ergebnisse

Notwendige Standardfunktionalitäten (v. a. zur Realisierung zuvor erläuteter Einsatzstrategien) virtueller Kraftwerke wurden in der ASCR auf Basis

des Produkts „DEMS – Decentralized Energy Management System“ realisiert (vgl. obige Abbildung). Dieses besteht aus zwei Teilsystemen: dem DEMS-Designer, einem grafischen Werkzeug zur Dateneingabe, sowie einem Laufzeitsystem samt Bedienoberfläche. Das System kann sehr kurzfristige Schwankungen von Stromerzeugung und -verbrauch ausgleichen und somit an den Regelenenergiemärkten eingesetzt werden. Das Energiemanagementsystem kommuniziert mit den angebotenen Stromerzeugern, Lasten oder Speichern gemäß IEC 60870-5-104, einem Kommunikationsstandard in der Infrastrukturautomation, wobei keine zusätzliche Software notwendig ist. Auch die Parameter der Kommunikationsverbindung und des Anlagenanschlusses im Zusammenspiel mit dem DER-Controller (Distributed Energy Resources) werden im DEMS-Designer hinterlegt. Diese sind im Laufzeitsystem sofort nach der Aktivierung verfügbar.

Die in der ASCR neu entwickelten Lösungen erweitern diese Standardfunktionalitäten durch geeignete Schnittstellen und Algorithmen zwischen virtuellem Kraftwerk, BEMS und Netzbetreiber, wodurch eine koordinierte Gesamtoptimierung ermöglicht wird. Beispielsweise kann durch das BEMS eine Adaption des vorgesehenen Fahrplans eines Gebäudes oder mehrerer Gebäude bereits am Vortag erfolgen, wenn Vorgaben bzw. Prognosedaten des virtuellen Kraftwerks zur Eigenerzeugung sowie den Strompreisen berücksichtigt werden.

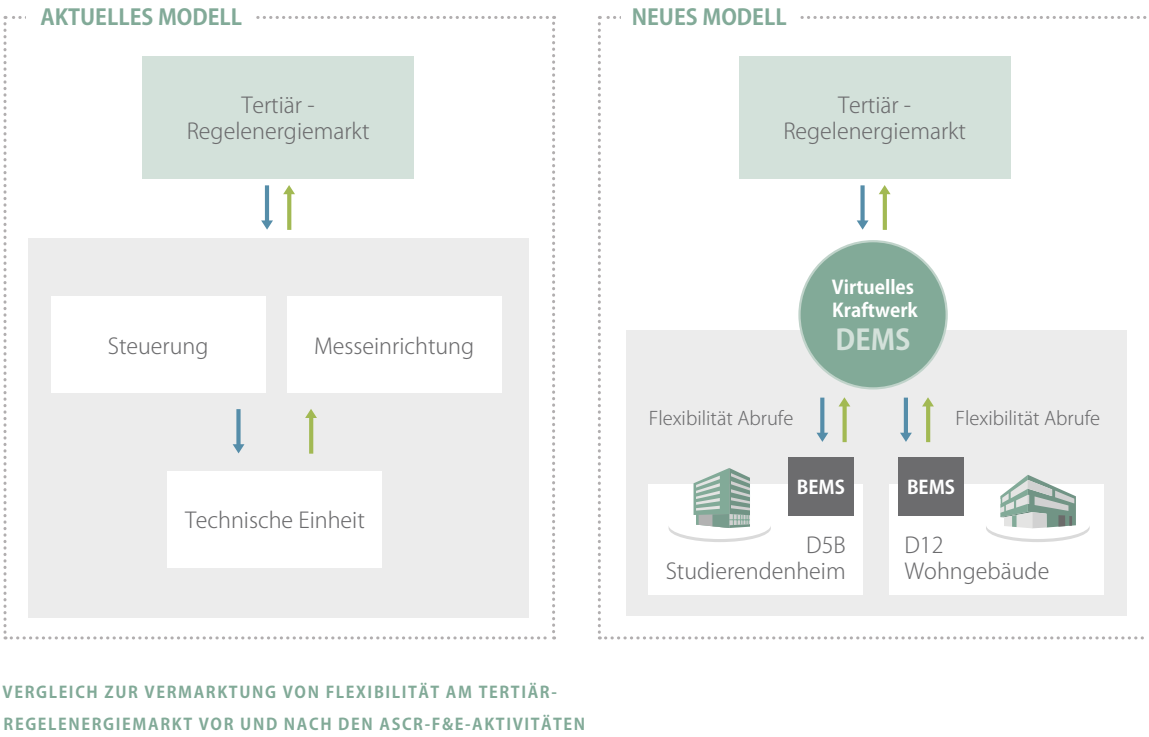
Darüber hinaus wird durch die Einführung eines Flexibilitätsoperators (FlexOp; vgl. auch Storyline 4) in der ASCR sichergestellt, dass die durch das BEMS erstellten Fahrpläne nach Möglichkeit keine eventuell regional vorhandenen Netzrestriktionen verletzen. Solche Verletzungen könnten den sicheren Betrieb eines Netzes gefährden. Der entwickelte FlexOp erweitert somit ein virtuelles Kraftwerk um Prognosemöglichkeiten zum Lastverlauf aller Kunden in einem Netzabschnitt.

Die Abbildung unten illustriert dahingehend eine typische Kommunikationssequenz zwischen einem

Gebäude (repräsentiert durch das BEMS), dem VPP (realisiert durch DEMS, das Flexibilitäten zur Vermarktung aggregiert) und dem Flexibilitätsoperator (FlexOp), der Flexibilitäten zur Stabilisierung des Verteilnetzes nutzt. Durch die in der ASCR entwickelten Erweiterungen des virtuellen Kraftwerks können somit Flexibilitäten sowohl mit überregionalen Marktakteuren als auch mit dem lokalen Netzbetreiber gehandelt und verrechnet werden.

Neues Konzept zur Vermarktung von Flexibilität

Im Rahmen des Projekts wurde zudem ein neues Modell der Bündelung von einzelnen Flexibilitäten (z. B. in unterschiedlichen Gebäuden) durch ein VPP erarbeitet und getestet. Bisher wurden Flexibilitäten durch einzelne technische Einheiten (etwa eine isolierte Photovoltaikanlage, ein Windkraftwerk oder eine Gasturbine) realisiert, die zumeist hohe elektrische Leistungen zur Verfügung stellen. Dabei wurden diese Einheiten individuell durch das VPP gesteuert und abgerechnet. In einem Gebäude ist jedoch eine Vielzahl unterschiedlicher Einheiten (z. B. Wärmepumpen, PV-Anlagen oder Batterien)

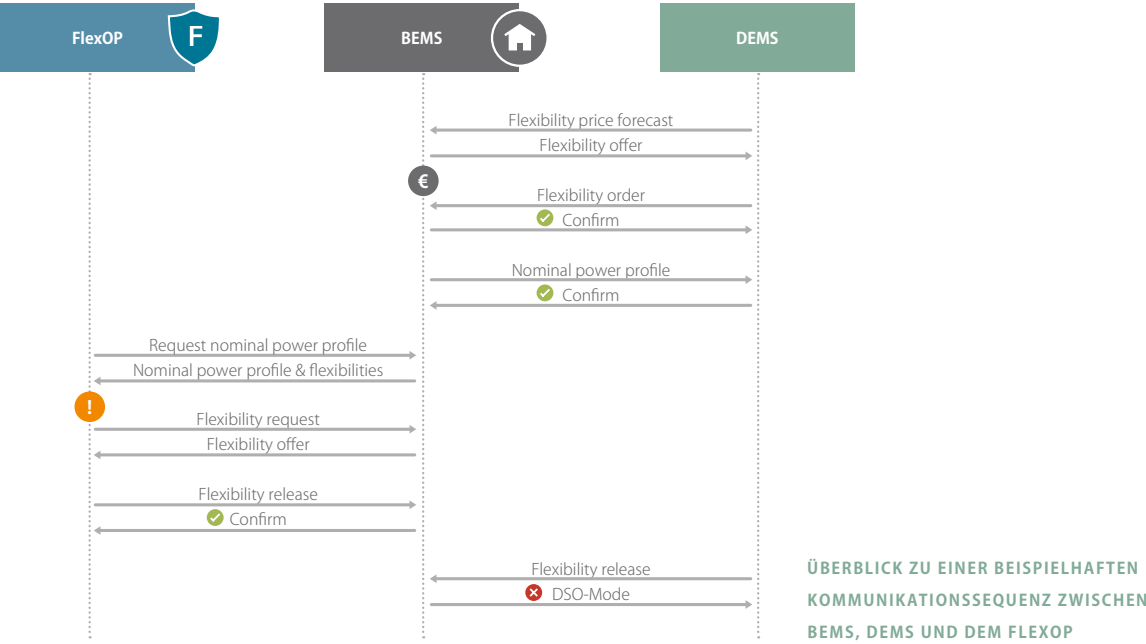


VERGLEICH ZUR VERMARKTUNG VON FLEXIBILITÄT AM TERTIÄR-REGULENERGIEMARKT VOR UND NACH DEN ASCR-F&E-AKTIVITÄTEN

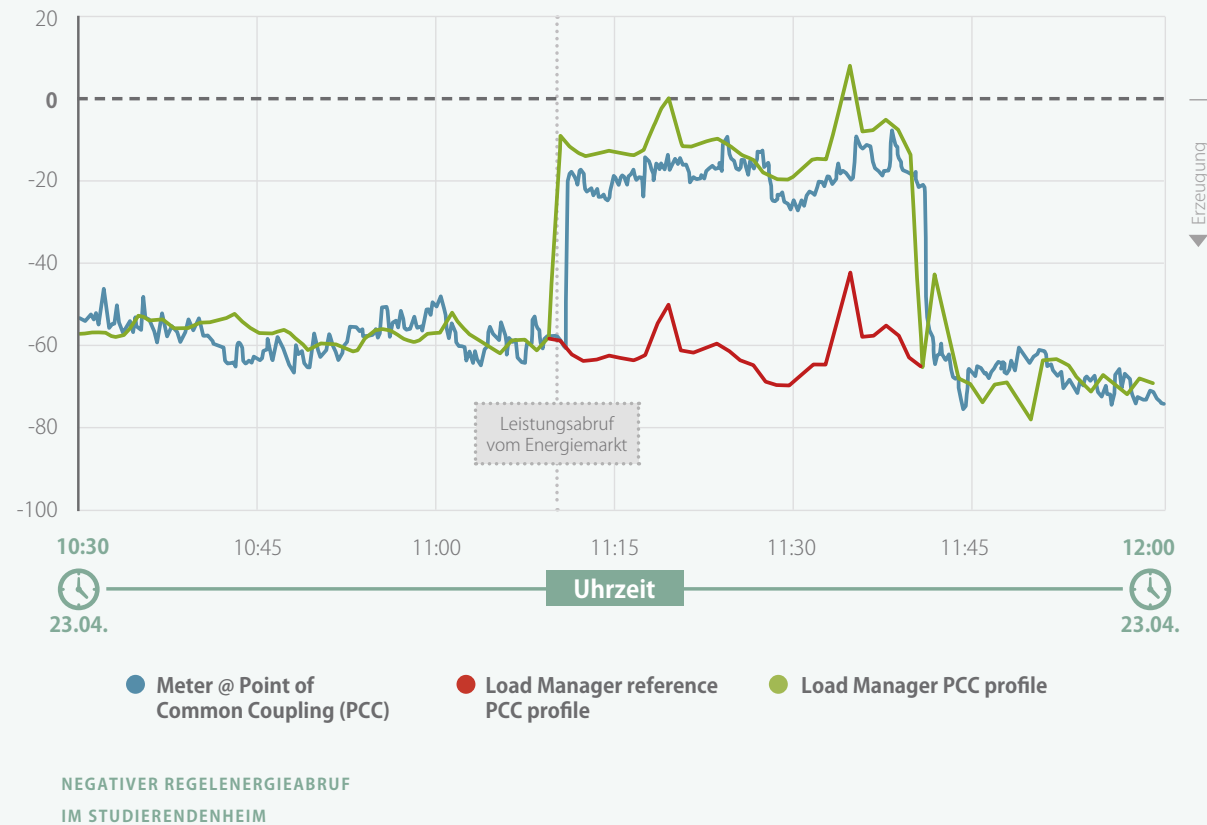
installiert. Diese Einheiten weisen vergleichsweise kleine Leistungen auf und unterliegen auch sehr spezifischen Rahmenbedingungen (siehe Grafik oben). Daher wäre ein solcher Ansatz vor allem aus Kostengründen nicht anwendbar (viele Komponenten notwendig und hoher operativer Aufwand).

Aus diesem Grund wurde ein neues Modell entwickelt (vgl. Grafik oben), das darauf aufbaut, dass die Flexibilitäten im Gebäude durch eine einzige Schnittstelle abstrahiert und innerhalb des Gebäudes unabhängig bewirtschaftet werden. Dazu berechnet das BEMS unter Berücksichtigung der eigenen Optimierungsziele die im gesamten Gebäude zur Verfügung stehenden Flexibilitäten und bietet diese dem DEMS gesammelt an. Während eines Abrufs entscheidet dann das BEMS selbst, aus welchen Einheiten die gewünschte Flexibilität (z. B. Regelleistung) zusammengestellt wird. Das erlaubt eine optimale Bewirtschaftung der Einheiten im Gebäude und reduziert die Komplexität für das übergeordnete DEMS.

Aggregation von Gebäude-Flexibilitäten



Anwendungsbeispiel zur Aktivierung von Gebädeflexibilität



Um die Funktionsfähigkeit der entwickelten Lösungen zur Teilnahme am Regelenergiemarkt zu demonstrieren, kann exemplarisch im realen Umfeld sowohl positive als auch negative Flexibilität z. B. vom Studierendenheim¹ abgerufen werden. „Positive Flexibilität“ bedeutet, dass das virtuelle Kraftwerk zusätzlichen Strom erzeugt. „Negative Flexibilität“ heißt dagegen, dass die Erzeugung des virtuellen Kraftwerks verringert bzw. der Stromverbrauch der Anlagen und Geräte, die es nutzen kann,

¹ Diese Funktionalität wird in naher Zukunft auch im Wohngebäude in prototypischer Form realisiert sein.

erhöht wird. Die dargestellten Abbildungen zeigen dazu den Leistungsverlauf am Netzanschlusspunkt. Die Grafik links zeigt einen negativen Abruf (aus Sicht des virtuellen Kraftwerks), während untenstehende Grafik einen positiven Abruf darstellt. In beiden Grafiken gilt der Verlauf des „Load Manager reference PCC profile“ als Referenz für den Abruf. Das „Load Manager PCC profile“ stellt die unmittelbare Vorgabe des Gebäudeoptimierungssystems (BEMS) als die Summe der Fahrpläne der einzelnen Komponenten dar. Letztendlich ist zu erkennen, dass der tatsächlich gemessene Leistungsverlauf („Meter @ PCC“) den Vorgaben des BEMS folgt und entsprechende Flexibilität aktiviert werden kann. Die kurzfristigen Abweichungen während des Abrufs werden durch geringe Schwankungen (etwa eine

Wolke über einer PV-Anlage) verursacht und sind aufgrund der Kürze nicht verrechnungsrelevant.

Zur Abschätzung des Marktpotenzials in Wien (unter Annahme einer Einsetzbarkeit von zukünftig 20 % des Gebäudebestandes) zeigen zudem die ersten Berechnungsergebnisse, dass ein jährlicher Gewinn von bis zu 30 Millionen Euro generiert werden könnte, wenn die Gebäude mit jeweils 30 kW (d. h. in Summe mit ca. 1 GW in Wien) an gesicherter Leistung am negativen Tertiär-Regelenergiemarkt anbieten. Diesbezüglich ist jedoch zu berücksichtigen, dass eine signifikante Erhöhung der angebotenen und somit verfügbaren Leistung am Regelenergiemarkt zu einem Preisverfall führen kann und diese Gewinne entsprechend reduziert werden könnten.



Zusammengefasst kann das im Zuge des ASCR-F&E-Programms weiterentwickelte Produkt eines virtuellen Kraftwerks aus heutiger Sicht bereits folgende Funktionalitäten zur Verfügung stellen:

- Einbeziehung der Kundenanforderungen (z. B. durch Temperatureinstellung, gesteuert via Smartphone, vgl. Storyline 1) in das Gebäudeoptimierungssystem (BEMS), welches eine direkte Schnittstelle zum virtuellen Kraftwerk aufweist.
- Aggregation vieler Einzelgebäude (z. B. Wohnanlagen, Schulen, Büros etc.) zu einem Kollektiv, welches koordiniert für netzdienliche (z. B. Vermeidung von Netzüberlastungen) oder marktdienliche Zwecke (z. B. Einsatz am Regelenergiemarkt) eingesetzt werden kann. Dies wird durch eine Erweiterung der bestehenden VPP-Lösung (Produkt DEMS) um geeignete Schnittstellen und Algorithmen zu den Gebäudeopti-

mierungssystemen (BEMS) ermöglicht.

- Einsetzbarkeit geeigneter Kommunikationsschnittstellen, um die Anforderungen der Netze (z. B. kurzfristige Verbrauchsreduktion bzw. „kurzfristiger Lastabwurf“) oder Märkte (z. B. zeitliche Anforderungen gemäß Präqualifikationsbedingungen der Regelenergiemärkte) erfüllen zu können.

Marktpotenzial

Für die entwickelten Funktionalitäten zur Nutzung von Flexibilität wurde zudem eine Fallstudie definiert, um mögliche Kosten in Relation zum erreichbaren Nutzen stellen zu können. Dazu wurden die Kosten der nötigen Komponenten für



ÜBERBLICK ZUM THEORETISCHEN MARKTPOTENZIAL IN WIEN UNTER VARIATION DER GESICHERTEN LEISTUNG JE GEBÄUDE (P-TR = POSITIVE TERTIÄRREGELENERGIE; N-TR = NEGATIVE TERTIÄRREGELENERGIE)

eine Regelenergiemarktteilnahme für unterschiedliche Baufelder/Gebäude mit den erreichbaren Erlösen verglichen.

Dahingehend wurden folgende Parameter verwendet bzw. Annahmen getroffen:

- Kosten von DEMS, Fernwirkeinheit und Datenübertragung je Gebäude = 520 €/a
- Erlöse je kW (Abschätzung durch Wien Energie) für Einsatz am negativen Tertiär-Regelenergiemarkt = 29 €/a
- Erlöse je kW (Abschätzung durch Wien Energie) für Einsatz am positiven Tertiär-Regelenergiemarkt = 44 €/a
- Anzahl von Gebäuden in Wien = 164.745 (Werte: Statistik Austria); Annahme einer zukünftigen Ausstattung von 20 % der Gebäude zur Abschätzung des Marktpotenzials für Regelenergieeinsatz

Unter Variation der Leistung am Regelenergiemarkt, welche gesichert angeboten werden kann, illustriert nebenstehende Abbildung die theoretisch erreichbaren Gewinne. Diesbezüglich sei nochmals darauf hingewiesen, dass eine signifikante Erhöhung der angebotenen und somit verfügbaren Leistung am Regelenergiemarkt zu einem Preisverfall führen kann und diese Gewinne entsprechend reduzieren würde.

Fazit und Ausblick

Durch die in der ASCR entwickelten Lösungen stehen Energieversorgern und Netzbetreibern neue Werkzeuge zur Verfügung, um bisher ungenutzte Flexibilität in städtischen Gebäuden aktivieren und vermarkten zu können. Diese Werkzeuge werden vor allem durch das weiterentwickelte Konzept eines virtuellen Kraftwerks bereitgestellt. Als konkretes Produkt kann hier das Decentralized Energy Management System (DEMS) angeführt werden, welches in den durchgeführten Feldtests aus technischer Sicht die entwickelten Funktionalitäten sehr gut unter Beweis stellen konnte. Auch die in einer Fallstudie konkretisierten wirtschaftlichen Erlöspotenziale lassen auf einen weiterführenden Einsatz der neuen Funktionalitäten virtueller

Kraftwerke im städtischen Gebäudebereich hoffen. In Bezug auf die durchgeführten Feldtests fehlt es jedoch noch an Langzeiterfahrungen zur saisonalen (unterschiedliche Ausprägung Sommer/Winter), aber auch demografischen Entwicklung (Änderungen in der Kundenstruktur). Vor allem die aktivierbare Flexibilität (gesicherte Leistung und Verschiebbarkeit) sowie die daraus langfristig resultierenden ökonomischen Erlösmöglichkeiten im städtischen Umfeld sind hier noch risikobehaftete Faktoren. Diese sollen in weiterführenden Forschungstätigkeiten gesammelt und interpretiert werden.



4

Die Entwicklung der Niederspannungsnetze in urbanen Gebieten: der Smart-Grid-Migrationspfad

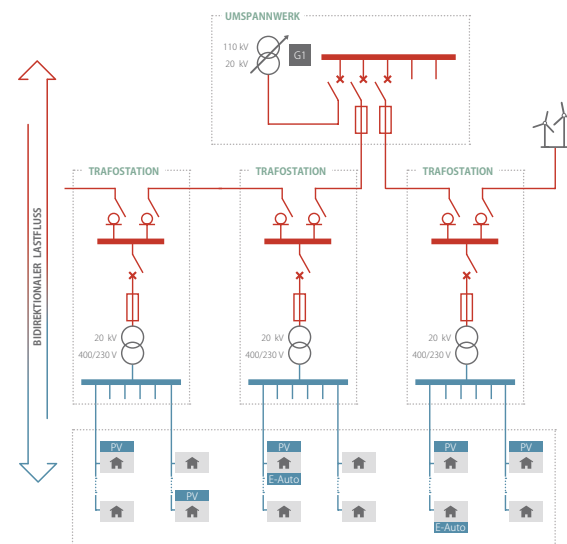
In den ASCR Use Cases 1, 2, 5 und 6 sowie 8 bis 10 wurde die prototypische Umsetzung eines sogenannten „Smart-Grid-Migrationspfades“ erarbeitet. Nachdem durch den Einsatz unterschiedlicher Sensoren gemäß Schritt 1 dieses Migrationspfades Transparenz in das Verteilnetz gebracht wird, können durch weiterführende Datenanalysen im Schritt 2 bereits heute mögliche Effizienzsteigerungen im Betrieb der Verteilnetze nachgewiesen werden. Zudem sind auch vermehrt automationsunterstützte Planungs- und Betriebsprozesse in urbanen Netzgebieten umsetzbar. Eine wesentliche Herausforderung ist die Digitalisierung des Verteilnetzbetriebes gemäß Schritt 3 des Migrationspfades.

Motivation und Ziele

Bestehende Lösungen, etwa Regler zur Integration erneuerbarer, volatiler und dezentraler Stromerzeugung oder Demand Side Management im Bereich Smart Grid, wurden bereits in Vorgängerprojekten¹ zur ASCR behandelt. Als Beispiele seien die nationale Projektreihe DG-DemoNetz oder INTEGRA genannt. In deren Rahmen entstanden Lösungen zur folgenden Problemstellung: Unter dem Stichwort „Energiewende“ wurden die Herausforderungen für den Verteilnetzbetrieb durch die neuen Entwicklungen, vor allem den Ausbau der erneuerbaren Energien sowie die Dezentralisierung der Energieversorgung, bereits oftmals ausführlich beschrieben. Sie sollen daher durch die nachfolgende Grafik nur angedeutet werden.

Eine Auswahl daraus resultierender Auswirkungen, die für besonders betroffene Netzbetreiber bereits heute deutlich spürbar sind, kann wie folgt subsumiert werden:

- Die bisherigen Regeln zur Netzauslegung verlieren ihre Gültigkeit.
- Dezentrale Erzeugungsanlagen verursachen lokale Spannungsanhebungen (Spannungsproblem).
- Fluktuierende Erzeugung und hohe Energiepreisdynamik bringen neue Anforderungen an die Netzinfrastruktur mit sich.
- Zu viele Elektroautos an einem Strang können die Strangsicherung auslösen (Stromproblem).
- Dezentrale Erzeugung in Kombination mit Elektroautos kann zur thermischen Überlastung einzelner Kabelabschnitte führen.



TRANSFORMATION EINES PASSIVEN VERTEILNETZBETRIEBES
HIN ZU EINEM SMART-GRID-BETRIEB MIT BIDIREKTIONALEN
LAST- UND KOMMUNIKATIONSFLÜSSEN

Die Verteilnetzinfrastruktur muss folglich in Zukunft näher an den Kapazitätsgrenzen betrieben werden, um nach wie vor eine effiziente und leistbare Versorgung sicherstellen zu können. Die dazu notwendige Optimierung der Betriebs- und Planungsprozesse bei den Verteilnetzbetreibern steht daher im Fokus der weiteren Entwicklung der Verteilnetzinfrastruktur in Richtung Smart Grid.

Durch das ASCR-F&E-Programm ist es möglich, die notwendigen Schritte zur Umsetzung von Smart Grids auch im städtischen Bereich zu erproben. In der Seestadt, einem großen Stadterweiterungsgebiet im Nordosten Wiens, wird an energieeffizienten Lösungen für die Städte der Zukunft geforscht.

Die methodischen Arbeiten der ASCR bestanden jedoch weniger in der Entwicklung neuer Regelungsalgorithmen selbst als vielmehr in der Analyse erreichbarer Vorteile zum Thema „Plug & Automate“ sowie in der Verbesserung der Robustheit bestehender Lösungen im Sinne eines Smart-Grid-Migrationspfades. Die Kernforschungsthemen werden dazu in

die Bereiche Netzmonitoring, Datenanalyse sowie aktives Netzmanagement unterteilt.

Der Migrationspfad soll dabei als Leitlinie dienen, um die Planungssicherheit in einem sich rasch verändernden Umfeld zu erhöhen und den Effizienzgewinn durch den Einsatz neuer Technologien für den Verteilnetzbetreiber sichtbar zu machen. Das ASCR-F&E-Programm bietet dazu erstmals die Möglichkeit, die wesentlichen Schritte zur Umsetzung von intelligenten und wirtschaftlich leistbaren Verteilnetzen im urbanen Kontext zu erforschen. Die gewonnenen Erkenntnisse werden zur Entwicklung von allgemeingültigen Lösungen in einer weiteren Forschungsphase genutzt.

Ergebnisse

Smart-Grid-Migrationspfad

Um die im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Herausforderungen meistern und vorhandene Reserven gesichert nutzen zu können, ist zunächst ein detaillierter Einblick in das Verteilnetz nötig. Dafür muss ein effizientes Datenerfassungssystem, gekoppelt mit intelligenter Datenaufbereitung, implementiert werden (Schritt 1).

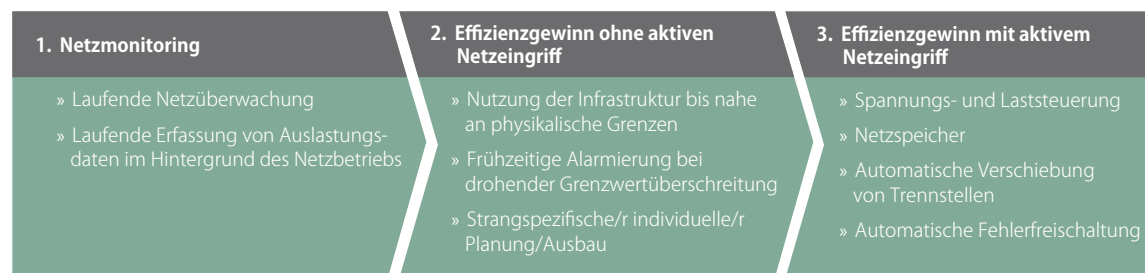
Aus diesen Daten lassen sich durch entsprechende Analysen Erkenntnisse für die Gestaltung zukünftiger Planungs- und Betriebsprozesse in den Verteilnetzen gewinnen und Szenarien für



SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DES ASCR-SMART-GRID-TESTBEDS

¹ An diesen Projekten war vor allem der ASCR-Joint-Venture-Partner Siemens beteiligt: Die Smart-Grid-Konzepte wurden dabei zwar für ländliche Mittel- und Niederspannungsnetze entwickelt und getestet (in den Netzgebieten der Salzburg Netz GmbH, Netz Oberösterreich GmbH sowie der Vorarlberg Netz GmbH), diese sind jedoch auch im städtischen Bereich (Netzgebiet der Wiener Netze) anwendbar.

SMART-GRID-MIGRATIONSPFAD



DIE DREI SCHRITTE DES SMART-GRID-MIGRATIONSPFADES

die zukünftige Entwicklung ableiten (Schritt 2). In ausgewählten Bereichen und in einem aus Kosten-Nutzen-Sicht optimalen Ausmaß kann durch aktive Netzeingriffe das Effizienzpotenzial gesteigert werden (Schritt 3, siehe Grafik oben).

Schritt 1: Monitoring als Basis für zukünftige Smart-Grid-Anwendungsfälle

Die Basis aller heutigen wie auch zukünftigen Smart-Grid-Aktivitäten ist ein auf den jeweiligen Anwendungsfall angepasstes Monitoring-Konzept zur Ermittlung des aktuellen Netzzustandes inklusive aller nachgelagerten Aktivitäten zur Datenaufbereitung und -validierung. Besonderes Augenmerk wird dabei auf eine möglichst selbstkonfigurierende Feldsensorik und deren topologische Zuordnung (statisch und dynamisch) gelegt. Dafür wurde ein entsprechendes Netzmonitoring mit Power-Quality-Messgeräten sowie Grid Monitoring Devices (GMD) realisiert, um die Informationen zu den Netzzuständen mit hinreichender Genauigkeit ermitteln, verarbeiten und interpretieren zu können. Diesbezüglich haben die Feldtests auch gezeigt, dass es je nach Anwendung sinnvoll ist, möglichst nahe an der Quelle die geforderte Datenqualität und -integrität sicherzustellen.

Das ASCR-Smart-Grid-Testbed umfasst den Großteil des Niederspannungsverteilnetzes im südöstlichen Teil der Seestadt. Dabei handelt es sich insgesamt um zwölf Netzstationen mit 24 Transformatoren. Jede dieser Netzstationen inklusive der unterlagerten Netze wurde mit umfangreicher Monitoring-Infrastruktur ausgestattet. Rechts stehende Abbildung gibt einen Überblick über die eingesetzten Messgeräte und die jeweiligen Varianten für den Einbau. Die GMDs wurden überwiegend in den Trennanschluss- bzw. Schleifenkästen der Wiener Netze eingebaut (siehe Grafik

rechts). Die jeweils eingesetzten Komponenten stellen sich dabei wie folgt dar:

• Niederspannungsleistungsschalter mit UMZ (unabhängiger Maximalstromzeitschutz)

Ein Überstrom-Auslösesystem ist mit dem Niederspannungsleistungsschalter gekoppelt. Es soll im Fehlerfall lokal in der Netzstation den Leistungsschalter auslösen und damit ein Ausbreiten einer Störung verhindern. Die integrierte Messsensorik misst Strom, Spannung sowie Leistung und Energie. Diese Daten können vor Ort ausgelesen werden. Im Smart-Grid-Testbed ist jeder Transformator mit dem Leistungsschalter und dem zugehörigen Messmodul ausgestattet.

• Power-Quality-Messung (PQ-Messung)²

Die PQ-Messgeräte werden vor dem Niederspannungsleistungsschalter situiert und dienen dort der Qualitätsmessung. Um den Qualitätsvergleich (Benchmarking) zwischen den unterschiedlichen Transformatortechnologien zu ermöglichen, wurden zeitweilig mobile PQ-Messgeräte („Messkoffer“) installiert.

• Transformatoren

Im Testbed wurden insgesamt 24 Transformatoren verbaut. Bei 15 davon wurden innovative Technologien eingesetzt. Darunter ein regelbarer Transformator (RONT), Transformatoren mit Pflanzöl (Midel) statt Mineralöl zur Kühlung, Transformatoren mit amorphem Kern sowie solche, deren Wicklungen aus Aluminium statt aus Kupfer bestehen. Solche Geräte wurden

² Die Versorgungsqualität (Power Quality) in elektrischen Stromnetzen gibt Auskunft zur Verfügbarkeit der Versorgung (z. B. Anzahl der Stromausfälle pro Jahr), der Spannungsqualität (etwaige Abweichungen von der Nennspannung; z. B. 230 Volt) sowie zur Stabilität der Netzfrequenz.

bislang beim Verteilnetzbetreiber Wiener Netze nicht verwendet.

• Grid Monitoring Device (GMD)

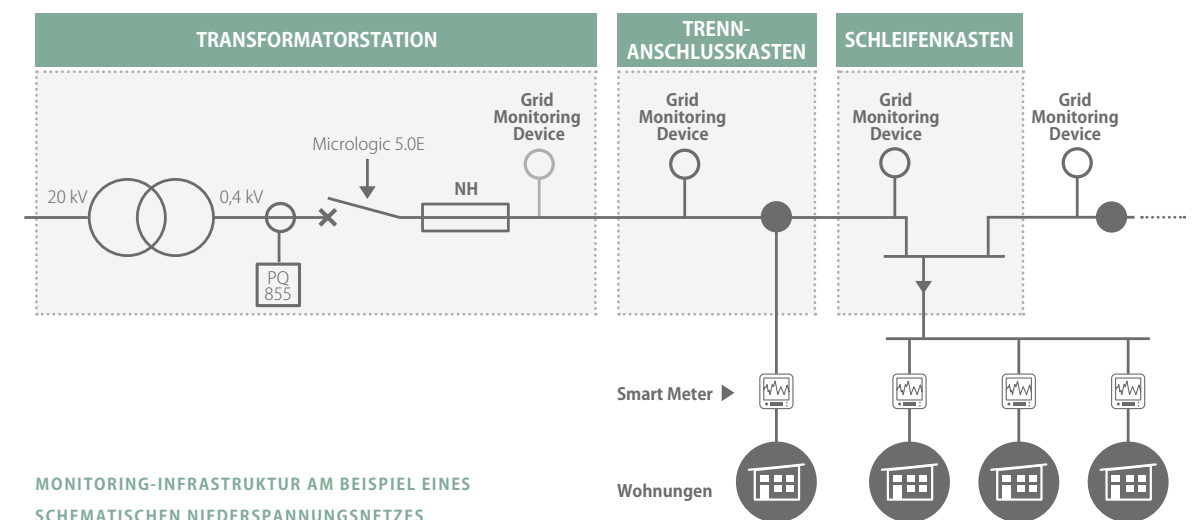
Grundsätzlich wurden die GMDs außerhalb der Netzstationen in Schleifen- und Trennanschlusskästen des Niederspannungsnetzes eingebaut. In untenstehender Abbildung ist auch eine andere Variante dargestellt. Sie kommt auf Baufeldern zum Einsatz, welche nicht durch Niederspannungsnetze versorgt werden, die den Zielnetzvorgaben der Wiener Netze entsprechen. Meist handelt es sich dabei um ein Strahlennetz mit Stichleitungen, das von einem durch den Bauträger beauftragten Elektroinstallationsunternehmen installiert wird. Eine weitere Alternative ist die Versorgung direkt ab der Transformatorstation. In beiden Fällen wird das GMD direkt an der Sekundärwand in der Netzstation eingebaut, um die konsistente messtechnische Erfassung sicherzustellen. Diesbezüglich gewährleistet auch das integrierte Modul „Unavailable Data Handling“, dass fehlende Messdaten in ausreichender Qualität abgeschätzt werden, um nachgelagerte Anwendungen verlässlich betreiben zu können.

Eine weitere Erkenntnis im Zusammenhang mit den hohen Anforderungen hinsichtlich des Datenschutzes in Österreich ist, dass eine zukünftige

Substitution der verbauten Messgeräte durch den Roll-out von Smart-Meter-Systemen nicht zu erwarten ist. Dies liegt an fehlender Kundenzustimmung, um auch hochauflösende Daten vollständig nutzen zu können. Nur etwa 10 % der KundInnen gestatten den Zugriff auf diese Daten. Eine Nutzung neu aufzubauender Infrastrukturen für unterschiedliche Anwendungen (synergetische Nutzung), welche vor allem aus ökonomischer Sicht sinnvoll wäre, wird somit erschwert bzw. beschränkt sich auf die gemeinsame Nutzung der IKT-Infrastruktur.

Schritt 2: Datenanalyse und Interpretation

In Schritt 2 des Migrationspfades werden zahlreiche Auswertungen vorhandener Daten zur Qualitätssicherung, Betriebsunterstützung und zum Benchmarking vorgenommen. Diese Arbeiten dienen der Vorbereitung einer datenbasierten Netzplanung und Netzbetriebsführung (Schritt 3 des Migrationspfades). Heute basiert die Netzplanung noch auf den Erfahrungswerten der Netzbetreiber. In der ASCR wurde als zentrale Anwendung eine Schwellwertanalyse entwickelt, die automatisiert die täglich im Testbed generierten Daten nach frei parametrierbaren Kriterien untersucht. Allfällige Überschreitungen von Schwellwerten werden zu „Ereignissen“ zusammengeführt und dem/der NetzplanerIn oder NetztechnikerIn zur Verfügung gestellt. Auf Wunsch



MONITORING-INFRASTRUKTUR AM BEISPIEL EINES SCHEMATISCHEN NIEDERSpannungsNETZES

Anwendungsbeispiel Monitoring-Infrastruktur anhand der Straßenbeleuchtung

Die vor Ort in der Seestadt installierte Straßenbeleuchtung wurde näher untersucht, um unterschiedliche Fragestellungen zu beantworten. Konkret waren die Gesellschafter interessiert an

- 01 den potenziellen Auswirkungen eines flächendeckenden Einsatzes moderner LED-Straßenbeleuchtung auf die Qualität des Verteilnetzes,
 - 02 der Analyse der realisierten bzw. möglichen Einsparungen durch unterschiedliche Betriebsweisen und
 - 03 der Zufriedenheit der Bevölkerung mit der Beleuchtungshelligkeit und -farbwahl sowie ihrem subjektiven Sicherheitsgefühl.
- Die Betrachtung begann mit einer Umfeldanalyse verschiedener Referenzprojekte, welche innerhalb Europas existieren. Die daraus erlangten Erkenntnisse dienten als Basis für die weiteren Forschungsaktivitäten. Als besonders innovativ kristallisierte sich die Stadt Salzburg heraus. Sie konnte mit den Projekten „Stadtlicht 2020“ und „Bewegungsgesteuertes Licht“ Lichtsmog massiv verringern sowie Energie einsparen.
 - Im Laufe des Jahres 2018 wurde der tatsächliche Energie- sowie Leistungsbedarf für die Beleuchtung in der Seestadt im Rahmen von Power-Quality-Messungen (unter Einsatz der zuvor beschriebenen Monitoring-Infrastruktur) erhoben. Basierend auf den Messungen, ließen sich die genauen Betriebsstunden erfassen sowie der Energiebedarf im Laufe eines Jahres eruieren. Da durch die LED-Straßenbeleuchtung die Intensität der Beleuchtung während der verkehrsarmen Nachtstunden von 22 bis 6 Uhr auf etwa die Hälfte (Halbbetrieb) abgesenkt werden kann, ergeben sich allein in der Seestadt jährliche Einsparungen von rund 22 Megawattstunden (MWh). Dies entspricht einer Bedarfssenkung von 26 %, wodurch Stromkosten von ungefähr 3.000 Euro vermieden werden. Würden sämtliche 244.000 Straßenlampen in Wien mit Leuchtdioden (LEDs) ausgestattet, beläufte sich die Energieersparnis auf 5.400 MWh bzw. 650.000 Euro pro Jahr.
 - Eine sozialwissenschaftliche Umfrage in der Seestadt ergab eindeutig, dass rund 60 % der Befragten die von der zuständigen Magistratsabteilung (MA 33) installierte Beleuchtung als gut bzw. angenehm empfinden.
 - Für zukünftige Entwicklungen könnte es wichtig sein, das Potenzial an bedarfsorientierter Beleuchtung (z. B. das Licht brennt in einer Straße nur dort, wo es benötigt wird) zu erheben. Die Messergebnisse zeigen jedoch, dass die dadurch mögliche weitere Einsparung lediglich etwa 10 % beträgt. Dies rechtfertigt den erhöhten Aufwand durch die dafür notwendige Sensorik (vergleichbar mit einem Bewegungsmelder im Wohnbereich) und deren Wartung beim aktuellen Stand der Technik (noch) nicht.

kann, ausgehend von kritischen Verletzungen von Grenzwerten, ein Übertrag der Lastsituation in ein Netzplanungstool erfolgen. In diesem kann der Netzplaner dann, basierend auf Realdaten, eine Lösung für das Problem, etwa eine Leistungsverstärkung oder auch den Einsatz von Automatisierungstechnik, ermitteln.

Schritt 2 lässt sich aber auch auf dezentral verteilte Systeme umlegen. Um die später in Schritt 3 notwendigen aktiven Netzeingriffe zu ermöglichen, können verschiedene unterstützende Funktionen vorgesehen werden. Diese dienen vor allem dazu, einen möglichst autonomen und robusten Betrieb zu gewährleisten. Die dazu notwendigen Lösungen (Switch State Detection, Grid State Forecasting, Adaptive Assignment Module sowie der Grid Watch Dog) können durch die ASCR bereitgestellt werden. Im Zuge des hier behandelten Forschungsprojekts zeigte sich, dass für eine praktikable Integration der nötigen Komponenten in die tägliche Betriebsführung der Verteilnetze unbedingt „Plug & Automate“-Funktionalitäten, vergleichbar mit der Selbstkonfiguration beim Anstecken eines USB-Sticks, erforderlich sind (siehe Kasten rechts).

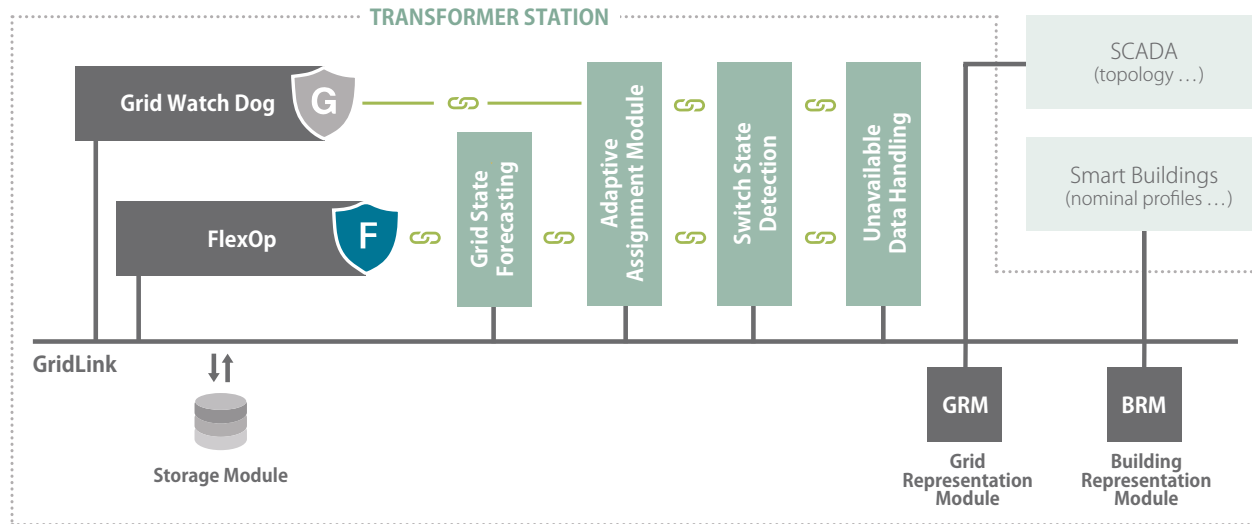
Schritt 3: Aktives Netzmanagement

Die umseitige Grafik fasst schließlich alle für Schritt 3 des Smart-Grid-Migrationspfades entwickelten und validierten Applikationen eines urbanen und aktiven Niederspannungs-Netzmanagementsystems zusammen. Als Basis dienen GridLink für den Datenaustausch, ein Storage Module für die dezentrale Datenhaltung, ein Grid Representation Module (GRM) sowie ein Building Representation Module (BRM). Das Softwaremodul Switch State Detection (SSD) gleicht die Netztopologie ab, wobei das Adaptive Assignment Module (AAM) einzelne Smart Buildings den Netzverknüpfungspunkten zuordnet. Die Grid State Forecasting (GSF) führt eine untertägige Prognose (Intraday-Prognose) der zu erwartenden Netzauslastung durch. Als Erweiterung des klassischen Netzschutzes übernimmt der Grid Watch Dog (GWD; siehe auch Beispiel) die Überwachung der zulässigen Grenzen im Netzbetrieb. All diese Applikationen stellen unterstützende Funktionen für einen möglichst weitgehenden

„Plug & Automate“ als Voraussetzung leistbarer Smart-Grid-Implementierungen

Wie ausgeführt, wird die „Plug & Automate“-Funktionalität wesentlich für die zukünftige Implementierung von Smart-Grid-Lösungen sein. Umgelegt auf eine Netzstation, hieße dies beispielsweise, dass eine intelligente Komponente in die Netzstation eingebaut und in das Kommunikationsnetz eingefügt wird. Die Komponente meldet sich automatisch beim überlagerten System an, sucht sich potenziell im Netz vorhandene Monitoring-Daten und beginnt selbstständig zu lernen, um eine geplante Aufgabe wie die Spannungsregelung lösen zu können. Im Prinzip meldet sich das System nur dann beim operativen Personal, wenn Basiskonfigurationen benötigt werden, es aus eigener Sicht bereit ist, die Aufgabe zu starten oder wenn Fehler bzw. Störungen auftreten. Im störungsfreien Routinebetrieb erfolgen dagegen keine Meldungen an die überlagerten Systeme. Dies hilft, den Personalaufwand möglichst gering zu halten und damit einhergehende Kosten zu senken.

Das beschriebene Szenario kann je nach Komponente bzw. System, das eingebunden werden soll, einfach (z. B. ein Temperatursensor in der Trafostation) oder auch sehr komplex (beispielsweise eine State-Estimation-basierte dezentrale Lastflussoptimierung) sein. Klar ist, dass je nach Szenario eine vollständige „Plug & Automate“-Funktion nur beschränkt umsetzbar sein wird. Ein wesentlicher Punkt dabei sind sogenannte „Low Engineering“-Ansätze. Dabei handelt es sich um klassische Ansätze, die dahingehend optimiert sind, dass möglichst viele Prozessschritte nicht manuell durchgeführt werden müssen, sondern nur noch zu begleiten und freizugeben sind.



ÜBERBLICK ZU DEN ENTWICKELTEN APPLIKATIONEN UND DEREN INTERAKTION FÜR AKTIVES NETZMANAGEMENT

„Plug & Automate“-Einsatz eines Flexibilitätsoperators (FlexOp) dar. Der FlexOp sichert die möglichst uneingeschränkte Interaktion von Netz, Gebäuden und Marktrepräsentanten durch gezielten Flexibilitäts-einsatz. Ergänzende ökonomische Analysen haben zudem gezeigt, dass eine synergetische Nutzung der für aktives Netzmanagement notwendigen Infrastruktur sehr wichtig ist. Erst eine Kombination der Erlösmöglichkeiten unterschiedlicher Anwendungen lässt einen wirtschaftlich sinnvollen Betrieb von Smart Grids zu.

Fazit und Ausblick

Die entwickelten Lösungen können weitgehend als technisch umsetzbar betrachtet werden, wobei vor allem zukünftige Anforderungen (z. B. Schnellladung) an die Netze den Einsatz eines aktiven Netzmanagements vorantreiben. Erst eine synergetische Nutzung der dazu notwendigen Infrastruktur durch unterschiedliche Anwendungen der Netzplanung und des Netzbetriebs lässt einen wirtschaftlich sinnvollen Einsatz von Smart-Grid-Komponenten realistisch erscheinen. Verbesserungspotenzial besteht im Zusammenhang mit den entwickelten Technologien vor allem im Bereich

- „Plug & Automate“-Funktionalität der eingesetzten Komponenten,
- des Aufbaus einer umfangreichen Datenbasis,
- der Anpassung von Betriebsprozessen zur Einbindung der Flexibilitäten.

Anwendungsbeispiel für den Flexibilitätsoperator

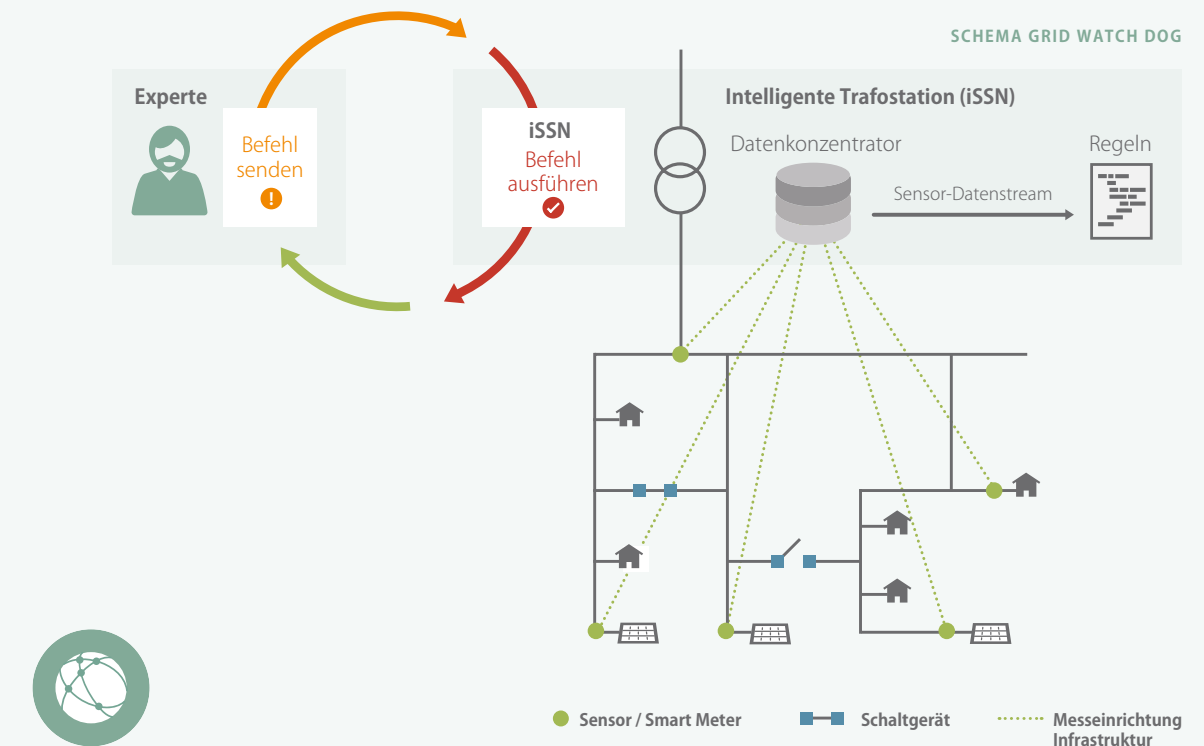
Im Zuge der ASCR wurde die Kommunikation zwischen intelligenten Gebäuden mit aktivem BEMS und der „verantwortlichen“, dezentralen Intelligenz in der Netzstation (iSSN) getestet. Ein sich netzfreundlich verhaltender „Prosumer“ an einem Netzanschlusspunkt (wichtig für die Bewertung des Lastflusses) kann dabei mit geringem Engineering-Aufwand in das Netzmanagement eingebunden werden. Mithilfe eines Ampelsystems wird der Netzbetrieb optimiert. Die aktuelle Ampelfarbe ergibt sich aus dem prognostizierten (über GSF) bzw. aktuellen Zustand des Netzes (über GWD), welcher auch von überregionalen Faktoren abhängig ist:

- GRÜN** Das Gebäude nutzt Energie, um seinen wirtschaftlicher Erlös zu optimieren.
- GELB** Mithilfe von Vorhersagen (GSF) werden zukünftige Netzprobleme schon im Vorfeld erkannt. In der Folge wird versucht, diese unter Einsatz vorhandener Gebäudeflexibilität zu entschärfen.
- ROT** Vom Gebäude wird eine Leistungsreduktion oder eine Erhöhung der Leistung eingefordert.

Applikationsbeispiel – Grid Watch Dog

Die Überwachung und Steuerung von elektrischen Netzen stellt einen zentralen Aspekt eines Smart Grid dar, da sie eine proaktive Betriebsführung ermöglichen. In der Mittel- und Hochspannung erfolgt die Überwachung und Steuerung der Netze durch den Einsatz von SCADA-Systemen (SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition). In der Niederspannung werden SCADA-Systeme allerdings nicht weitläufig eingesetzt. Dies hat mehrere Gründe: Ein Netzbetreiber hat eine Vielzahl von Niederspannungsnetzen in seinem Netzbereich. Die Integration von allen diesen Netzen in ein konventionelles SCADA-System würde daher für einen Netzbetreiber signifikante Investitionskosten darstellen. Außerdem sind Niederspannungsnetze im Normalfall nicht mit der IKT-Infrastruktur ausge-

stattet, die ein SCADA-System benötigt. Um dem Netzbetreiber SCADA-ähnliche Funktionalität in der Niederspannung bereitzustellen, wurde die sogenannte „Grid Watch Dog“-Applikation für die intelligenten Transformator- oder Ortsnetzstationen (intelligent Secondary Substation Node, iSSN) entwickelt. Vereinfacht gesagt, sind die iSSNs jene Knotenpunkte im Stromnetz, über die dieses künftig gesteuert wird. Mit den iSSNs werden die Netze kontinuierlich automatisch überwacht und gegebenenfalls Überlastungen verhindert. Ziel der Applikation ist es, NetztechnikerInnen die Möglichkeit zu geben, einfache Überwachungs- und Steuerungsregeln dezentralisiert in einem Niederspannungsnetz umzusetzen, ohne eine ständige zentrale Überwachung über ein SCADA-System zu etablieren.



5

Erkenntnisse aus der Integration der Gebäude und des Smart Grid

Im ASCR-F&E-Programm wurde in den Use Cases 1 bis 9 untersucht, welche Vorteile aus der Interaktion von smarten Gebäuden mit dem Verteilnetz für den Wandel hin zu einem nachhaltigen Energiesystem generiert werden können. Das Gebäudeenergiemanagementsystem (BEMS) optimiert den Einsatz der flexiblen Lasten und Speicher (z. B. die Verschiebung der Wärmeerzeugung durch Wärmepumpen in Zeiten von Stromerzeugungsmaxima lokal installierter Photovoltaikanlagen). Dieses ist einerseits durch entsprechende Schnittstellen über ein virtuelles Kraftwerk (Virtual Power Plant – VPP) mit Energiemärkten und andererseits über ein dezentrales Netzmanagementsystem mit dem Verteilnetz verbunden. Durch Netzmonitoring bei gleichzeitiger Interaktion mit dem Smart Building kann das Verteilnetz somit effizienter betrieben und geplant sowie auch eine Teilnahme des VPP an den Energiemärkten realisiert werden.

Motivation und Ziele

Wie in den Storylines 2, 3, 4 und 6 ausgeführt, ist die Ausstattung zukünftiger Gebäude mit erneuerbaren Erzeugern, Strom- und Wärmespeichern sowie flexiblen Lasten samt Sensorik und Reglern als Grundvoraussetzung für die Nutzbarmachung vorhandener Flexibilität anzusehen. Sind überdies die Verteilnetze zu Smart Grids umgestaltet, kann der Netzbetreiber mit den Marktpartnern, also nicht zuletzt den StromkundInnen, interagieren und die Netzressourcen, darunter die Elektrogeräte (z. B. Wärmepumpen) der KundInnen, aktiv managen. Das erlaubt, die Infrastruktur optimal auszulasten.

In dieser Hinsicht besteht durch das ASCR-F&E-Programm die einzigartige Möglichkeit, das zukünftige Zusammenspiel der smarten Energieinfrastruktur auf der Ebene des Verbrauchers (Gebäude), des Niederspannungsnetzes sowie der User auf Basis von Messdaten zu erforschen. Die dazu neu errichteten Erzeugungsanlagen, Verbraucherkomponenten, Komponenten der Netzinfrastruktur sowie die übergeordnete Mess- und Steuerungstechnik in den Gebäuden und Netzen können Storyline 2 und 4 entnommen werden.

Daraus resultiert das Ziel, im F&E-Programm umfassende Betriebserfahrungen aus der Integration der Gebäude und des intelligenten Stromnetzes zu sammeln und diese für die zukünftige Anwendbarkeit in den Verteilnetzen der Wiener Netze bzw. in weiteren Entwicklungsgebieten der Stadt Wien interpretieren zu können.

Ergebnisse Gebäudebetrieb

Gebäudelastverhalten

Neue Gebäude nutzen in zunehmendem Maß Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) sowie elektrische Stromspeichersysteme und bauen vermehrt auf eine dezentrale Wärmeversorgung, die unter Einsatz elektrischer Energie realisiert wird (z. B. Wärmepumpen). Dadurch wird der Stromverbrauch (Lastverlauf) stärker von Wetter und Temperatur abhängig. Die nebenstehende Abbildung zeigt

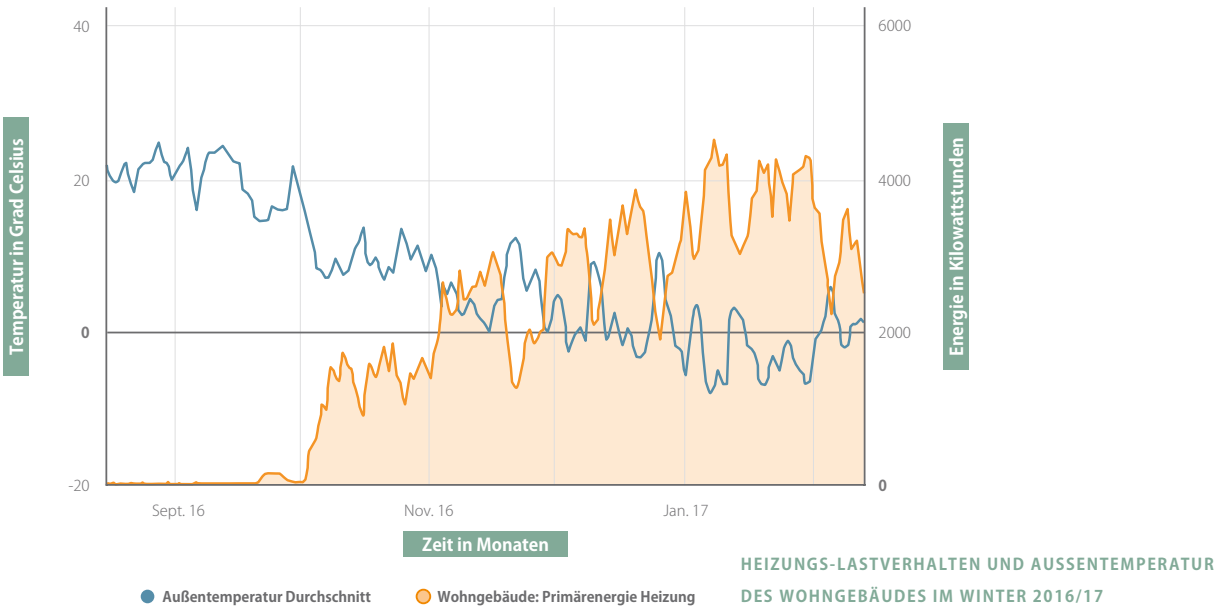
dazu beispielhaft den Heizwärmebedarf (Heizungs-Lastverhalten) des Wohngebäudes auf D12 im Winter 2016/17 im Vergleich zur Außentemperatur. Weiters beeinflussen die Betriebs- bzw. Belegungsweisen der Gebäude stark das spezifische Lastverhalten. So werden z. B. im Bildungscampus an den Wochenenden Lüftung und Heizung signifikant zurückgeschaltet. Kommen solche Bedarfsänderungen (Lastgänge) voll zum Tragen, verursachen diese völlig neue Anforderungen an Betrieb und Planung der Verteilnetze. Inwieweit diese Anforderungen durch Gebäudeoptimierungsmaßnahmen sowie durch Einsatzstrategien von Gebäuden an den Energiemärkten beeinflusst werden können, zeigen die folgenden Abschnitte.¹

Gebäudeenergiemanagementsystem – BEMS

Um die im Gebäude vorhandenen Komponenten zu steuern bzw. zu regeln, wird ein umfangreiches Gebäudeautomationssystem (Building Automation System – BAS) verwendet. Während auf der Feld- und Automationsebene bereits etablierte Systeme zum Einsatz kommen, um einen Normalbetrieb und Sicherheitsfunktionen zu gewährleisten, wurde, darauf basierend, ein Building Energy Management System (BEMS) entwickelt. Dieses nutzt im Gebäude vorhandene Flexibilität wie z. B. elektrische und thermische Speichersysteme sowie Komponenten zur Energieumwandlung (Wärmepumpe, Elektroheizstäbe etc.), um den Gebäudebetrieb anhand verschiedener Zielgrößen zu optimieren. Dabei werden folgende Anwendungsfälle unterschieden:

- 1. Minimale Betriebskosten: Das Gebäude optimiert seinen Strombezug sowie die Einspeisung ins Netz, basierend auf Preisprognosen für die nächsten 24 Stunden (diese Strategie wird ausführlicher in Storyline 2 behandelt).

¹ An dieser Stelle sei erwähnt, dass auf die Chancen, welche durch die Gebäudeoptimierungssysteme entstehen können (z. B. Optimierung des Eigenverbrauchs selbsterzeugter Energie, die Teilnahme an Regelenergiemärkten oder der Einsatz von Stromspeichern), ausführlich in den Storylines 2, 3 und 6 eingegangen wird.



- 2. Optimaler Energieeinkauf: Die Preisprognosen für den nächsten Tag zeigen, wann der Strom voraussichtlich besonders günstig und wann er besonders teuer ist. Ausgehend davon, wird geplant, wann im Tagesverlauf wie viel Strom verbraucht werden sollte. Dementsprechend erfolgt die Strombeschaffung auf dem sogenannten „Day-ahead-Markt“, auf dem Strom für den jeweiligen Folgetag gehandelt wird.
- 3. Flexibilität anbieten und bereitstellen: Das Gebäude plant seinen Energieverbrauch so, dass Flexibilität extern vermarktet werden kann, z. B. am Regelenergiemarkt. Dazu werden neben den Energiebezugskosten auch Preisprognosen für positive und negative Flexibilitätsabrufe berücksichtigt (dies wird näher in Storyline 3 erörtert).

Um all diese Anwendungsfälle abdecken zu können, wurde für das BEMS eine vierstufige Kontrollarchitektur gewählt. Zur näheren Beschreibung der Architektur wird an dieser Stelle auf Storyline 2 verwiesen.

Gebäudeschnittstellen

Das intelligente Gebäude als aktiver Teilnehmer in einem zukünftigen Energiesystem agiert mit

unterschiedlichen externen Entitäten (darunter andere Gebäude, das Stromnetz und der Strommarkt), wie folgende Abbildung zeigt. Obwohl es bereits einige Ansätze der Standardisierung für die Datenübermittlung gibt, existiert noch kein breit akzeptierter und umfassender Standard. Aus diesem Grund wurden die entsprechenden Protokolle und Datenmodelle in Anlehnung an diese Standardisierungsaktivitäten umgesetzt.

Um eine Verbindung zum Energiemarkt (via VPP, vgl. Storyline 3) bzw. zur intelligenten Transformatorstation herzustellen, wird auf XMPP (Extensible Messaging and Presence Protocol) als Übertragungsprotokoll und jeweils proprietäre Datenmodelle gesetzt, wobei Letztere in Falle einer Einigung in den Standardisierungsgremien einfach ersetzt werden können. XMPP wird einerseits für die Übermittlung von Lastprognosen und Energietarifen verwendet, andererseits wird der Handel mit Flexibilität zwischen Gebäude und dem Energiemarkt bzw. dem Verteilnetz über dieses Protokoll abgewickelt. Überdies wird XMPP dazu verwendet, Notsignale aus dem Verteilnetz zu übermitteln, um unmittelbare Änderungen der Last auszulösen (siehe auch Abschnitt „Ergebnisse Netzbetrieb“).

Ergebnisbeispiele

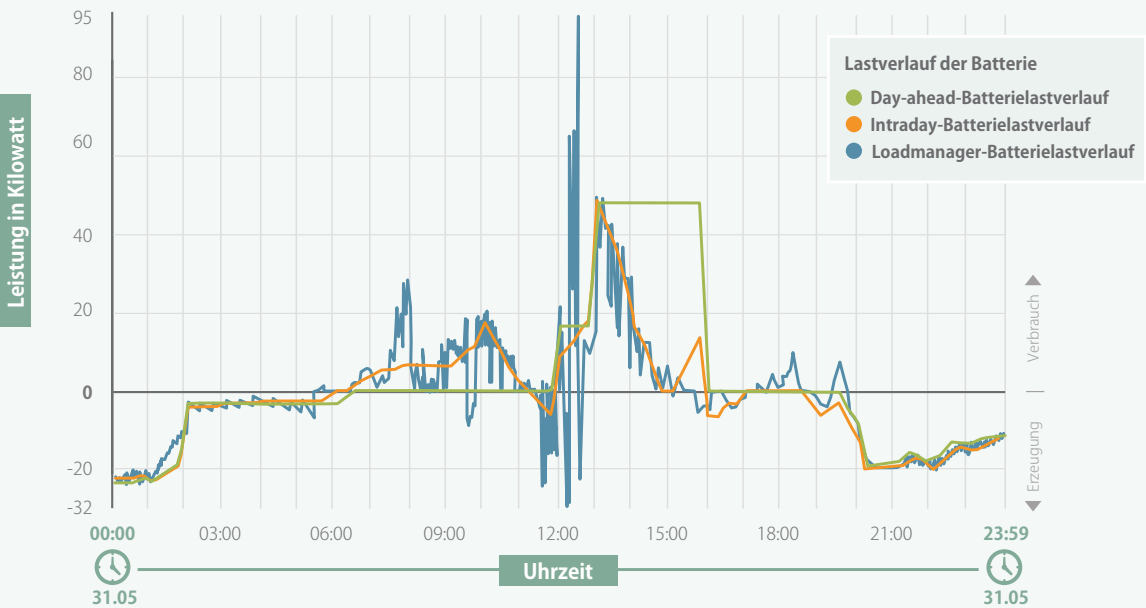
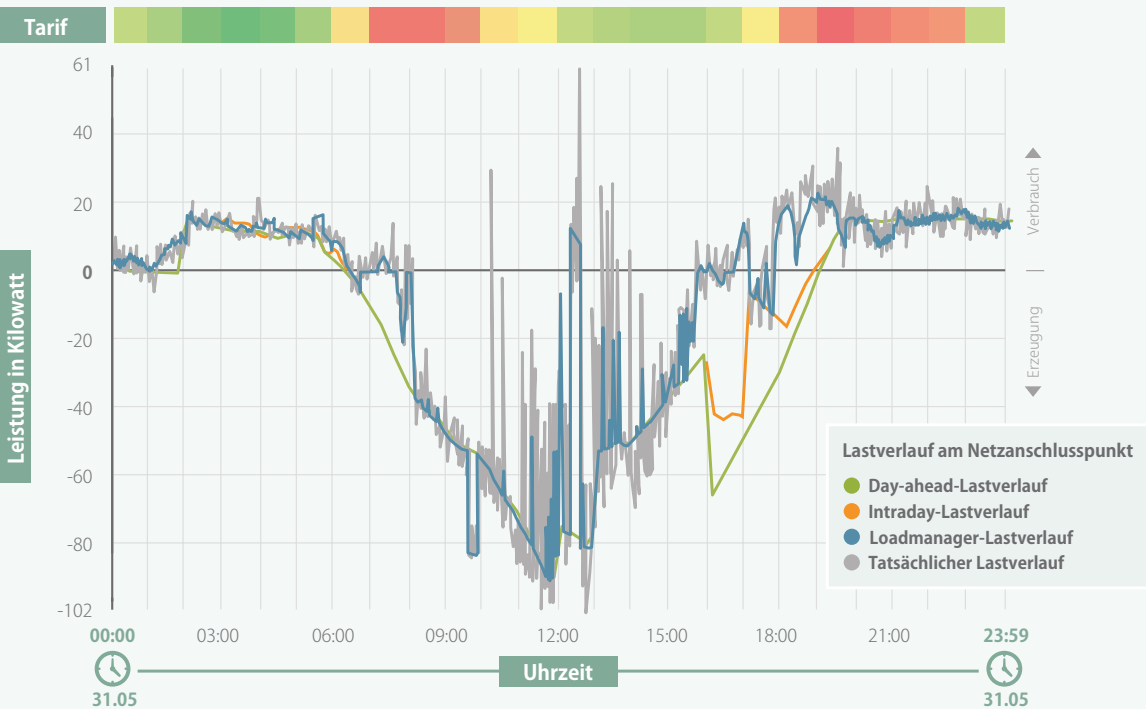
Die Abbildungen zeigen Ergebnisse für den vollständig automatisierten Betrieb des Studierendenheims durch das BEMS (jeweils als Leistung in Watt über den Verlauf eines Tages), wobei die zugrundeliegenden Energietarife farblich hinterlegt sind (rot = hoch, grün = niedrig). Es wird dabei der Anwendungsfall 2 mit dynamischen Preisen betrachtet. Der Tarif richtet sich nach den sich stündlich ändernden Preisen der Strombörse. Auf diese Weise ergibt sich ein kostenoptimales Lastprofil am Netzanschlusspunkt für den nächsten Tag (Day-ahead-Lastverlauf in der Abbildung oben).

Während des Betriebs muss in diesem Anwendungsfall das BEMS trotz fehlerhafter Prognosen, Störungen und Modellungenauigkeiten das tags zuvor vorhergesagte Profil am Netzanschlusspunkt soweit wie möglich einhalten. Um den zu erwartenden Abweichungen Rechnung zu tragen, wird stündlich durch den sogenannten Intraday Replanner „nachoptimiert“. Durch den nachgelagerten Load Manager werden in einem Intervall von einer Minute kurzfristige Abweichungen ausgeglichen.

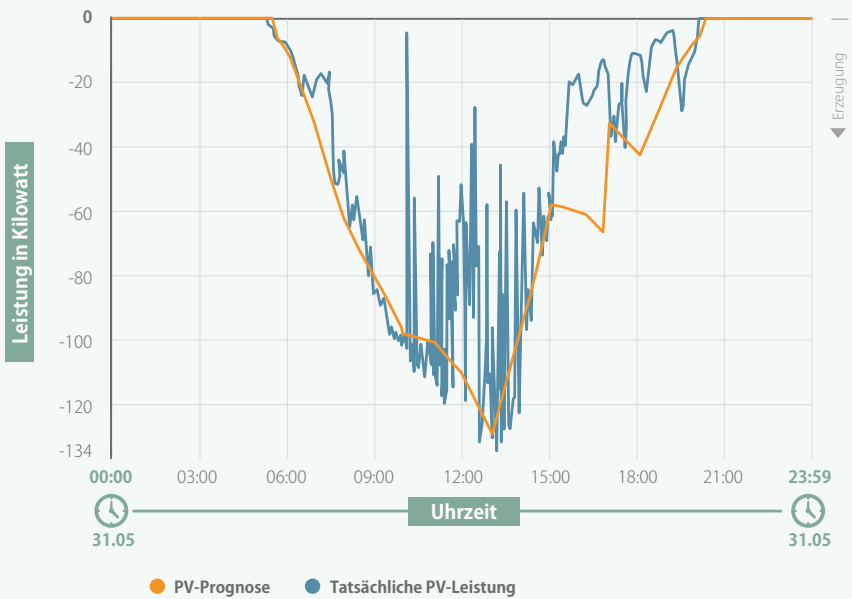
In der Abbildung links kompensiert der entsprechend angepasste Lastverlauf am Netzanschlusspunkt (Intraday-Lastverlauf) im Wesentlichen eine zu optimistische Prognose der Erzeugung durch die PV-Anlagen. Auch der Betrieb des Stromspeichers wird entsprechend angepasst (Day-ahead- vs. Intraday-Speicherlastverlauf). Es zeigt sich, dass die Messwerte sowohl am Netzanschlusspunkt (tatsächlicher Lastverlauf) als auch in Bezug

auf den Ladezustand der Batterie (tatsächlicher Speicherlastverlauf) mit jenen, die vom Intraday Replanner innerhalb der zyklischen Nachplanung berechnet wurden, weitestgehend übereinstimmen.

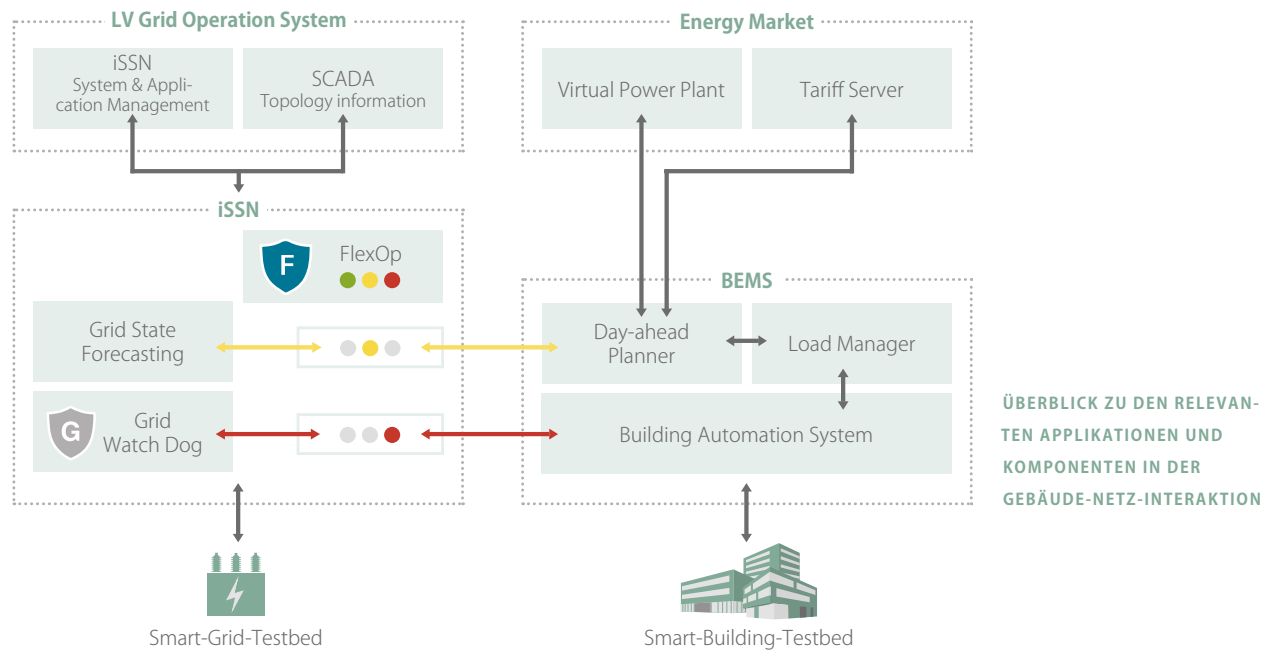
In jenen Bereichen, wo es zu Unterschieden zwischen den einzelnen Profilen kam, traten signifikante Abweichungen der tatsächlichen von der prognostizierten PV-Anlagenleistung auf (siehe folgende Abbildung). Diese Abweichungen wurden aufgrund des niedrigen Strompreises durch einen vom Day-ahead Planning nicht geplanten Strombezug über das öffentliche Netz kompensiert. Überdies ist in der Abbildung unten der Abruf von Flexibilitäten ersichtlich, wie in Anwendungsfall 3 erläutert. Hier wird zuerst positive Regelleistung für einen Zeitraum von 15 Minuten abgerufen und im weiteren Verlauf des Tages negative Regelleistung (weitere Details siehe Storyline 3).



LASTVERLAUF AM NETZANSCHLUSSPUNKT (OBEN) UND VERLAUF DES STROMSPEICHERS (UNTEN) FÜR EINEN REPRÄSENTATIVEN TAG



PV-ANLAGEN-LEISTUNGSPROGNOSE VS. TATSÄCHLICH ERZEUGTE LEISTUNG



Die Kommunikationsabläufe sind so gestaltet, dass der Handel von Flexibilitäten zwischen den beteiligten Entitäten (Gebäude, Netz, Markt) angepasst an die jeweiligen Handlungsstrategien ermöglicht wird. Dabei werden auch die technischen und regulatorischen Rahmenbedingungen berücksichtigt. Der hier verwendete Ansatz wurde bereits in der Vergangenheit in entsprechenden Standardisierungsgremien diskutiert (z. B. IEC TC57 WG21).

Für eine vorausschauende Optimierung ist das BEMS auf Wetterprognosen angewiesen. Diese sind vorwiegend notwendig, um die volatile Erzeugung von Energie durch PV-Anlagen vorherzusagen. Außerdem kann insbesondere durch die Verwendung von Temperaturprognosen auch der Energieverbrauch in den Gebäuden exakter vorhergesagt werden. Für diese Art von Daten gibt es keine standardisierten Schnittstellen. Abhängig vom jeweiligen Anbieter, wird zumeist ein REST API (REpresentational State Transfer for Application Programming Interface) zur Verfügung gestellt.

Für einen optimalen Gebäudebetrieb ist in jedem Fall eine Schnittstelle erforderlich, um Informationen über dynamische zeitvariable Energietarife abzurufen. Diese Schnittstelle kann entweder eigenständig ausgeführt oder in die Schnittstelle zum Virtuellen Kraftwerk integriert sein. Als eigenständige Schnittstelle ausgeführt, ist diese vom Energielieferanten abhängig. Dieser stellt meist ein REST API zur Verfügung, mit dessen Hilfe tagesaktuelle Tarife abgefragt werden können.

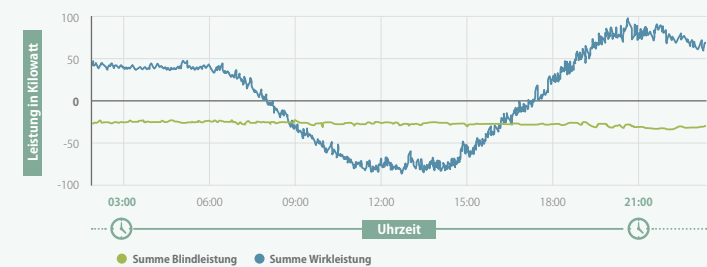
Ergebnisse Netzbetrieb

Netzmonitoring durch Daten aus dem Verteilnetz

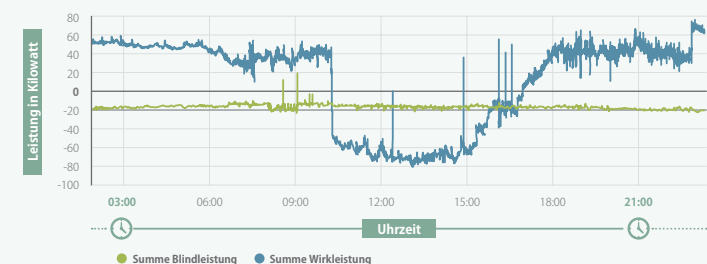
Wie in den vorigen Abschnitten beschrieben, können Smart Buildings über ein intelligentes BEMS mit einem VPP interagieren und mit weiteren möglichen Flexibilitätsanbietern gebündelt werden, um an existierenden, aber auch möglichen zukünftigen Märkten teilzunehmen. Beispiele für bereits existierende Märkte sind Spotmärkte und Regelenergiemärkte. Als Beispiel für mögliche zukünftige Märkte wäre der Blindleistungsmarkt² zu nennen. Allerdings aggregieren die derzeitigen VPPs die vorhandene Flexibilität unabhängig von der umgebenden Verteilnetzinfrastruktur. Wie erste Messwerte aus Sicht des Netzbetriebs beweisen, kommt es durch ein Smart Building zu deutlichen Änderungen der Verbrauchsmuster.

² Die notwendige Beschaffung von Blindleistung durch die Netzbetreiber ist derzeit wenig transparent. Diese wird zumeist vertraglich mit Erzeugungsanlagen oder bilateral zwischen Netzbetreibern (z. B. zwischen Verteil- und Übertragungsnetzbetreibern) geregelt. Dezentrale Anlagen, aber auch Netzersatzanlagen und Eigenerzeugungsanlagen könnten zukünftig in den unteren Netzebenen einen Beitrag leisten und dadurch ggfs. die Übertragungsnetze bzw. übergeordnete Netzebenen entlasten. Ein dahingehender Markt existiert derzeit jedoch noch nicht.

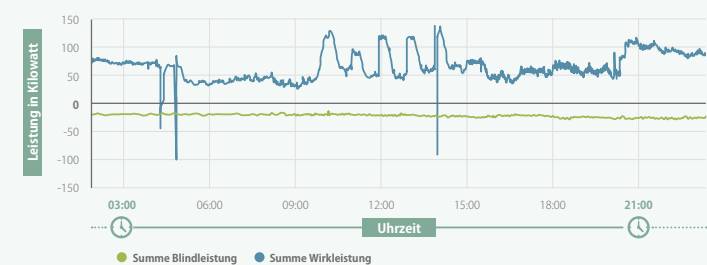
Beispiele von beobachteten Verbrauchsmustern



WIRKLEISTUNGSVERLAUF MIT DEUTLICHER, DURCH PV-ANLAGE VERURSACHTER RÜCKSPEISUNG BEI DEAKTIVIERTEM BEMS



WIRKLEISTUNGSVERLAUF MIT STANDARD-BATTERIE-REGELUNG ZUR EIGENVERBRAUCHSOPTIMIERUNG



WIRKLEISTUNGSVERLAUF MIT AKTIVEM BEMS MIT GEREGLTEM BATTERIESPEICHERSYSTEM UND ÖKONOMISCHER OPTIMIERUNG ENTSPRECHEND DER FLEXIBLEN ENERGIETARIFE

Die einzelnen Wirkleistungsverläufe verdeutlichen, dass eine Teilnahme von Smart Buildings an diversen Energiemärkten die bisherigen Annahmen über die Gleichzeitigkeit der Lasten verändert. Das bedeutet: Wie bereits erwähnt, könnten Smart Buildings bzw. elektrische Geräte in Smart Buildings künftig in Virtuellen Kraftwerken zusammengefasst werden. Die kombinierte elektrische Leistung der Gebäude bzw. Geräte könnte jedoch so hoch sein, dass das Nieder- oder gar das Mittelspannungsnetz überlastet wird. Mögliche Netzüberlastungen müssen deshalb vorhergesagt und die Informationen an intelligente Systeme (direkt oder über ein VPP) innerhalb des Verteilnetzes weitergegeben werden. Das kann, wie in dieser Anwendung, durch eine kommunikationstechnische Gebäudeoptimierung erfolgen, welche Informationen austauscht und auch in weiterer Folge auf mögliche Netzprobleme lösungsorientiert reagiert.

Netzbetrieb bei höheren Auslastungen – Einsatz eines Flexibilitätsoperators

Das Monitoring im Netz sowie die Interaktion mit den Gebäuden erlauben die Nutzung der Infrastruktur näher an den physikalischen Grenzen, wodurch eine bessere Auslastung der verbauten Komponenten ermöglicht wird. Dennoch stellt es in Zukunft eine große Herausforderung dar, einen weitgehend uneingeschränkten Zugang von Smart Buildings zu diversen Märkten zu ermöglichen, ohne die Netze signifikant verstärken zu müssen. Dazu muss mit den vielen externen Akteuren im Verteilnetz in einer einfachen und sicheren Art interagiert werden. Bei der Umsetzung dürfen jedoch keine großen Personalaufwände für Inbetriebnahme und den laufenden Betrieb entstehen. Andernfalls entstünden hohe Kosten. Würden diese den Smart Buildings zugeschrieben, so wäre die Wirtschaftlichkeit der freien Teilnahme am Energiemarkt kaum realisierbar. Andererseits ist es auch nicht legitim, die von einzelnen Smart Buildings verursachten Kosten über den Netztarif zu sozialisieren. Um zukünftig den maximalen Effizienzgewinn durch einen Einsatz optimierter Sekundärtechnik zu erreichen, erscheinen aus heutiger Sicht selbstkonfigurierende Systeme als unbedingt notwendig (vgl. dazu auch Abbildung unten).

In Anlehnung an Ampelmodelle (z. B. jenes der Technologieplattform Smart Grid Austria) wurde daher auch innerhalb der ASCR-Forschungsaktivitäten ein mehrstufiges System (Flexibilitätsoperator – kurz FlexOp) für den vorgelagerten Schutz gegen Netzüberlastungen definiert. Dieses System gliedert sich in folgende Bereiche:

- Roter Bereich – „MUSS“: Über eine entsprechende verbindliche Nachricht kann der Netzbetreiber direkt dem BEMS eine Lastprofiländerung vorgeben. Diese Änderung wird so schnell wie möglich vom BEMS durchgeführt. Die Entscheidung, welche Flexibilität im Gebäude verwendet wird, bleibt beim BEMS. Damit ist einerseits der sichere Betrieb des Netzes gewährleistet, weil auf wichtige Anlagenparameter Rücksicht genommen wird. Andererseits können die grundlegendsten Kundenbedürfnisse auch in kritischen Situationen so weit wie möglich gedeckt werden, etwa das Bedürfnis nach ausreichender Wärmeversorgung in der kalten Jahreszeit. Als Erweiterung des klassischen Netzschutzes übernimmt der Grid Watch Dog (vgl. auch Storyline 4) die Überwachung der zulässigen Grenzen und generiert Benachrichtigungen bzw. Meldungen („Events“) im Falle von Überschreitungen. Das Submodul „ROT“ des FlexOp kann bei einer

- Grenzüberschreitung gezielte Änderungsvorgaben an das BEMS der unterstützenden Smart Buildings senden.
- Gelber Bereich – „KANN“: Entsprechende Prognosen erlauben den beteiligten Akteuren, einerseits auf drohende Überlastungen hinzuweisen und andererseits entsprechende Flexibilitätsreserven anzubieten. Eine marktbasierte Lösung des Problems wird angestrebt. Konkret führt das Modul Grid State Forecasting (GSF; vgl. Storyline 4) eine untertägige Prognose (Intraday-Prognose) der zu erwartenden Netzauslastung durch. Der FlexOp ermöglicht auf Basis der Prognose der GSF die möglichst uneingeschränkte Interaktion von Netz, Gebäuden und Marktrepräsentanten durch gezielten Flexibilitätsinsatz. So lassen sich Einschränkungen bei der Nutzung des Netzes weitestgehend vermeiden.
 - Grüner Bereich – keine Einschränkung bei der Teilnahme an Märkten. Das Gebäudeenergiemanagementsystem nutzt im Gebäude vorhandene Speicherkapazitäten, um ein optimales Lastprofil für das Gebäude zu erreichen.

Sie sollen für eine weitestgehend automatisierte Betriebsweise im Sinne von „Plug & Automate“ sorgen (für nähere Informationen vgl. Storyline 4). Angenommen wird, dass die iSSN (intelligent Secondary Substation Node) als Basis für das aktive Netzmanagement und alle BEMS in einem bestimmten Gebiet über einen gemeinsamen XMPP-Server miteinander kommunizieren können. Dem Ampelmodell folgend, wurden dazu Grundfunktionalitäten für aktives Netzmanagement entwickelt:

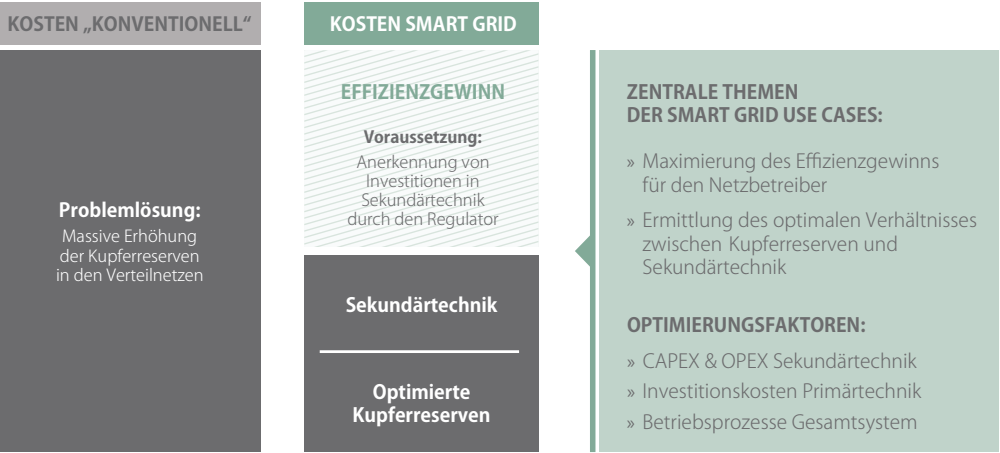
Grundfunktionalität „ROT“

Als Erweiterung des klassischen Netzschutzes übernimmt der Grid Watch Dog die Überwachung der zulässigen Spannungs- und Leistungsgrenzen im zugehörigen Netzgebiet. Er nutzt dabei die Messwerte der im Testbed verbauten Sensoren, der sogenannten GMD, und generiert „Events“ im Falle von Grenzwertverletzungen. Das Submodul „ROT“ des FlexOp hat nun folgende Aufgabe: Es übermittelt dem BEMS der unterstützenden Smart Buildings gezielte Änderungsvorgaben. Dabei stützt es sich auf die „Events“ sowie andere externe Informationen, etwa über die Struktur des Netzes (statische Netzwerktopologie) aus dem übergeordneten Low Voltage Grid Operating System (LVGOS). Das LVGOS ist als Betriebssystem für das Niederspannungsnetz zu verstehen, an das die Smart Buildings angeschlossen sind. Die gesamte Überwachungsfunktionalität kann also in drei Ausbaustufen unterteilt werden (siehe Abbildung unten).

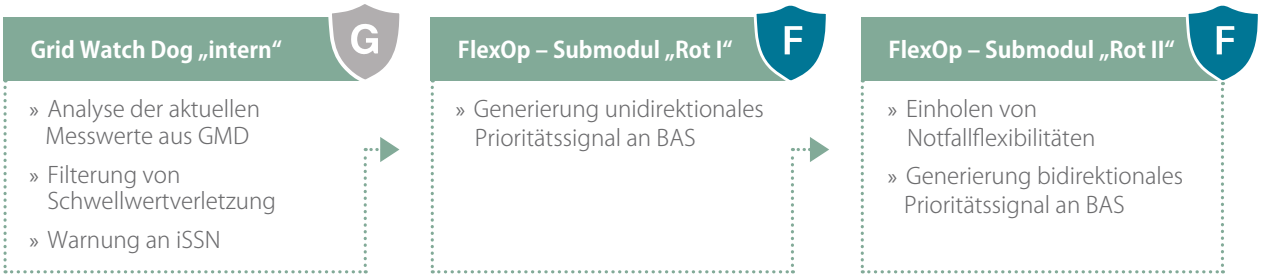
Stufe 1 ist der Grid Watch Dog selbst. Dieses Programm befasst sich mit der Analyse der dezentral

Aktives Netzmanagement durch Gebäudeflexibilität

Aufseiten des Netzbetriebes ist eine Reihe von Applikationen notwendig, um die Interaktion mit den Gebäuden zu ermöglichen. Neben den zuvor erwähnten Softwareprogrammen bzw. Applikationen wie dem Grid Watch Dog wurde im Rahmen der ASCR noch eine Reihe von weiteren, unterlagerten Funktionen entwickelt, die im Hintergrund laufen.



ZUSAMMENFASSUNG DES EFFIZIENZGEWINNS DURCH SMARTEN NETZBETRIEB UND -PLANUNG



AUSBAUSTUFEN DER PHASE „ROT“

vorhandenen Messwerte und der Überwachung auf kritische Überschreitungen von Grenzwerten, wobei nicht jede kurzzeitige Schwellwertverletzung eine Warnung zur Folge haben soll/muss. Die generierten „Events“ dienen als Information und können z. B. als Warnungen über ein Dashboard ausgegeben werden. Denkbar wäre auch, einem/einer betriebsverantwortlichen TechnikerIn eine automatisch generierte Nachricht zukommen zu lassen, woraufhin diese/r die entsprechenden Schritte (z. B. Umschaltungen im Netz) veranlassen kann.

Bei der Variante „Rot I“ sind die unidirektionalen Informationen eine zwingende Aufforderung zur Lastanpassung über das BEMS in Echtzeit. Es sind dabei verschiedene Ausführungsvarianten denkbar (Sollwertvorgaben, Grenzen, Änderung von P/Q etc.). Dabei ist das Prioritätssignal unidirektional. Es zeigt an, dass entsprechende Vorkehrungen zu treffen sind, damit es zu keinen Schwingungen im System kommt.

Bei der Variante „Rot II“ findet ein bidirektionaler Informationsaustausch zwischen BEMS und iSSN statt. Der Abgleich verfügbarer Potenziale für Lastabwurf/-erhöhung geschieht in Echtzeit (Größenordnung eine Minute). Zur Lösung eines Problems werden gezielte und selektive Abfragen von Lastabwurf/-erhöhung durchgeführt. Auch hier sind verschiedene Ausführungsvarianten denkbar (Sollwertvorgaben, Grenzen, Änderung von P/Q etc.).

Grundfunktionalität „GELB“

Der FlexOp nutzt die zuvor erwähnten „Plug & Automate“-Funktionalitäten, um entsprechend dem eingeführten Ampelmodell eine Lösung für das jeweilige Problem anzubieten. Das Modul Grid State Forecasting erstellt entsprechende Prognosen der Netzauslastung. Es nutzt dabei die von den Smart Buildings übermittelten Verbrauchsprognosen (Day-ahead-Profile). Diese Prognosen erlauben den beteiligten Akteuren, einerseits auf drohende Überlastung hinzuweisen und andererseits entsprechende Flexibilitätsreserven, wie im Abschnitt „Ergebnisse Gebäudebetrieb“ beschrieben, anzubieten. Das bedeutet: Das Gebäude, das ein drohendes Problem in der Zukunft mit den ökonomisch/technisch effektivsten Mitteln lösen kann, wird dafür belohnt, dass es einen Beitrag zur Netzoptimierung

erbringt. Ob die angefragte und reservierte Flexibilität auch benötigt wird, hängt von der Eintrittswahrscheinlichkeit der prognostizierten Überlastung ab. Ähnlich wie beim roten Bereich wurden auch für den gelben Bereich zwei Szenarien definiert.

In der Variante „Gelb I“ werden zunächst Informationen über geplante Fahrpläne von den BEMS eingeholt. Mithilfe des Moduls Grid State Forecasting werden drohende Überlastungen in der Zukunft (+6 h) erkannt. In der Folge wird eine unidirektionale Meldung an iSSN (Archiv) bzw. auch an die BEMS über drohende Grenzwertverletzungen in der Zukunft ausgesendet. Man könnte diese Variante auch als Open-Loop-Anwendung des FlexOp sehen. Mit ihrer Hilfe lässt sich herausfinden, wie oft eine Grenzwertverletzung tatsächlich prognostiziert werden kann und wie oft diese dann auch eintritt. Diese Variante liefert eine Basis für die durchgeführten ökonomischen Analysen. Demnach lagen die möglichen Implementierungskosten eines FlexOp im Testbed (je nach erreichter Netzentlastung) zwischen 50.000 und 150.000 Euro (Barwerte).

Die für die Beschreibungen im Abschnitt „Ergebnisse Gebäudebetrieb“ zugrundeliegende Variante „Gelb II“ stellt nun die Erweiterung für die tatsächliche Interaktion Netz-Gebäude dar. Wie auch zuvor erkennt der FlexOp drohende Überlastungen in der Zukunft. Entsprechend einer Flex-Fahrplaninformation von im Netz aktiven BEMS, „kauft“ der FlexOp noch freie Flexibilitäten. Zuerst werden die im Gebäude noch frei verfügbaren Flexibilitäten genutzt. Reichen diese nicht aus, werden auch die bereits von anderen Akteuren (z. B. virtuellen Kraftwerken) reservierten Flexibilitäten mit einbezogen, um das drohende Problem im Netz zu lösen. Nach derzeitigen Erfahrungen ist die Wahrscheinlichkeit, dass es wirklich zu einer Überschneidung der Abrufe kommt, gering.

Fazit und Ausblick

Die Forschungsaktivitäten der ASCR zeigen einen real durchgeführten Aufbau eines Gebäudeoptimierungssystems. Dieses System steuert die Kompo-

nenten des „Prosumers“ aktiv mittels Forecast-Methoden durch unterschiedlich einstellbare Betriebsmodi. Durch den kaskadierten Aufbau (Day-ahead Planning, Intraday Replanning, Load Management und Base Controller) kann auch bei Prognosefehlern oder kurzfristigen Ereignissen die zuverlässige Betriebsweise gewährleistet werden. Ferner ist es möglich, unterschiedliche Betriebs- bzw. Anwendungsfälle zu realisieren. Zudem baut das Optimierungssystem auf bestehender Gebäudeleittechnik auf. Im Zuge der Forschungsarbeiten wurde bereits eine reale Umsetzung inklusive Flexibilitätsabruf erfolgreich demonstriert. Über die in den Standardisierungsgremien diskutierten Schnittstellen ist das Smart Building mit allen relevanten externen Stakeholdern (Netz, Markt, Daten) verbunden.



Der Netzbetrieb mit selbstoptimierten „Prosumern“ (Smart Buildings) benötigt einen Flexibilitätsoperator, welcher folgende zwei Aufgaben erfüllt. Bei einer akuten Grenzwertüberschreitung, welche in Form von „Events“ vom Modul Grid Watch Dog gemeldet wird, werden Änderungsvorgaben an die netzstützenden Smart Buildings gesendet, die diese Vorgaben unmittelbar umsetzen (Lösung des Problems im roten Bereich des Netzes). Weiters gibt das Modul Grid State Forecasting Informationen über den zeitlich näheren Netzzustand wieder. Durch gezielte Anfragen einzelner im Allgemeinen freier Flexibilitäten können drohende Netzproblematiken behoben werden (gelber Bereich). Dieses aktive Netzmanagement wurde prototypisch im Rahmen der ASCR umgesetzt.

Die Ziele der zukünftigen Tätigkeiten beinhalten vor allem die vollständige Umsetzung der Gebäudeoptimierung mit der Anbindung an weitere Energiemarktsegmente. Neue Themen wie Mobilität und Sektorkopplung (z. B. Strom, Wärme, Gas) sollen ebenso analysiert werden.

Jedenfalls bieten die erreichten Ergebnisse bereits heute prototypische Realisierungen von internen Gebäudeoptimierungssystemen, welche von Bauträgern und Gebäudebetreibern in Zukunft eingesetzt werden können. Somit könnten ganze Gebäude als „Smart Grid ready“ zertifiziert werden, die in weiterer Folge aktiv – die entsprechende Umsetzung eines Flexibilitätsoperators mit „Plug & Automate“-Funktionalität vorausgesetzt – in den zukünftigen Verteilnetzbetrieb sowie in die Verteilnetzplanung einbezogen werden. Dadurch wären weitere Lastspitzen im Betrieb und somit teure Netzausbauten vermeidbar.



6

Gemeinschaftliche Nutzung von Stromspeichern

Das ASCR-F&E-Programm strebt langfristig die Implementierung eines sogenannten „Multi-Use-Stromspeichers“ an. Das bedeutet, dass der Fokus der Forschungstätigkeiten zwar auf den Einsatz von Stromspeichern für netzdienliche Zwecke gelegt wird, darüber hinaus jedoch auch Überlegungen (v. a. auf Basis von Simulationen) für weitere Anwendungsfelder von Stromspeichern angestellt werden. Solche netzdienlichen Zwecke sind vor allem ein Wirk- und Blindleistungsmanagement oder auch eine Stromphasensymmetrierung. Darüber hinausgehende Einsätze des Stromspeichers z. B. am Intraday-Markt oder für Eigenverbrauchsoptimierungen decken mögliche marktdienliche Einsatzstrategien ab.

Motivation und Ziele

Die immer stärker aufkommende dezentrale Einspeisung von Strom und die zunehmende Anzahl der in das Versorgungsnetz zu integrierenden „neuen“ Verbraucher mit hohen Gleichzeitigkeiten (z. B. E-Mobilität) erhöhen die Komplexität des Gesamtsystems. Eine strategische Anpassung des bisherigen Netzbetriebs sowie der Netzplanung ist erforderlich. Zudem kommt es aufgrund von un-symmetrischen Lastverteilungen im Verteilnetz zu Phasen-Asymmetrien, welche die gesetzlichen Grenzwerte nicht überschreiten dürfen. Im Testbed der ASCR werden daher diese Herausforderungen unter Realbedingungen untersucht.

Eine Lösung der oben genannten Herausforderungen sieht einen Netzausbau vor, der jedoch mit hohen Kosten verbunden ist. Als Alternative wird daher im ASCR-F&E-Programm ein Smart-Grid-Konzept untersucht, das den Einsatz von Stromspeichersystemen im Verteilnetz anstrebt, um die zuvor genannten Herausforderungen lösen zu können. Gleichzeitig wird versucht, einen positiven Beitrag zu den bestehenden Marktanforderungen (z. B. Verlagerung von Energieüberschüssen in Zeiten mit geringem Energieangebot) in der Energiewende zu leisten. Dies inkludiert auch eine örtliche Kopplung dezentral erzeugter und gespeicherter Energie, welche in weiterer Folge wieder vor Ort, zeitlich entkoppelt, verbraucht werden kann.

Die Forschungsziele von Storyline 6 lassen sich somit in Simulationen, einem Laborbetrieb und Überlegungen hin zu einer möglichen Stakeholder-übergreifenden Nutzung (Mehrfachnutzung) und einer techno-ökonomischen sowie rechtlichen Analyse zusammenfassen. Diese Themen werden anhand realer Stromspeicherimplementierungen in den smarten Transformatorstationen in der Seestadt untersucht.

Die Stromspeichersysteme stellen dabei für den Verteilnetzbetreiber neue Betriebsmittel dar. Sie sind aktiv und lassen sich flexibel einsetzen bzw. dynamisch regeln. Durch den Feldeinsatz in den smarten Transformatorstationen in der Seestadt konnten somit erste Erfahrungswerte gesammelt werden. Als Ergebnis zeigen sich zahlreiche Nutzungsmöglichkeiten für Netzdienstleistungen im Hinblick auf die Netzstabilität und Netzqualität. Weiters helfen Simulationen bei der Analyse hinsichtlich der Netzverluste und unterstützen bei der Ermittlung und Darstellung des Potenzials von freien Stromspeicherkapazitäten für den Markt.

Ergebnisse

Die Einbringung von insgesamt fünf Stromspeichersystemen erfolgte in den smarten Transformatorstationen im Smart-Grid-Testbed. Ein Stromspeichersystem besteht aus einer Lithium-Eisenphosphat-Batterie mit einer Leistung von 100 kW und einer Kapazität von 120 kWh sowie einem Umrichter, der als B6-Brücke dreiphasig (vier Leiter) ausgeführt ist.

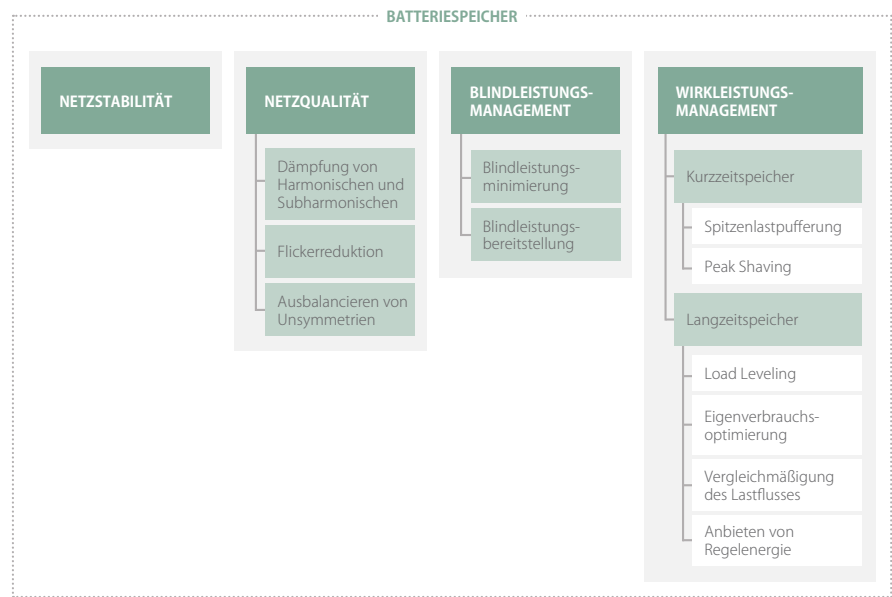
Im Zuge der Forschungsarbeiten wurden eine Identifikation, Klassifizierung und Priorisierung von Netzsystemdienstleistungen (vgl. Abbildung unten) vorgenommen, um die vielfältigen Anforderungen an das real installierte Stromspeichersystem bestimmen zu können.

Erfahrungen im Feldtest

Der Feldeinsatz zeigt, dass mit den Speichereinbringungen ein aufwändiger Inbetriebnahmeprozess verbunden ist. Stromspeichersysteme stellen auf der einen Seite Betriebsmittel mit vielen Freiheitsgraden dar, erhöhen jedoch auf der anderen Seite den Komplexitätsgrad. In Zukunft sind daher Lösungen notwendig, die „Plug & Automate“-Funktionalitäten

unterstützen, also eine möglichst einfache Integration in die Bestandssysteme. Dies wiederum erfordert eine immer vielschichtiger werdende IT-Architektur. Zudem erhöhen sich die Security-Anforderungen generell dadurch, dass in Netzebenen, die bislang kaum automatisiert waren, neue Kommunikationsverbindungen realisiert werden und damit letztendlich auch potenzielle Angriffsvektoren entstehen. Ebenso ist das System mit weiteren Zugängen zu erweitern, wie etwa für einen möglichen Fernzugriff des Herstellers für Update- und Wartungsaktivitäten.

Die Stromspeichersysteme können aktuell die gewünschten technischen Anforderungen für Verteilnetzbetreiber noch nicht zur Gänze zur Verfügung stellen, da auch bei den Speicherherstellern für diese konkreten Stromspeicher-Anwendungsfälle (Kombination Umrichter mit Batterie) von Verteilnetzbetreibern keine Erfahrungen vorliegen. Deshalb ist heute ein hohes Maß an manuellem Engineering erforderlich. Diese Tätigkeit bildet somit einen wesentlichen Teil der industriellen Forschung (Laborbetrieb). Prototypische Stromspeichersysteme mit bestimmten Betriebsmodi für den Verteilnetz-



KLASSIFIZIERUNG VON NETZSYSTEMDIENSTLEISTUNGEN DURCH STROMSPEICHERSYSTEME

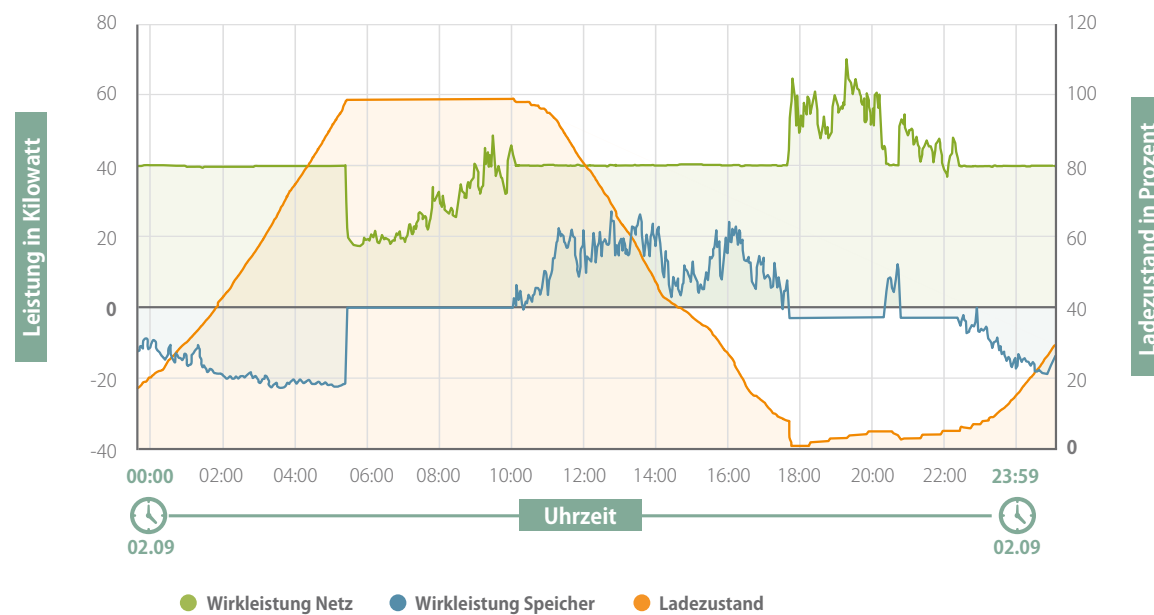
betreiber sind bereits erhältlich, wie das Forschungsprojekt FACDS zeigt. Jedoch stehen heute keine fertigen Stromspeichersystemlösungen für multifunktionale Anforderungen des Verteilnetzbetreibers für Netzdienstleistungen zur Verfügung. Aus Sicht des Forschungsprogramms ist daher, wie bereits betont, ein hohes Maß an manuellem Engineering erforderlich. Die Feldtests zeigen dahingehend:

Phasensymmetrierung: Asymmetrien im Verteilnetz werden durch einen phasenselektiven Betrieb des Umrichters vergleichmäßigt. Durch eine gleichmäßige Auslastung der Stromphasen wird eine Mobilisierung der vorhandenen Netzreserven erreicht.

Blindleistungsmanagement: Zusätzlich zur sogenannten Wirkleistung tritt in Wechselstromsystemen auch die Blindleistung auf. Diese „pendelt“ zwischen

dem Stromnetz und dem Verbraucher, leistet keine elektrische Arbeit, verursacht aber Verluste. Sie sollte daher so gering wie möglich sein. Eine Blindleistungsminimierung sowie eine ausreichende Blindleistungsbereitstellung können elektrische Speichersysteme unterstützen.

Peak Shaving und Bandregelung: Peak Shaving bedeutet, Spitzen beim Strombezug aus dem Netz bzw. bei der Stromeinspeisung ins Netz „abzuschneiden“. Das Verteilnetz kann dadurch effizienter betrieben sowie systemtechnische Grenzwerte eingehalten (vgl. auch folgende Abbildung) werden. Durch eine geringere Auslastung der Betriebsmittel können positive Auswirkungen auf die Betriebsmittelalterung erzielt werden. Investitionen in den Ausbau eines Verteilnetzes könnten dadurch effizienter gestaltet bzw. verzögert werden.



DURCH DIE BANDREGELUNG IN DER TRAFOSTATION WERDEN DIE LEISTUNGSSPITZEN GEKAPPT.
DADURCH LÄSST SICH EINE GLEICHMÄSSIGERE AUSLASTUNG DER BETRIEBSMITTEL ERZIELEN.
DIE SOLLWERTVORGABE IST MIT 45 KW +5/-10 KW DEFINIERT (VOM 2.9.2018)

Simulationen

Die Speichersimulationen liefern für die ökonomische Betrachtung einer Mehrfachnutzung von Stromspeichersystemen wesentlichen Input: Zeitreihen von Leistungs- oder Energiewerten können für marktseitige Geschäftsmodelle sowie für eine betriebswirtschaftliche Bewertung herangezogen werden. Dieser Input wird durch entwickelte Speichermodelle bzw. Nutzungsmodelle bereitgestellt. Demnach unterscheiden sich die unterschiedlichen Modelle in Netzdienstleistung (wie z. B. Phasensymmetrierung und Peak Shaving) und nachfolgende Marktmodelle.

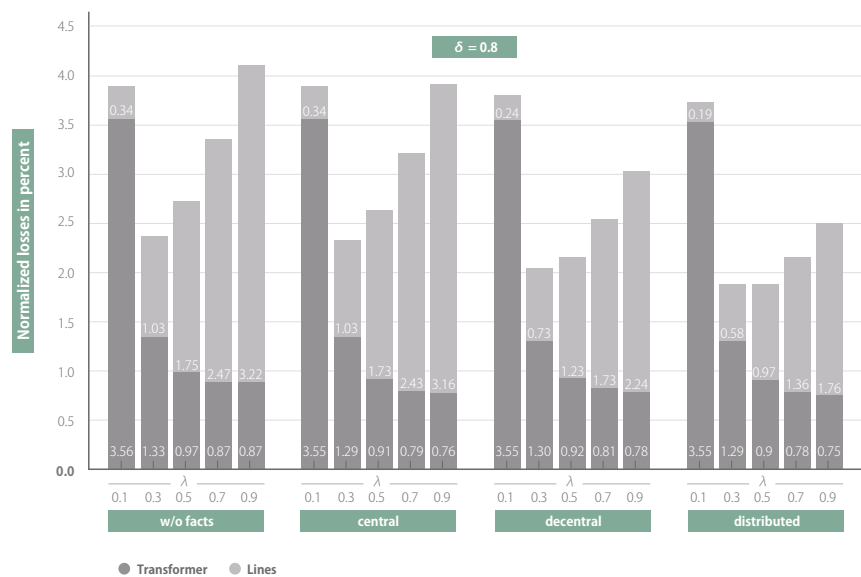
Um zunächst eine erste Einschätzung für die hybride Nutzung zu erhalten, wurden die einzelnen Netz- bzw. Marktdienstleistungen auf Basis von Simulationen untersucht. Als erster Ansatz wurde die Hypothese aufgestellt, dass alleine die Phasensymmetrierung die Netzverluste insgesamt reduziert. Werden die internen Verluste der Stromspeichersysteme nicht berücksichtigt, ist ein positiver Aspekt der Symmetrierung auf die Netzverluste zu erkennen.

In einem nächsten Schritt wurden die Verluste über den Wirkungsgrad des Umrichters auf die bisherigen Ergebnisse mitberücksichtigt.

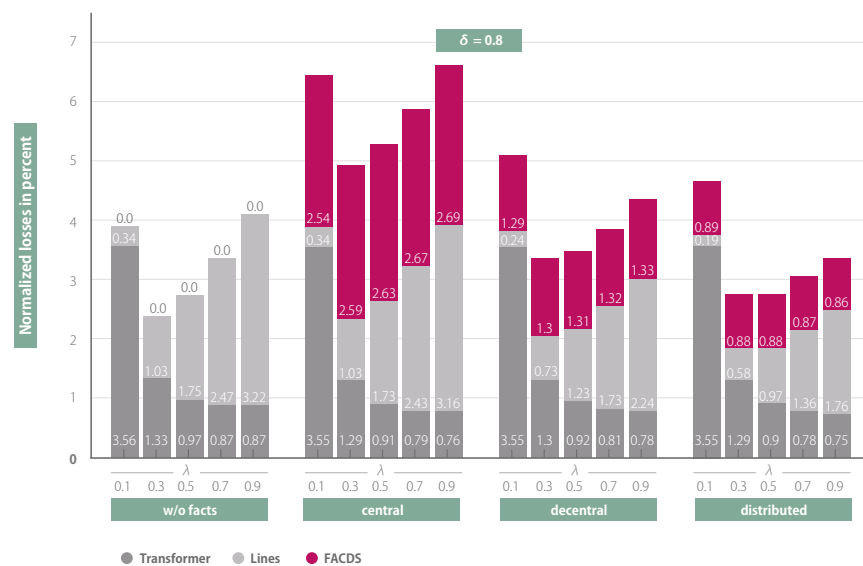
Die im Forschungsprogramm untersuchten Systemverluste, darunter verstehen sich die Verluste der Batterie und des Umrichters, sind nur minimal abhängig von der Strangauslastung (Δ vgl. Abbildungen auf der nächsten Seite). Dafür kann ein deutlicher Unterschied bei verschiedenen Asymmetriegraden (δ vgl. Abbildungen auf der nächsten Seite) festgestellt werden. Die Analyse zeigt, dass beim Installationsszenario „central“ (zentrales Stromspeichersystem in Trafostation) die höchsten Verluste resultieren, gefolgt von „decentral“ (einzelnes Stromspeichersystem z. B. am Ende eines Stranges) und „distributed“ (verteilte Kleinspeicher an den Netzverknüpfungspunkten der Kunden). Die Simulationen zeigen zudem, dass nur mit dem Installationsschema „distributed“ eine Reduktion der Verluste möglich ist. Auch bei diesem Schema gilt dies jedoch nur bei einer sehr hohen Strangauslastung und einem hohen Asymmetriegrad.

Es zeigt sich also, dass die Phasensymmetrierung zum Zwecke der Verlustleistungsminimierung sowie

Die angestrebte Mehrfachnutzung der untersuchten Stromspeichersysteme ermöglicht neue Geschäftsmodelle. Diese gilt es jedoch noch im Detail aus betriebs- und volkswirtschaftlicher Sicht zu bewerten. Dennoch steht bereits jetzt fest, dass rechtliche und regulatorische Einflussfaktoren aktuell den Einsatz von gemeinschaftlich genutzten Stromspeichern erschweren. Neue Rahmenbedingungen sollen dies ändern, um Stromspeicher als wesentlichen Schlüssel zur erfolgreichen Umsetzung der Energiewende effizient nutzen zu können.



NETZVERLUSTE (OHNE SPEICHERVERLUSTE) IN ABHÄNGIGKEIT VON INSTALLATIONS-
SZENARIOS UND STRANGAUSLASTUNG FÜR EINE MAXIMALE LEISTUNGSSPREIZUNG/
ASYMMETRIEGRAD VON $\Delta = 80\%$ (STARKE ASYMMETRIE)



NETZVERLUSTE (INKL. SPEICHERVERLUSTE) IN ABHÄNGIGKEIT VON INSTALLATIONS-
SZENARIOS UND STRANGAUSLASTUNG FÜR EINE MAXIMALE LEISTUNGSSPREIZUNG/
ASYMMETRIEGRAD VON $\Delta = 80\%$ (STARKE ASYMMETRIE)

eine ausschließliche Verwendung des Umrichters für die Symmetrierung nicht effektiv ist und zu keinem nennenswerten Mehrwert führt. Demnach sollte die Symmetrierung nicht für die Verlustleistungsmini- mierung eingesetzt werden, sondern nur im Fall von hohen Asymmetrien, um z. B. die Einhaltung der Betriebsgrenzen einzelner Phasen zu erreichen. Damit wird sichergestellt, dass durch die Asym- metrien nicht die strukturelle N-1-Sicherheit des urbanen Niederspannungsverteilsnetzes verletzt wird. Das bedeutet: Auch bei Ausfall einer wesentlichen Komponente kann das Netz weiterhin zuverlässig betrieben werden.

Die Phasensymmetrierung ist also nicht als exklusive Funktion des Stromspeichersystems zu verstehen, sondern vielmehr als Add-on zu einer anderen oder zur primären Nutzung. Beispielsweise können durch eine höhere Auslastung der Umrich- terventile und durch eine Bereitstellung von Energie- mengen auf dem Markt Synergien genutzt und diese mit einer Symmetrierung kombiniert werden. Darüber hinaus kann bei einer höheren Auslastung der Ventile wiederum ein wesentlich höherer Gesamtwirkungsgrad (bis zu 98 %) erreicht werden.

Für die Betriebsstrategie „Blindleistungsmanage- ment“ zeigen die Erfahrungen, dass die Vorgabe von Leistungsfaktoren ($\cos(\phi)$) technisch einwand- frei funktioniert. Entsprechend kann dadurch eine Entlastung der bereitzustellenden Blindleistung in übergeordneten Netzebenen erreicht werden. Langzeiterfahrungen werden eine Quantifizierung der Höhe dieser Entlastungen zulassen.

Bezüglich der Einsatzstrategie „Peak Shaving“ wurde erkannt, dass eine vorgegebene Leistungs- obergrenze sowohl in der Simulation als auch in der Realität eingehalten werden kann. Allerdings wird im Gegensatz zur Simulation in der Realität nicht mit voller Leistung geladen, sondern ab einer gewissen Uhrzeit der Speicher mit verringerter Ladeleistung wieder gefüllt.

Gemeinschaftliche Nutzung von Stromspeichern
Stromspeicher werden gemeinhin als wesentlicher Schlüssel zur Umsetzung der Energiewende gesehen. Neben der Sicherung der Versorgung kritischer (Netz-)Infrastruktur werden elektrochemi-

sche Stromspeicher, wie etwa Batteriespeicher, derzeit meist von Akteuren betrieben, die einen wirtschaftlichen Nutzen aus dem Stromspeicher- betrieb ziehen wollen. Beispielsweise ermöglichen Eigenheimspeicher die Erhöhung der Eigenver- brauchsquote von Strom aus z. B. dezentralen Photovoltaikanlagen und bringen damit finanzielle Vorteile. Diese Aussagen gelten auch für größere Stromspeichersysteme wie den gebäudeintegrierten Stromspeicher im Smart-Building-Testbed (Studie- rendenheim). Alle Anwendungen haben derzeit gemein, dass der wirtschaftliche Einsatz von elektrochemischen Speichern für einen einzelnen Zweck aufgrund des derzeitigen Preisgefüges meist nicht darstellbar ist. Im ASCR-F&E-Programm wird daher ein möglicher Mehrfachnutzen von Strom- speichern durch den Zugriff mehrerer Akteure bzw. Stakeholder untersucht. So kann ein Stromspeicher einerseits von Betreibern dezentraler Anlagen zur Eigenverbrauchsoptimierung genutzt werden. Andererseits können Energielieferanten Strom zu Zeiten niedriger Großhandelspreise einspeichern und ihre Kunden später zu Zeiten höherer Preise günstiger als über den Markt versorgen. Verteilnetz- betreiber können den Stromspeicher parallel für Netzdienstleistungen nutzen. Dabei ist die Speicher- bzw. Umrichterkapazität zur Netzstützung prioritär zu behandeln. Lediglich die verbleibenden Potenzia- le können für die wirtschaftliche Optimierung angewendet werden. Der weiterführende Feldtest wird die dahingehenden Möglichkeiten zeigen.

Rechtliche und regulatorische Bewertung
In Bezug auf die rechtlichen und regulatorischen Analysen erfolgen einerseits Bewertungen zum derzeitigen Stand. Andererseits wird jedoch auch eine mögliche zukünftige Entwicklung zur recht- lichen Einordnung von Stromspeichersystemen in die Energiewirtschaft untersucht. Betrachtet werden dabei Themen hinsichtlich der Berechti- gung der Netzbetreiber zur Errichtung und zum Betrieb von Speichersystemen.

Die Evaluierungen zur rechtlichen Situation von Speichersystemen zeigt, dass aufgrund der bisherigen elektrizitätsrechtlichen Einordnung von Speichern in das bestehende Marktsystem

neben Pumpspeicherkraftwerken und Power-to-Gas-Anlagen auch Stromspeicher beim Einspeichern des Stroms als Endverbraucher und Entnehmer sowie bei der Ausspeicherung als Erzeuger und Einspeiser zu qualifizieren sind. Sie nehmen damit eine Doppelrolle ein, wobei aktuell tarifliche Sonderregelungen (v. a. für Pumpspeicherkraftwerke) existieren. Bei der Untersuchung der Berechtigung zur Errichtung und zum Betrieb einer Speicheranlage ist festzuhalten, dass derzeit, anders als für den Betrieb von Gasspeichern, weder auf unionsrechtlicher noch auf nationaler Ebene Entflechtungsvorgaben für den Betrieb eines Stromspeichersystems bestehen. Es stellt sich daher vor dem Hintergrund der zuvor beschriebenen Einordnung einer Stromspeicheranlage die Frage, wer eine solche Anlage überhaupt errichten und betreiben darf bzw. ob dies aufgrund von entflechtungsrechtlichen Vorgaben auch für einen Netzbetreiber möglich ist.

Betriebs- und volkswirtschaftliche Bewertung

Das im Smart-Grid-Testbed eingesetzte Stromspeichersystem unterliegt einer Vielzahl verschiedener Einsatzstrategien. Aufgrund verschiedener Zielfunktionen (z. B. Minimierung der Netzbeanspruchung) variieren die erwirtschafteten Erlöse, die sich in weiterer Folge auf die Wirtschaftlichkeit des Systems auswirken. Gerade Investitionen in das Energiesystem unterliegen aufgrund der hohen Anschaffungskosten meist langen Betrachtungszeiträumen. Zudem lassen sich langfristige Vorhersagen von Energiepreisen oder Kapitalzinssätzen nur schwer und ungenau treffen. Im Zuge des ASCR-F&E-Programms wurde daher ein betriebswirtschaftliches Modell entwickelt, das sowohl eine statische als auch eine dynamische Bewertung zukünftiger Preisszenarien und Kapitalmarktentwicklungen erlaubt. Realisiert wird das mithilfe von Monte-Carlo-Simulationen, bei der alle variablen Parameterkombinationen je Faktorvariationen simuliert werden. So kann eine höchstmöglich breitgefächerte und sensibilisierte Aussage über das geplante Investitionsprojekt getroffen werden. Die Basis dieses Modells bildet die dynamische Kapitalwertmethode. Sie erlaubt es, dynamische Veränderun-

gen sowohl ausgabeseitig als auch eingabeseitig miteinzubeziehen. Dabei werden die geschätzte Amortisationsdauer, der interne Zinsfuß und die Stromgestehungskosten dargestellt.

Aus wohlfahrtsökonomischer Sicht ergibt sich die Frage, welche Kosten und welcher Nutzen sich für die Volkswirtschaft bzw. Gesellschaft infolge möglicher Maßnahmen zur Integration dezentraler, erneuerbarer Erzeugungsanlagen ergeben. Um eine Aussage zum volkswirtschaftlichen Nutzen des netzdienlichen Einsatzes von Stromspeichern zu treffen, werden Verteilungseffekte, Leistungsbilanzeffekte, externe Effekte sowie Wettbewerbseffekte (Technologieführerschaft) diskutiert. Zusätzlich erfolgt die Quantifizierung der regionalökonomischen Bedeutung von zentralen Strategien für den netzdienlichen Einsatz von Stromspeichersystemen im Vergleich zum konventionellen Netzausbau. Die weiteren Forschungsarbeiten werden dahingehende Ergebnisse zeigen.

Fazit und Ausblick

Die in der ASCR entwickelten Lösungen für netzdienliche Stromspeicher können weitgehend als technisch umsetzbar eingeordnet werden. Dabei ist jedoch der tatsächlich erreichbare netzdienliche Effekt stets in Relation zu den Kosten bzw. zu alternativen bzw. konventionellen (z. B. Netzverstärkung) Lösungsmöglichkeiten zu setzen. Dies wird in weiteren Forschungsaktivitäten noch näher quantifiziert. Jedenfalls sind aktuell vor allem folgende Punkte bereits absehbar:

- Der Netzerhalt und die Beiträge zur Systemstabilität sind Aufgabe der Verteilnetzbetreiber und im Interesse aller Kunden. Die Netzstabilität, die Netzqualität und die Versorgungssicherheit müssen auch in Zukunft weiterhin sichergestellt sein. Kurzfristige Leistungsspitzen treten häufiger auf und werden volatiler, was eine zusätzliche Netzbelastung darstellt. Durch die fluktuierende Einspeisung und das geänderte Bezugs- bzw. auch Einspeiseverhalten von Kunden sind neue Lösungen für die Bereitstellung von Flexibilität



notwendig. Die Integration von Stromspeichersystemen in die Netzinfrastruktur stellt daher in Zukunft für den Verteilnetzbetreiber ein mögliches Instrument für Netzdienstleistungen bzw. eine Flexibilitätsoption dar.

- Eine Verwertbarkeit von Speicherkapazitäten durch eine Stakeholder-übergreifende Nutzung wird aus betriebswirtschaftlicher Sicht in absehbarer Zeit eine entscheidende Schlüsselfunktion darstellen. Derzeit gibt es kaum Erfahrungen zur gemeinsamen Verwendung und Prozessabstimmung von Speicherkapazitäten unter den Netzbetreibern bzw. zwischen Netzbetreibern und Energieversorgern sowie den EndkundInnen. Weiterführende Analysen dazu müssen durchgeführt und mögliche Szenarien definiert werden. Daraus lassen sich dann konkrete Empfehlungen für die zukünftige Ausgestaltung des regulatorischen Rahmens (v. a. in Bezug auf großflächig verteilte Stromspeichersysteme) ableiten.
- Die Leistungselektronik und die damit verbundene Systemintegration sowie Informations- &

Kommunikationstechnologien (IKT) und Automation stellen Schlüsseltechnologien für die zukünftige Entwicklung der Gesellschaft dar. Innerhalb des Gebietes der elektrischen Netze sind Anwendungen ohne Leistungselektronik kaum denkbar. Dabei sind Anforderungen an die Funktionalitäten für Hardware und Software für die Leistungselektronik und das Batteriemanagement noch im Detail zu erheben. Möglichst einfache und selbstkonfigurierende Lösungen („Plug & Automate“) sind dabei jedoch essenziell.



7

Big Data – Nutzen und Mehrwert aus der Welt der Daten

In den vorangehenden Storylines wurde beschrieben, welche Datenquellen zur Betriebsführung und Optimierung von Gebäuden und Stromnetzen herangezogen werden. Die vorliegende Storyline erörtert nun die damit einhergehende Datenanalyse und Dateninterpretation in den Forschungsbereichen Gebäude, User und Netz. Als Ergebnis liegt eine Vielzahl an Datenauswertungs- und -interpretationsmöglichkeiten vor, die neben der Betriebs- und Kostenoptimierung von Stromnetzen und Gebäuden auch als Entscheidungsgrundlage für regionale Stakeholder (z. B. Stadtplaner) dienen kann.

Motivation und Ziele

Jeden Tag werden in den Testbeds der ASCR rund 1,5 Millionen Messwerte erfasst. Ziel des Forschungsprogramms ist es, durch intelligente Analyse dieser Daten neue Erkenntnisse für die Energieversorgung der Zukunft zu gewinnen.

Mit der ausdrücklichen Genehmigung von 111 Haushalten werden Daten für die Erreichung dieses Forschungszieles gesammelt. In den jeweiligen Gebäuden und Wohnungen messen Sensoren Temperatur, Feuchtigkeit und CO₂-Gehalt der Luft sowie Verbrauchswerte von Wasser, Heizung und Strom. Wärmepumpen, Solaranlagen und Energiespeicher teilen kontinuierlich ihren Betriebszustand mit (vgl. auch Storylines 2 und 3). Wettersensoren informieren über die aktuelle Temperatur und Sonneneinstrahlung. Mehr als 100 Monitoring-Geräte erfassen zeitgleich im Niederspannungsnetz und in den Transformatorstationen unterschiedlichste Messwerte (vgl. auch Storylines 4 bis 6). All diese Daten werden in Intervallen von 2,5 bis 60 Minuten erzeugt und ergeben in Summe die zuvor dargestellte Anzahl an Messwerten. Schließlich werden alle von diesen Systemen generierten Daten in einem domänenübergreifenden Data Warehouse, der ASCR-Datenzentrale, verarbeitet.

Mit der Auswertung dieser Daten verfolgt die ASCR das Ziel, bestimmen zu können, welche Technologiekombinationen am effizientesten sind und wie der jeweilige Mix das Verhalten der EndverbraucherInnen, aber auch den Gebäude- und Netzbetrieb beeinflusst. Die ASCR-Partner versprechen sich zudem Einblicke in die Wechselbeziehungen zwischen den zugrundeliegenden Systemen. Somit soll auch das bestehende Dienstleistungsangebot verbessert werden.

Ausgangslage – ein Bad im „Datensee“

Die „Reise“ jedes einzelnen Messwerts beginnt bei einem Sensor und endet in der Datenanalyse. Je nachdem, wo er entspringt, verläuft seine „Reiseroute“ unterschiedlich: Er wandert entweder per Stromkabel, via Lichtwellenleiter oder das Gebäudemanagementsystem zur Datenzentrale der ASCR. Bereits während der Reise werden einzelne Daten-

ströme abgezweigt und in den intelligenten Transformatorstationen, die im Netz verteilt sind, analysiert. Mithilfe von Softwareapplikationen kann so beispielsweise die Struktur des Stromnetzes ermittelt werden, ohne den aktuellen Aufbau genau kennen zu müssen. Netzbetreiber können damit die Topologie von bestehenden Netzen automatisiert erheben und profitieren von einer maßgeblichen Zeit- und Kostenersparnis.

In der Datenzentrale angekommen, landen die Messwerte zunächst im sogenannten „Data Lake“. Gleichsam wie Fische „schwimmen“ sie in einem riesigen „Datensee“ und werden von den Auswertemechanismen begutachtet. Im ersten Schritt wird z. B. eine unstrukturierte Analyse durchgeführt, um zu prüfen, ob Abweichungen oder Besonderheiten auftreten. Ziel ist dabei, Muster in der Datenwelt zu erkennen.

Zielfunktion – ein Frage-Antwort-Spiel?

Auf die Erstanalyse der Daten, welche vor allem Fehler in den Daten oder fehlende Daten identifiziert, folgt sodann die strukturierte Analyse der Details. Wie viel Energie- und CO₂-Einsparung ist in einem modernen Schul- oder Wohngebäude möglich? Wie können urbane Gebäude effizient am Energiemarkt teilnehmen, und wie wirkt sich das auf den Netzbetrieb aus? Rund 200 solcher Fragen sind im Forschungskatalog der ASCR definiert. Die Ergebnisse der Datenanalyse dienen einerseits als Grundlage dafür, Planungsprozesse im Netzbereich zu optimieren und mögliche Netzüberlastungen vorzeitig abzuschätzen. Andererseits können z. B. im Gebäudebereich Modelle abgeleitet werden – etwa wie Solaranlagen optimal dimensioniert werden müssen, um bestimmte Einspeisepotenziale und Ertragsmöglichkeiten zu garantieren.

Wo aber liegt der Mehrwert? Welchen Sinn hat es, diese Vielzahl an Daten zu sammeln und auszuwerten – selbstverständlich unter Einhaltung der Datenschutzvorschriften?

Dies lässt sich wie folgt begründen: Auch Daten, die scheinbar wenig Informationsgehalt haben, sind wertvoll. Man kann daraus wiederkehrende Muster ableiten, beispielsweise dass eine Betriebsstörung



VERSTEHEN

UND

LERNEN

immer dann auftritt, wenn zuvor ein Schalter ein- oder ausgeschaltet wurde. Das kann für GebäudemanagerInnen ein wertvoller Hinweis sein, um Fehlern auf die Spur zu kommen. Würden nur Daten erfasst, von denen schon im Voraus bekannt ist, dass sie benötigt werden, wären Störungsfindung oder vorausschauende Wartung nicht möglich.

Haben sämtliche Messwerte die zuvor dargestellten Analyseschritte durchlaufen, sind sie vorerst am Ende ihrer Reise angelangt und werden in einem Archiv abgelegt. Von dort können sie jederzeit wieder hervorgeholt werden, um bestehende Ergebnisse, auf welche im folgenden Abschnitt näher eingegangen wird, zu validieren oder neue Analysen durchzuführen.

Ergebnisse

Wie eingangs erwähnt, nutzt die smarte Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) unter Einhaltung der Datenschutzbestimmungen sämtliche aus den Gebäuden und dem Netz gewonnenen Daten, um deren Zusammenspiel bzw. resultierende Wechselwirkungen erfassen zu können. Eine Vielzahl an Forschungsfragen wurde definiert und in

den einzelnen Forschungsprojekten beantwortet. Es können daher an dieser Stelle nur ausgewählte Ergebnisse aus den Analysebereichen Stromnetz und Gebäude bzw. deren Zusammenspiel präsentiert werden.

Analyseergebnisse im Netz- und Gebäudebereich

Im Zuge der Forschungsarbeiten war es eine Herausforderung, die Wechselbeziehungen der unterschiedlichen Daten zu erfassen und zu interpretieren. So wurden die vom Gebäudemanagement bereitgestellten Informationen ausgewertet, um die Beziehungen zwischen jenen Faktoren, die sowohl das Netz als auch die Gebäude beeinflussen, zu verstehen. Dafür mussten spezielle Algorithmen entwickelt werden, die die ermittelten Daten auswerten können. Die resultierenden Informationen werden auch zukünftig besonders wichtig sein, da langfristig wohl ein hoher Integrationsgrad der erneuerbaren Energiesysteme – vor allem im städtischen Bereich – erreicht werden muss.

Eine Forschungsfrage behandelt die verbesserte Interaktion der lokalen Energieerzeugung und -nachfrage mit dem intelligenten Niederspannungsnetz. Mögliche lokale Überlastungen, beispielsweise durch einen marktgeführten Betrieb der Gebäude, werden auf Basis der gesammelten Daten prognos-

Erkennung von Schalterstellungen im Stromnetz

Wenn in naher Zukunft viele Gebäude und Elektroautos gleichzeitig Stromverbraucher und Stromeinspeiser werden, muss das Niederspannungsnetz optimal ausgerichtet sein. Dazu erfassen in der ASCR mehr als 100 Monitoring-Geräte die aktuelle Netzsituation und liefern gemeinsam mit Sensoren in den Gebäuden, Wetterdaten und weiteren Informationsquellen in Summe rund 1,5 Millionen Messwerte pro Tag. Die große Aufgabe ist es, aus dieser Menge sinnvolle Einsichten zu generieren. Daher hat das Team der ASCR eine Software entwickelt, die aus den Daten erkennt, welche Wege der Strom im Niederspannungsnetz nimmt. Das Team wurde dafür zudem von Siemens in der Kategorie Open Innovation als Erfinder des Jahres 2017 ausgezeichnet (siehe auch Kapitel „Vermarktung“, Seite 120).

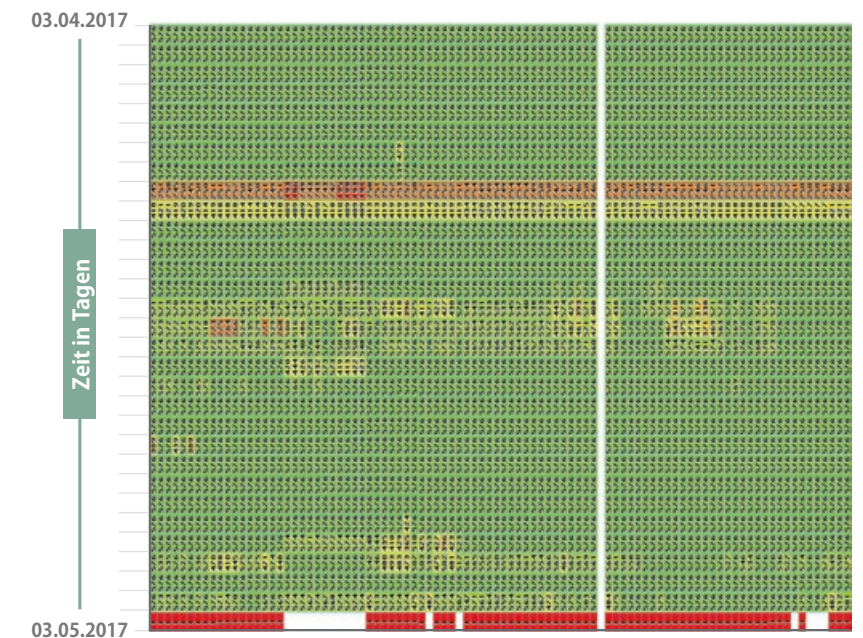
Das Niederspannungsnetz wird heute praktisch noch immer „blind“ betrieben. In den Straßen stehen Verteilerkästen mit manuell bedienbaren Schaltern, um die Energieflüsse zu lenken. Um den aktuellen Schaltzustand zu erkennen, gab es bisher nur eine Möglichkeit: ServicetechnikerInnen mussten Umschaltungen genau dokumentieren oder notfalls vor Ort nachsehen. Die im Zuge der ASCR entwickelte Software löst dieses Problem. Anhand der realen Messwerte konnte damit getestet werden, wie gut sich die Schalterstellung der Stromversorgung bestimmen lässt. Eine Zuordnung der Netztopologie ist mit bis zu 85 % Genauigkeit in den Netzen zukünftig auch automatisiert möglich.

tiziert und mögliche Engpässe durch die Koordination zwischen Gebäuden und dem Netz aufgelöst. Zu diesem Zweck übernimmt z. B. in Gebäuden, die mit den innovativen Technologien der ASCR ausgestattet sind, ein spezielles Gebäudemanagementsystem (vgl. Storyline 2) die Koordination der Energieversorgung zwischen den Photovoltaik- oder Solarthermieranlagen und den Wärmepumpen. Parallel dazu sollen die neu entwickelten Modelle der Datenanalyse auch Dienstleistungen (z. B. für das Stromnetz) erbringen, indem sie z. B. Daten aus der Prognose des Energieverbrauchs, der Energieerzeugung und dem Speichermanagement nutzen (Beispiel siehe Kasten links).

Die zuvor genannten Modelle zur Datenanalyse setzen dabei Algorithmen ein, die aus Erfahrungswissen lernen, sich selbst verbessern und an neue Gegebenheiten anpassen. Diese Algorithmen verfeinern die Modelle stetig und verbessern die Steuermechanismen in den Gebäuden sowie im Stromnetz. Die auf Basis dieser Algorithmen entstandenen weiteren Lösungen und Ergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

- Die Wiener Netze verfügen über neue Modelle zur Lastprognose von Transformatorstationen.
- Eine neue Web-App mit grafischer Exploration zur Überwachung der Netzzustände (z. B. Spannung, Asymmetrie oder Blindenergie) liegt vor.
- Ein automatisierter Prozess zur Anschlussbeurteilung neuer Verbraucher- und Erzeugerlasten wurde für Verteilnetzbetreiber erarbeitet.
- Automatisierte Methoden zur Kontrolle der Datenquantität und -qualität stehen zur Verfügung (vgl. auch näher ausgeführtes Beispiel).
- Es liegt ein Proof of Concept für die zukünftig applikationsfähige Netzautomatisierung unter Einbeziehung von Gebäuden vor.
- Das Netzmanagement-Tool der Siemens, „Spectrum Power“, zur Verarbeitung der Messdaten sowie zum Management des Smart Grid wurde optimiert.
- Die Analyse von Power-Quality-Messdaten für den Netzbetreiber wurde automatisiert.
- Die automatische Identifikation von Anomalien (z. B. fehlende oder fehlerhafte Daten) ist möglich.

- Es ist möglich, aus den Daten automatisiert zu erkennen, welche Erzeuger in den Netzabschnitten aktiv sind. Trendberechnungen für Netzparameter, wie Ströme und Leistungen, können erstellt werden, wobei eine Erkennung asymmetrischer Belastungen die Netzplanung verbessert.
- Haushaltslast-Modellberechnungen für urbane Gebiete wurden optimiert (z. B. 12 % weniger Fehler (d. h. ca. 66 MWh/Jahr) im Vergleich zu Standardlastprofilen im Smart-Grid-Testbed der ASCR) und können im Netzbetrieb, aber auch im Stromhandel eingesetzt werden.
- Kurzzeit-Vorhersagen wurden durch datenbasierte Extraktion der Nettolast und der Erzeugung aus der Gesamtlast (85 % Genauigkeit) verbessert.
- Eine Zustandsschätzung (State Estimation) für urbane Niederspannungsnetze und Mittelspannungsverteilnetze ist nun mit einer Genauigkeit von über 96 % möglich. Dies ist eine wichtige Voraussetzung zur Implementierung der richtigen Regelungsstrategien in den Stromnetzen.
- Eine Verlustabschätzung des Mittelspannungsnetzes mit synthetischen und gemessenen Lastprofilen ist möglich.
- Weiters ist auch eine Klassifizierung von Lastprofilen zur Identifizierung von repräsentativen Verbrauchern und Prosumern möglich.
- Eine Identifikation optimaler Standorte für netzdienliche Speicherapplikationen (vgl. auch Storyline 6) ist durch geeignete Datenauswertungen ebenfalls möglich.

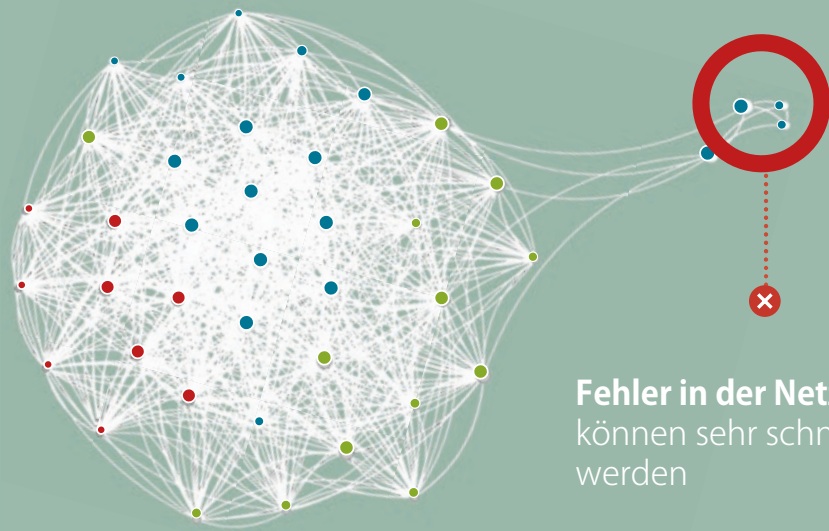


WEB-ANWENDUNG MIT GRAFISCHER AUFBEREITUNG (HEATMAP)
DER DATENVERFÜGBARKEIT ODER -ÄNDERUNGEN

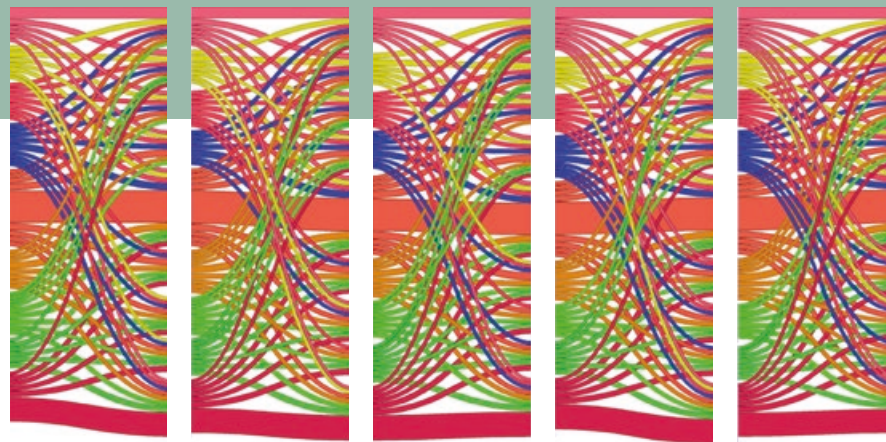
Grid Monitoring Device 1... n

Datenquantität und -qualität als Hilfsmittel für die Betriebsführung

Die Identifikation von fehlenden und/oder fehlerhaften Daten ist essenziell für die daran gekoppelte Betriebsführung von Gebäuden und Stromnetzen. Werden solche Datenfehler nicht erkannt, kann dies zu Fehleinschätzungen führen. Daher wurden entsprechende Datenvisualisierungen entwickelt, die auf Basis einer Web-Anwendung mit grafischer Aufbereitung (z. B. in Form einer „Heatmap“) eine automatisierte Auswertung der Datenverfügbarkeit oder -änderungen ermöglichen (vgl. Abbildung unten).



Fehler in der Netztopologie
können sehr schnell erkannt werden



SCHEMATISCHE DARSTELLUNGEN ZU
EXPLORATIVEN DATENANALYSEN ZUR
ERKENNUNG VON NETZPARAMETERN
UND -ZUSTÄNDEN

UNTERSCHIEDLICHE
ASYMMETRIEN IM ZEITVERLAUF

Darüber hinaus können durch explorative Analysen neue bzw. unbekannte Zusammenhänge innerhalb der vorhandenen Daten identifiziert werden. Unter Einsatz geeigneter Analysemethoden (z. B. Nachbarschaftsanalyse, Sequenzanalyse oder Musteridentifikation) können z. B. Betriebszustände erkannt werden, die vom Normalbetrieb abweichen. Die obige Abbildung zeigt, dass auf Basis dieser Analysemethoden sehr schnell Netzparameter wie Asymmetrie oder Netztopologie bzw. Änderungen dieser Parameter identifiziert werden können.

Die ASCR entwickelte auch Simulationsmodelle, die das Zusammenspiel und die Wechselwirkung zwischen den Gebäuden und dem Stromnetz abbilden. Als Basis dienen wieder reale Werte aus den Testbeds. Die ASCR verknüpft Daten aus unterschiedlichen Domänen, wie dies auch andere Smart-City-Projekte bzw. Pilotinitiativen tun. Der Mehrwert, welcher durch die ASCR erreicht wird,

liegt jedoch darin, dass eine Datenverknüpfung in dieser Dimension bislang noch nicht umgesetzt wurde. Auch die entwickelten Simulationsmodelle („Digitale Zwillinge“) liefern dem Gebäude und dem Netz weiterführende Erkenntnisse zu den einzelnen Betriebszuständen, wie die Abbildung rechts zeigt. So konnten die implementierten Systeme die Fehlerkorrektur für das komplexe Energiesystem im Wohnbau während der Inbetriebnahme beschleunigen. Viele der durch das Monitoring identifizierten Ineffizienzen und Fehler waren dabei nicht dem komplexen Energiesystem im Wohnbau D12 geschuldet, sondern wären bei herkömmlichen Bauprojekten ebenso aufgetreten – dort allerdings unbemerkt oder zumindest lange nicht bemerkt. Daher liegt der Schluss nahe, dass die entwickelten Modelle bereits in der Planung für großvolumigen Bau verstärkt in den Vordergrund gestellt werden müssen, um solche Ineffizienzen vorab zu vermeiden.

Bares Geld durch smarte Datenanalyse

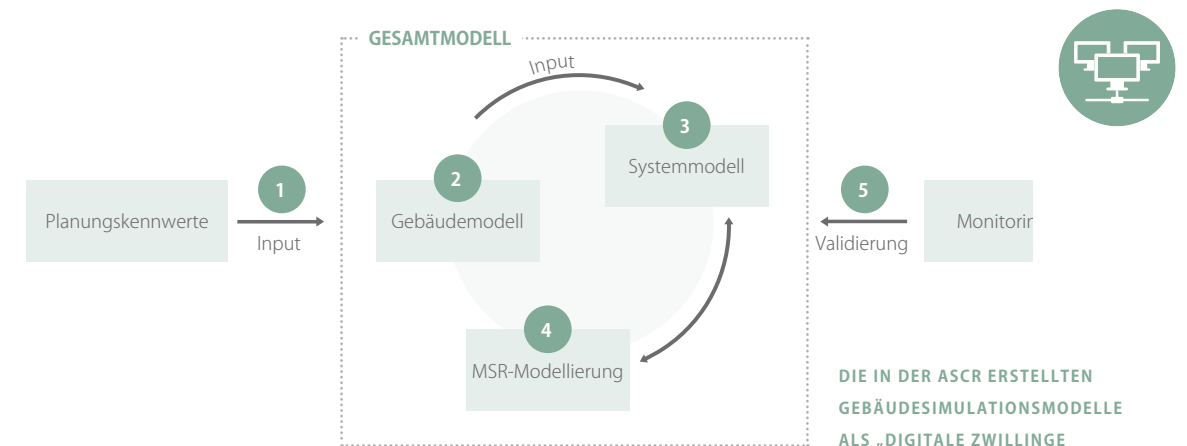
Die Analyse von Gebäude- und Stromnetzdaten bringt Netzbetreibern, Gebäudeeigentümern, aber auch Energieversorgern Kosten- bzw. Erlösvorteile (vgl. v. a. Storylines 2, 3 und 4). Beispielsweise wird der Stromverbrauch jeweils für einen Tag im Voraus prognostiziert. Weicht am nächsten Tag die tatsächliche Last von der Prognose ab, muss teure Ausgleichsenergie zugekauft werden, wenn die in der ASCR entwickelten Systeme nicht eingesetzt werden. Auch für Gebäude gilt: Je besser die Bedarfsprognose ist, desto besser können lokale Speicher genutzt und somit betriebswirtschaftlich optimiert werden. Darüber hinaus können die entwickelten Systeme auch die Gewährleistung einer störungssicheren Energieversorgung unterstützen, etwa durch rechtzeitige Erkennung von Anomalien in den Betriebszuständen. Die durchgeführten Datenanalysen sowie die entwickelten Modelle helfen somit, Kosten zu minimieren bzw. erzielbare Erlöse zu maximieren.

Netz- und Gebäudebetreibern neue Analysemethoden zur Zustandsabschätzung und zur Prognose sowie neue Datenvisualisierungsoptionen zur Verfügung. Diese können entsprechend in die Betriebsprozesse (v. a. Netzbetrieb oder Gebäudemanagement) sowie Vermarktungsstrategien (z. B. Stromhandel) eingebettet werden.

Darüber hinaus bieten die vorhandenen Simulationsmodelle als „Digitale Zwillinge“ die Möglichkeit, die Auswirkungen geänderter Parameter auf unterschiedliche Anwender zu ermitteln. Die domänenübergreifende Nutzung der Daten ermöglicht weiters auch eine ganzheitliche, vergleichende Analyse eines urbanen Raums, um neue Zusammenhänge im komplexen System einer Stadt aufzuzeigen. Mit einer solchen Referenzdatenbasis können zukünftige Varianten oder Optimierungen von Gebäudeausstattungen bzw. auch Änderung von Rahmenbedingungen (z. B. Energietarife oder geänderte Bauvorschriften) für unterschiedliche Stakeholder vergleichend analysiert und beurteilt werden. Die Gesellschafter und ihre Partner können nun die neuen Methoden und Modelle der ASCR direkt nutzen, um Daten nach verschiedenen Gesichtspunkten zu analysieren und eigene Erkenntnisse zu sammeln. Andere Akteure, wie z. B. die Stadtverwaltung, können das System indirekt nutzen, um ihre Fragestellungen zu beantworten.

Fazit und Ausblick

Durch die in der ASCR erarbeiteten Lösungen zur Datenauswertung stehen Energieversorgern,



- 1 **Inputdaten** – Ermittlung der Planungskennwerte aus Dokumentationsunterlagen
- 2 **Gebäudemodell** – thermische Simulation Gebäudehülle und Wärmeabgabesystem (FBH)
- 3 **Systemmodell** – thermische Modellierung der technischen Gebäudeausrüstung
- 4 **MSR-Modellierung** – Abbildung der implementierten Regelstrategien und Verknüpfung mit den thermischen Modellen
- 5 **Validierung** – der Modelle anhand von Monitoringdaten

Die Vermarktung der ASCR und ihrer Ergebnisse



Seit dem Start der Forschungs Kooperation hat die Bedeutung ihrer zielgerichteten Marketing- und Kommunikationsaktivitäten stetig zugenommen. Durch intensive Öffentlichkeitsarbeit präsentiert sich die ASCR mittlerweile als kompetentes Unternehmen und fördert damit das innovative Image ihrer Gesellschafter. Insbesondere das ASCR Demo Center entpuppte sich innerhalb kürzester Zeit als durchschlagender Erfolg.



Die ersten Jahre ihres Bestehens arbeiteten die ASCR-Forschungs- und -Entwicklungsgruppen der Gesellschafter zumeist unter dem Radar der öffentlichen Wahrnehmung. Zu groß war anfänglich die Angst vor einem Scheitern der Kooperation. Mit den ersten Erfolgen stieg dann aber der Druck, diese zu kommunizieren, ganz nach dem altbekannten Motto „Tue Gutes und rede darüber“.

Mit Beginn einer professionellen Öffentlichkeitsarbeit erfuhr die ASCR einen unerwarteten Schub. Die Idee, in einem eigens geschaffenen Demo Center die Geschichte, den Inhalt und die Ergebnisse der Forschungstätigkeiten einem interessierten Publikum nahezubringen, erweist sich rückblickend als größter Hebel, um den Bekanntheitsgrad und die Bedeutung der Kooperation hervorzuheben. Die positive Wirkung auf das Image der Gesellschafter kann inzwischen nicht mehr hoch genug eingeschätzt werden.



Die ASCR bespielt unterschiedliche Kommunikationskanäle

In enger Abstimmung mit den Marketing- und Kommunikationsabteilungen der Gesellschafter nutzt die ASCR unterschiedliche Kommunikationskanäle, um ihre Leistungen und Erfolge einer breiten Öffentlichkeit bekannt zu machen.

Das ASCR Demo Center

Auf rund 60 Quadratmetern wird BesucherInnen in einem interaktiven Schauraum die Möglichkeit geboten, das komplexe ASCR-Forschungs- und -Entwicklungsprogramm sowie die zugrundeliegenden Testbeds in allen Facetten kennenzulernen. Eine Führung durch das Demo Center vermittelt anschaulich, wie sich im städtischen Umfeld die Erzeugung, die Speicherung, die Verteilung und der Verbrauch von thermischer und elektrischer Energie effizient gestalten lassen.

Die Präsentationen erfolgen abgestimmt auf die Interessen und Vorkenntnisse der Besucherinnen und Besucher. Über ein Media-Control-System können sämtliche Forschungsinhalte in Form von

Texten, Grafiken, Animationen und Videos abgerufen und den Bedürfnissen des Publikums entsprechend vertieft werden. Auf diese Weise lässt sich eine Führung für ExpertInnen genauso informativ gestalten wie für interessierte Laien.

Die Demo-Center-Führungen werden aufgrund der Komplexität der behandelten Themen überwiegend von Mitgliedern des ASCR-Kernteam abgewickelt – eine in dieser Form zum Start der ASCR nicht berücksichtigte Aufgabe, die die limitierten Ressourcen der ASCR zusehends ausreizt.

Seit der Eröffnung des Demo Centers im Sommer 2016 wurden rund 300 Führungen durchgeführt (im Schnitt drei bis vier pro Woche). Delegationen aus aller Welt haben sich vor Ort ein umfassendes Bild gemacht. Die Gäste kamen z. B. aus den Bereichen Architektur, Bauwirtschaft, Kommunalpolitik, Stadtplanung und der Europäischen Kommission. Zudem durfte die ASCR diverse Energieversorger und Netzbetreiber sowie viele SchülerInnen und Studierende begrüßen. Das Demo Center wurde in Zusammenarbeit mit dem Linzer Medienunternehmen Vogel Audiovision GmbH konzipiert und errichtet und wird laufend mit neuen Informationen und Inhalten ergänzt und adaptiert.

Website, Broschüre und Newsletter

Auf der ASCR-Webpage www.ascr.at werden laufend die aktuellsten Informationen und Pressemeldungen veröffentlicht. Durch die „Social Wall“ ist jeder im Netz mit dem Hashtag #ascr versehene Beitrag auf der Homepage sichtbar. Ein umfassendes Gesamtbild über das Unternehmen und seine Aktivitäten bietet zudem die ASCR-Broschüre, die gedruckt und über den Webauftritt in deutscher und englischer Sprache verfügbar ist. Ein regelmäßig versandter Newsletter informiert interessierte Stakeholder zeitnah über Neuigkeiten und Ergebnisse.

Weitere Medienaktivitäten

Zahlreiche Beiträge und Artikel von den MitarbeiterInnen der Forschungsteams wurden in den letzten Jahren in wissenschaftlichen Publikationen, Journalen und Magazinen veröffentlicht. Dutzende Konferenzbeiträge, Diskussionsteilnahmen und Präsentationen sowie Interviews in Rundfunksendungen (Ö1 Wissenschaft, ORF-Magazin „Newton“) runden den umfangreichen Außenauftritt der ASCR ab. Einige repräsentative Beispiele seien hier stellvertretend für viele weitere genannt:

- Vortrag auf dem Smart City Expo World Congress 2017 in Barcelona
- Vorträge auf diversen „Handelsblatt“-Tagungen in Deutschland und Österreich
- Beiträge auf der Energy Utility Week in Amsterdam 2017 und in Wien 2018 (inklusive Keynote der ASCR-Geschäftsführung und Leitung einer Panel-Diskussion)
- Vortrag am Schweizer Energiekongress 2017 in Sankt Gallen
- Vorträge und Workshops an der Universität Dortmund 2016–2018
- Vortrag auf der Urban-Future-Konferenz in Wien 2017
- Teilnahme am Panel am Kongress des Europäischen Dachverbandes der kommunalen Unternehmen Europas CEDEC in Brüssel 2018
- Vorträge beim Verband kommunaler Unternehmen Deutschlands VKU 2017
- Teilnahme am Kongress des Bundesverbandes der deutschen Energie- und Wasserwirtschaft 2017

Awards

Smart City Expo: Im Rahmen der größten Smart-City-Veranstaltung der Welt, des Smart City Expo World Congress in Barcelona, konnte sich die ASCR im November 2016 unter mehr als 250 Projekten aus 45 Ländern durchsetzen und einen der drei begehrten World Smart City Awards gewinnen. Die ASCR wurde als bestes Smart City Project 2016 weltweit ausgezeichnet. Der integrative Ansatz, alle Komponenten im Energiesystem einer Stadt – Gebäude, Netz, User und Informations- und Kommunikationstechnologien – miteinzubeziehen und so an einer effizienten und CO₂-armen Energiezukunft zu arbeiten, überzeugte die internationale Jury.

Smart Energy Systems Week Austria: Zudem gewann die ASCR im Sommer 2018 auf der Smart Energy Systems Week Austria (SESWA) einen weiteren Award. Im Rahmen dieser Veranstaltung werden alljährlich herausragende Leistungen im Bereich angewandte Forschung und Entwicklung ausgezeichnet, die maßgeblich zur Umsetzung smarter Energiesysteme beitragen. Die ASCR wurde in der Kategorie „Tech Solution“ ausgezeichnet.



SMART CITY PROJECT AWARD 2016

Werbewert der ASCR

Über wesentliche aktuelle Geschehnisse und Neuigkeiten informiert die ASCR regelmäßig mittels Pressemeldungen. Die darauf folgende mediale Berichterstattung ergab

- 352 Medienbeiträge für den Zeitraum von Dezember 2013 bis April 2018,
- 37,9 Millionen potenzielle Leserkontakte
- und damit einen Werbewert von rund 2,65 Millionen Euro
- sowie einen positiven Tonalitätsindex.

In dieser Werbewert-Berechnung wurden Fernsehbeiträge (ORF-Magazin „Newton“) oder Radiobeiträge (Ö1 Wissenschaft) nicht berücksichtigt. Es kann daher angenommen werden, dass der tatsächliche Werbewert der ASCR etwas höher liegt.

Vermarktung der ASCR durch die Shareholder

Die erfolgreichen ASCR-Forschungsaktivitäten erlangten auch aufgrund der laufenden Berichterstattung durch die Gesellschafter einen mittlerweile hohen Bekanntheitsgrad.

Wien Energie GmbH

Im Rahmen der Forschungskooperation ASCR testet Wien Energie neue Dienstleistungen für ihre KundInnen. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse sowie die Erfahrungen der BewohnerInnen setzt Wien Energie ein, um die Angebote laufend zu optimieren. Aktuelle Ergebnisse aus der Forschungsarbeit werden bei Wien Energie vielfältig kommuniziert – sowohl für die Zielgruppen MitarbeiterInnen und KundInnen als auch durch Medienarbeit für die breite Öffentlichkeit. Online publiziert das Unternehmen ASCR-Themen auf der Website und auf blog.wienenergie.at. Wichtige Kommunikationskanäle sind zudem das Magazin „STADTleben“ (vormals „24 Stunden Energie!“) für PrivatkundInnen und das Businessmagazin „Energie!“.

Wiener Netze GmbH

Neben den operativen Benefits sehen die Wiener Netze die Außenwirkung der – über die österreichischen Grenzen hinaus bekannten und in der praxisnahen Ausführung einzigartigen – Aspern Smart City Research als image- und vertrauensfördernd an. Durch die hier gewonnenen Erkenntnisse wird es in naher Zukunft möglich sein, die Neuzeit des Energiezeitalters einzuläuten.

Die Wiener Netze machen auf das Projekt ASCR auf unterschiedlichen internen und externen Kommunikationskanälen aufmerksam und fördern somit die Sichtbarkeit dieses innovativen Projekts.

Auf der Website www.wienernetze.at wird das Projekt im Bereich Kooperationen und Forschung vorgestellt, darüber hinaus ist die ASCR fixer Bestandteil der Unternehmenspräsentation.

Wien 3420 aspern Development AG

Als Entwicklungsagentur für aspern Seestadt hat die Wien 3420 aspern Development AG von Projekt-

beginn an auf die Vernetzung innovativer Player, das Setzen neuer smarter Impulse und nachhaltige urbane Konzepte gesetzt. Mit der ASCR hat die Wien 3420 dafür den perfekten Partner gefunden.

Die Seestadt versteht sich als das Urban Lab der Smart City Wien, in dem intelligente Konzepte entwickelt und getestet werden können. Wir haben den Vorteil, gemeinsam mit der ASCR in einem Testbed tätig zu sein, das von null weg neu gedacht werden kann und muss. Das tun wir auf Planungsebene mit gemeinsamen Brainstorming-Workshops, die schon etlichen Seestadt-Projekten einen Innovationsschub verschafft haben. Das geschieht auch bei gemeinsamen Kommunikationsaktivitäten – von Kongressen und Messen bis hin zu Medienkontakten und Publikationen. Denn die ASCR ist nicht nur Innovationspartner für uns, sondern der lebende Beweis, dass aspern Seestadt tatsächlich das Urban Lab der smarten Stadt der Zukunft ist. Unsere zahllosen internationalen und nationalen Delegationen, die sich ganz explizit auch für die Forschungsarbeit der ASCR interessieren, bestätigen, dass wir mit unserer Partnerschaft ein Spotlight auf die Seestadt gezogen haben.

Nicht zuletzt arbeitet die ASCR im Smart-User-Bereich auch mit EndkundInnen zusammen. Der engste Kontakt besteht zu den MieterInnen aus dem Wohngebäude. Diese Kommunikationsbedürfnisse sehen natürlich wieder ganz anders aus.

Siemens AG Österreich

Die ASCR-Forschungskooperation wurde und wird durch Siemens breit kommuniziert: einerseits in externen Medien, wie in vielen national und international relevanten Print- und Digitalmedien, sowohl in Tages- als auch in Fachmedien, im TV und Radio sowie in Web- und sozialen Medien; andererseits in Siemens-Medien, wie Forschungs- und Kundenmagazinen, Internet und Newslettern. Hunderte KundInnen und Partner weltweit haben das Forschungsprojekt und das zugehörige Demo Center in der Seestadt bereits besucht und konnten sich von der Einzigartigkeit des urbanen Forschungsobjekts überzeugen. aspern Seestadt ist das ideale Smart-City-Projekt, um Produkte, Lösungen und den Bereich Forschung von Siemens



FRIEDERICH KUPZOG VOM AIT (LINKS) UND ANDREAS LUGMAIER VON SIEMENS ÖSTERREICH

nachhaltig zu positionieren, und gilt sowohl in Österreich, CEE, aber auch weltweit als Vorzeigeprojekt für urbane Entwicklung. Es zeigt, dass Siemens als Gesamtanbieter für Smart Cities ein Partner ist, der über alle wichtigen Technologien verfügt und damit die Nachhaltigkeit und Energieversorgung in urbanen Gebieten sicherstellen kann.

Die eigens für das Forschungsprojekt entwickelte Seestadt-Broschüre in deutscher und englischer Sprache gibt Auskunft zum Projekt allgemein sowie über die speziellen technischen Details und liegt auf sämtlichen für die Gebäude- und Netzversorgungstechnik relevanten Messen, Kongressen und sonstigen Veranstaltungen auf. Mit dem jährlichen Seestadtlauf im Herbst macht Siemens das Projekt auch der breiten Öffentlichkeit zugänglich.

Erfinder des Jahres 2017

Andreas Lugmaier von Siemens Corporate Technology und Friederich Kupzog vom Austrian Institute of Technology forschen gemeinsam an der Integration von erneuerbaren Energien in Stromnetze. Ihre Technologien, die sie für smarte Stromnetze erfinden, erproben sie in aspern Seestadt. Die beiden Forscher wurden in der Kategorie „Open Innovation“ als Erfinder des Jahres 2017 von Siemens ausgezeichnet.

Eine Zusammenarbeit auf Augenhöhe – Schlussfolgerungen und Ausblick

Gemeinsam und transdisziplinär

Im Dezember 2015 unterzeichneten 195 Staaten in Paris ein historisches Abkommen, mit dem sie sich verpflichteten, den Anstieg der Globaltemperatur auf „weit unter“ 2° Celsius zu beschränken. Bei den weltweiten CO₂-Emissionen stehen hinter der Schwerindustrie (29 %) an zweiter Stelle Gebäude (18 %) und an fünfter Stelle die zur Energieversorgung benötigte Energie (15 %). Die „tiefe“ Dekarbonisierung unseres Planeten erfordert rasche Durchbrüche auf vielen technologischen Gebieten, unter anderem beim Gebäudemanagement, bei Speichersystemen für nur periodisch verfügbare erneuerbare Energien und internetähnliche ausgeklügelte Stromnetze, die Elektrizität aus verstreuten Quellen zu unterschiedlichen Zeiten an verstreute Nutzer transportieren. In exakt diesen Betätigungsfeldern hat die Forschungsk Kooperation ASCR in den letzten fünf Jahren bedeutende Fortschritte erzielt.

Liefert gemeinsame Forschung und Entwicklung bessere Ergebnisse?

Die Frage, ob sich eine gemeinsame, unternehmensübergreifende und transdisziplinäre Forschung „rechnet“, wird wohl nie einfach und abschließend zu beantworten sein. Zahlreiche ExpertInnen haben sich mit dieser Fragestellung bereits auseinandergesetzt.¹ Aus den Erfahrungen der ASCR kann jedenfalls festgehalten werden, dass die Zusammenarbeit unterschiedlicher Fachbereiche wie Physik, Energietechnik, Elektrotechnik, Thermodynamik, Wirtschaft, Recht oder Verhaltenspsychologie einzigartige Ergebnisse liefern kann, die ein Fachbereich alleine in diesem Umfang und dieser Tiefe nicht erarbeiten könnte.

Der durch eine rasant wachsende Bevölkerung bedingte Änderungsdruck auf die städtische Energieversorgung hat viele Parameter, die beachtet werden müssen. Wir wollen hier nur einige Facetten herausgreifen, um zu verdeutlichen, dass die Energieforschung für die Städte der Zukunft eine transdisziplinäre sein muss!

Starten wir dort, wo die Energie für die Menschen einer Stadt idealerweise erzeugt werden sollte, nämlich möglichst nahe beim Verbraucher. Grund und Boden ist in Zeiten der Urbanisierung ein rares Gut und steht für eine Nutzung durch Solarthermie-, Photovoltaik- oder Windkraftanlagen nicht uneingeschränkt zur Verfügung. Wir müssen daher überlegen, wie insbesondere Gebäude für die Energieerzeugung genutzt werden können. PlanerInnen und ArchitektInnen sind gefordert, ihre Werke zukünftig dermaßen zu gestalten, dass so viel Fläche wie möglich für Energieerzeugungsanlagen genutzt werden kann. Das betrifft die Gebäudedächer und

die Fassaden, aber auch die Räumlichkeiten für den Einbau von Energieanlagen, wie etwa Wärmepumpen oder Energiespeicher. Ebenso sollte Gebäuderaum für die Nutzung von Abluft aus Parkgaragen, Turnsälen oder Klassenzimmern zur Verfügung stehen. Gleichzeitig ist mit zu überlegen, inwieweit das Erdreich zur Speicherung von solarer Wärme aus dem Sommer für die kalte Winterzeit genutzt werden kann. Andernfalls wird eine umweltschonende Beheizung und zukünftig auch Kühlung von Gebäuden kaum möglich sein.

Wir müssen im Verbund mit den relevanten Stakeholdern Überlegungen anstellen, wie die Stadt- und Grätzentwicklung optimal zu erfolgen hat, um z. B. wechselseitig negative Beeinflussungen aus der Nutzung des Grundwassers als Wärmequelle gering zu halten. Energie-, Bau- und Wasserwirtschaft sowie StadtplanerInnen müssen gemeinsam agieren, um optimale Energienutzungsmöglichkeiten zu verwirklichen.

Da es sich bei den ASCR-Teststellungen um langfristig in Betrieb befindliche Anlagen handelt, müssen sie – auch wenn sie Gegenstand einer Forschungsinitiative sind – einem Mindestmaß an Wirtschaftlichkeit entsprechen. Das heißt, auch ökonomische Überlegungen sind sowohl in der Planungsphase als auch in der Optimierung der im Forschungsbetrieb befindlichen Anlagen anzustellen, um den richtigen Zeitpunkt für die Weiterentwicklung von Prototypen zur Marktreife zu bestimmen oder gegebenenfalls auch rechtzeitig zu stoppen. Wir müssen sicherstellen, dass die aus öffentlichen oder aus den Kerngeschäften der Unternehmen freigemachten wirtschaftlichen Mittel auch effizient verwendet werden.

Die Sozialforschung wiederum muss begleitend sicherstellen, dass die Umsetzung der von den TechnologieexpertInnen angedachten Lösungen einen nachhaltigen Nutzen für die KundInnen generiert. Dazu braucht es eine frühe Einbindung der zukünftigen User über die Sozialforschung und laufende Querchecks mit allen anderen Disziplinen.

Was passiert mit den Entwicklungsergebnissen der ASCR? Wer trägt wofür die Verantwortung?

„Wer ernten will, muss säen!“

Dieser Spruch gilt auch für Forschung und Entwicklung! Die richtige Aussaat, das passende Wetter, die permanente Hege und Pflege der jungen Pflänzchen sind das Um und Auf für eine erfolgreiche Ernte der Früchte.

Das ASCR-F&E-Programm enthält zahlreiche detaillierte Forschungsfragen und stellt die wichtige Ausgangslage für sämtliche Aktivitäten dar. Im Auftrag der Gesellschafter entwickeln die beteiligten Forschungsteams Konzepte und Lösungen und implementieren prototypische Systeme in den entsprechenden Testbeds.

Die dahinterliegende Arbeitsstruktur ist komplex. Das Forschungs- und Entwicklungsprogramm ist ein gemeinsames und soll von den gesellschafterseitig genannten, verantwortlichen Projektleitern auch gemeinsam umgesetzt werden. Die TechnologInnen der Forschungsgruppen von Siemens müssen daher mit den für die Umsetzung verantwortlichen Teams der Wiener Netze, der Wien Energie und der geschäftsführenden Siemens-Einheiten Building Technology (BT) und Energy Management (EM) eng zusammenarbeiten.

Die ASCR bietet als Kooperationsplattform den notwendigen Rahmen für einen strukturierten Erfahrungs- und Ergebnisaustausch. Dazu gehört auch die Bereitstellung passender Methoden, um die gewünschten Ergebnisse zu ermöglichen (Programm- und Projektmanagement), zwischenmenschliche Barrieren zu überwinden und unternehmenskulturelle Unterschiede abbauen zu können. Letztlich ist die ASCR auch für den effizienten Mitteleinsatz verantwortlich und muss die Zweckmäßigkeit und Wirksamkeit des Forschungs- und Entwicklungsprogramms laufend sicherstellen.

Die Verantwortung, wertvolle Forschungsergebnisse zu erzielen, ruht somit nicht nur auf den Schultern der ASCR, sondern auf denen aller Gesellschafter. Ebenso, ob und wann die entwickelten Prototypen tatsächlich zu marktreifen Produkten weiterentwickelt werden.

Empfehlungen und die Verwertung der Forschungsergebnisse

Verwertung des Know-hows auf Gesellschafterebene

Die Verwertung der Ergebnisse ist umfassend im Kooperationsvertrag bzw. in den Entwicklungsrahmenverträgen und den Personalüberlassungsverträgen der ASCR geregelt. Diese Regelwerke nehmen zudem darauf Rücksicht, wie mit vorhandenem Know-how und etwaigen bereits bestehenden Schutzrechten umgegangen werden soll. Gerade Letzteres ist in hohem Ausmaß beim Technologiepartner Siemens der Fall, sodass bei der Vertragsgestaltung diesem Umstand große Bedeutung beigemessen wurde.

An den gemeinsam erarbeiteten Forschungsergebnissen wurden den Mitgesellschaftern wechselseitig umfassend Nutzungsrechte zugesichert. Insofern ist die Verwertbarkeit der Ergebnisse in einem ausgewogenen Umfang für alle an der ASCR beteiligten Partner so weit wie möglich rechtlich geregelt und abgesichert.

Auf Basis des oben beschriebenen Entscheidungsprozesses ist es allen Gesellschaftern möglich, ihre jeweiligen Produkt- oder Dienstleistungsprozesse aufzubauen und umzusetzen. Mit fortschreitender Forschungsdauer wird eine regelmäßige Abstimmung über die rechtliche Relevanz bzw. vertragsrechtliche Einordnung von Entwicklungen und Ergebnissen an Bedeutung gewinnen, um die Verwertung von laufend erzielten Ergebnissen auf Gesellschafterebene bereits in frühen Stadien vorzubereiten. Letztlich sollen die Ergebnisse der gemeinsamen Forschungstätigkeit rasch ihre Wirkung in der Realität entfalten können.

Nutzen des ASCR-Know-hows für die Stadt Wien

Der direkten Verwertung des oben beschriebenen kommerziell verwertbaren Know-hows sind aufgrund der Gesellschafterstellung von Wien Energie und Wiener Netze und damit der mittelbaren Beteiligung der Stadt Wien rechtliche Grenzen gesetzt. Wertvoller Nutzen für die Stadt Wien entsteht aber jedenfalls, wenn die Gesellschafter Siemens, Wien Energie und die Wiener Netze das

¹ Philipp W. Balsiger: Transdisziplinarität. Systematisch-vergleichende Untersuchung disziplinübergreifender Wissenschaftspraxis. Fink, München/Paderborn 2005, ISBN 3-7705-4092-1, Matthias Bergmann, Bettina Brohmann, Esther Hofmann, M. Céline Loibl, Regine Rehaag, Engelbert Schramm, Jan-Peter Voß: Qualitätskriterien transdisziplinärer Forschung. Ein Leitfaden für die formative Evaluation von Forschungsprojekten. ISOE-Studientexte, Nr. 13, 2005.

erworbene Know-how in der Praxis zum Einsatz bringen und damit zusätzlich aktiv an der Absicherung hochwertiger Arbeitsplätze mitwirken. Mit der Bündelung der komplementären Stärken von drei großen Unternehmen gewinnt die Stadt Wien ein hohes Image in Stadtentwicklungsfragen. Es ist wohl weltweit einzigartig, dass die öffentliche Hand in einer Forschungskoooperation zwischen ihren eigenen Unternehmen und einem internationalen Technologiekonzern drängende energiewirtschaftliche Zukunftsfragen löst. Das Modell findet weltweit Anklang. Beleg dafür sind zahlreiche Besuche ausländischer Delegationen in der Seestadt (siehe auch Kapitel „Vermarktung“, Seite 120).

Unabhängig vom vorher Gesagten ziehen mittlerweile auch einzelne Dienststellen der Stadt Wien die ASCR zur Klärung von energiewirtschaftlichen Fragestellungen im Smart-City-Kontext hinzu. Die ASCR steht dafür gerne zur Verfügung und verbessert damit laufend ihre eigene Beratungskompetenz bei kommunalen Fragestellungen.

Transdisziplinäre Ergebnisse als Basis für die folgende Forschungsperiode ASCR 2.0

Eine wenig überraschende Erkenntnis aus der Forschungsdomäne Smart User ist, dass Alltagszwänge den Usern trotz technischer Hilfen wie Smart Home Control oder Smart Home Automation nur wenig Raum für aktive Entscheidungen lassen. Das Potenzial für Lastverschiebungen aufgrund von Verhaltensänderung wird den erhobenen Daten zufolge auch in Zukunft nicht sonderlich hoch sein. Innerhalb der ASCR wurde daher intensiv – und durchaus sehr kontroversiell – diskutiert, ob und inwieweit der Smart User im Zusammenspiel mit intelligent agierenden Gebäuden an der notwendigen Änderung der Energiezukunft tatsächlich aktiv mitwirken kann. Trotz diverser Vorbehalte haben wir uns schlussendlich entschieden, die Smart User weiterhin aktiv in unsere Forschung einzubeziehen und im Forschungsprogramm ASCR 2.0 weitere Ansätze zu entwickeln und auf ihre Wirkung und Akzeptanz abzuklopfen.

Die gerade aus der Sozialforschung erhaltenen Informationen zur Gebäudequalität sind für die ASCR Motivation, enger mit den Bauträgern zusam-

menzuarbeiten, um eine Verbesserung in der baulichen und technischen Ausgestaltung von Gebäuden zu erreichen. Gerade die Sommertauglichkeit des Bildungscampus und der Wohnungen auf D12 wurde von den Usern mehrfach kritisiert. In der warmen Jahreszeit kam es zu Überhitzungen und damit zur Anschaffung von Klimageräten oder Ventilatoren. Ein Vorgehen, das sich auf die Nutzung der Gebäudeflexibilität nachteilig auswirkt. Insofern widmen wir zukünftig Aspekten der wassergeführten Wohnraumkühlung erhöhte Aufmerksamkeit.

Neben der klassischen Forschungsarbeit wird es in hohem Ausmaß notwendig sein, alle in die Stadtentwicklung involvierten Stakeholder zu überzeugen, dass eine hohe Gebäudequalität und eine intelligente, vorausschauende Steuerung von smarten Gebäuden immer wichtiger werden. Es ist ein erklärtes Ziel der ASCR, die aussagekräftigen Ergebnisse aus der Forschungsdomäne Smart Building zu nutzen, um das Gebäudeenergiemanagementsystem BEMS weiterzuentwickeln und die gesammelten Erfahrungen zur Installation, Inbetriebnahme und Wartung für interessierte Bauträger bereitzustellen.

Die zukünftig erwartbare breite Anwendung intelligenter Gebäudesteuerungstechnik kann eine stabile Basis für die Vermarktung von Gebäudeflexibilitäten durch Wien Energie und Wiener Netze bilden. Um das in der ersten Forschungsphase errechnete Flexibilitätspotenzial tatsächlich zu erreichen und wirtschaftlich nutzbar zu machen, müssen rasch weitere Partner auf Bauträgerseite überzeugt und eingebunden und Langzeiterfahrungen über mehrere Saisons gesammelt werden.

Die in der Forschungsdomäne Smart ICT entwickelten Analyse- und Prognosetools werden testweise bereits heute in der Netzplanung und im Netzbetrieb eingesetzt.

Die bislang erzielten Ergebnisse bilden also eine hervorragende Basis, um die gemeinsame Arbeit an den drängendsten Energieforschungsfragen unserer Zeit fortzuführen.

Ausblick – das Forschungsprogramm ASCR 2.0

Die Fortführung einer erfolgreichen Zusammenarbeit

Um auf die Fragen der zukünftigen städtischen Energieversorgung adäquate Antworten erarbeiten zu können, bedarf es einer möglichst realitätsnahen Entwicklungsumgebung, in der die unterschiedlichen Lösungsansätze laufend auf ihre Praxistauglichkeit geprüft werden können. In der ersten ASCR-Geschäftsperiode (2013–2018) wurde eine hochmoderne infrastrukturelle Basis geschaffen, mit der sich komplexe Wirkungszusammenhänge abbilden lassen. Ihr Wert liegt neben dem aufgewandten CAPEX in einem domänenübergreifenden „Datenschatz“, der nur unter enorm hohem Aufwand reproduzierbar wäre und deshalb unter keinen Umständen verloren gehen darf.

Die Unternehmen Siemens, Wien Energie, Wiener Netze, Wirtschaftsagentur Wien und Wien 3420 bieten in Form der Kooperationsplattform Aspern Smart City Research genau dieses für die weiteren Forschungen so wichtige Umfeld. Mit der Ende Oktober 2018 vollzogenen Unterzeichnung der Verträge zu ASCR 2.0 (2019–2023) steht fest, dass die ASCR auch in den nächsten Jahren ihre innovativen Testbeds für die forschungsintensiven Arbeiten am zukünftigen städtischen Energiesystem bereitstellen wird. Ihre Aufbauorganisation, eine Mischung aus Programm- und Projektmanagement, Förderprojekt-abwicklung, Forschungsbetrieb und klassischer Unternehmensführung, bleibt dabei ein verlässlicher Garant für die Zielerreichung.

Das übergeordnete Arbeitsziel der neuen ASCR-Tätigkeitsperiode muss lauten, Lösungen auf den Boden zu bringen. Mehrwerte, die sich aus den beantworteten Forschungsfragen und Entwicklungsergebnissen für die Gesellschafter ergeben, sollen bei entsprechender Wirtschaftlichkeit in den nächsten fünf Jahren in den operativen Alltag überführt werden.

Änderungsprozesse von Normen und Regelungen werden sich beschleunigt an die Geschwindigkeit des technologischen Fortschritts anpassen müssen, um diesen nicht zu behindern, sondern

einen Beitrag zu einer sozialen, wirtschaftlichen und nachhaltigen Gesellschaft zu leisten. In der ASCR können notwendige normative Bedingungen proaktiv herausgearbeitet werden. Unterschiedliche Szenarien können getestet und eine pragmatische Umsetzung, welche für alle Teilnehmer gewinnbringend sein wird, vorbereitet werden.

Insbesondere die Forschung in der Domäne Smart Grid kann rasch an regulatorische Grenzen stoßen, da etwa dem Betrieb von elektrischen Speichersystemen derzeit normative Schranken gesetzt sind, deren Adaptierung sich aufgrund von Forschungsergebnissen als sinnvoll erweisen könnte. Daher ist es beabsichtigt, in derartigen Fragen die E-Control Austria (ECA) eng in die Suche nach Innovationen einzubeziehen.

Der zunehmend hohe Integrationsgrad von Produktionsanlagen, Speichern, Netzkomponenten und unterschiedlichen Sensoren zu hochkomplexen Systemen macht es mittlerweile notwendig, sogenannte „Plug & Automate“-Lösungen zu entwickeln, um die Roll-out-Kosten (für Installation, Betrieb und Wartung des Gesamtsystems) zu reduzieren.

Erkenntnisse aus der Analyse der stetig wachsenden Datenmenge (Big Data) werden die Basis für jede moderne Betriebsführung sein. In der ASCR werden daher fortlaufend neue Methoden ausgearbeitet und getestet, um z. B. Big Data und industrielles IoT (Internet of Things) optimal für die Umsetzung neuer Geschäftsmodelle zu nutzen. Dies beinhaltet selbstverständlich auch die Berücksichtigung neuer, hochmoderner Sicherheitskonzepte, um Cyberangriffen entgegenzuwirken.

Die zunehmende wechselseitige Beeinflussung der verschiedenen Domänen durch Vernetzung und Integration erfordert außerdem eine erhöhte Bereitschaft der Nutzerinnen und Nutzer, technologisch-kommunikativ in die moderne Energieversorgung einer Smart City eingebunden zu werden.

Die ASCR ist ein weltweit einzigartiges Forschungsprojekt, in dem einander ergänzende Unternehmen gemeinsam mit der Stadtverwaltung und den eingebundenen BewohnerInnen an Gesamtlösungen forschen. Um die hochgesteckten Ziele auch zu erreichen, müssen unzählige Schnittstellen bedacht und das Zusammenspiel komplexer

Systemkomponenten beherrscht werden. Jeder beteiligte Gesellschafter kann für sich einen Teil der Gesamtlösung entwickeln, aber nur durch gemeinsame Anstrengungen rückt die herbeigesehnte Energiewende tatsächlich in greifbare Nähe. Die ASCR bündelt die dafür notwendigen Kompetenzen und fungiert so als „Enabler“ für die Realisierung dieser neuen, nachhaltigen Energiezukunft.

Aufgrund der technologischen Fortschritte in den genannten vier Bereichen (Smart Grid, Smart Building, Smart User und Smart ICT) hat die Forschungsgesellschaft internationale Bekanntheit erlangt und verfügt über ein hervorragendes und fortschrittliches Image. Das ASCR Demo Center wird pro Jahr von mehreren hundert BesucherInnen aus der ganzen Welt besucht. Veröffentlichungen in

bekannten Fachzeitschriften und Präsentationen bei diversen Konferenzen und Tagungen stoßen regelmäßig auf hohe Anerkennung des Fachpublikums. Als absolutes Highlight kann hier der Gewinn des Smart City Award 2016 für das beste Projekt gelten, ein begehrter Preis, der jährlich auf dem Smart City Expo World Congress in Barcelona verliehen wird.

Ausblick auf die zukünftigen Forschungsaktivitäten

Das neue Forschungs- und Entwicklungsprogramm ASCR 2.0 lässt sich grob in vier Hauptthemen gliedern. Im Fokus stehen dabei die Unternehmen der Wiener Stadtwerke mit ihren spezifischen Aufgaben (Energieversorgung, Netzbetrieb) sowie

die Stadt als Gesamtes. Die Hauptstoßrichtungen des Programms sind:

- **Behagliches Wohnen und Arbeiten**

Die Forschungsarbeiten der ASCR sollen innovative Lösungen für die städtische Energiezukunft bieten. Die neuen Konzepte können nur dann erfolgreich marktwirtschaftlich umgesetzt werden, wenn sie ein Bedürfnis befriedigen oder ein dringendes Problem lösen. Die ASCR folgt diesem Prinzip. Da Wohnen und Arbeiten zentrale Aspekte unseres Lebens darstellen, hat sich die ASCR zum Ziel gesetzt, für diese Lebensbereiche insbesondere aus energiewirtschaftlicher Sicht effiziente Lösungen anzubieten. Wir setzen damit nicht nur einen gesellschaftlichen Impact, sondern ermöglichen vor allem den Gesellschaftern als „First Mover“, die zukünftige Energiewelt mitzugestalten.

- **Datenmanagement: von der „Datentonne“ zum „Datenschatz“**

Eine hohe Anzahl verschiedener Datenquellen in ein einheitliches System zu integrieren und gleichzeitig die Qualität und Quantität der Daten automatisiert zu überwachen ist eine hochkomplexe Aufgabe. In der ASCR wollen wir eine leichte und unkomplizierte Verfügbarkeit aller Daten realisieren, um rasch und zielgerichtet Analysen durchführen zu können. Datensicherheit und Privatsphäre stehen dabei weiterhin an oberster Stelle.

- **Effizienzgewinn: „Systemumbruch durch Digitalisierung“**

Die Digitalisierung insbesondere der Stromnetze wird in den nächsten Jahren rasch fortschreiten. Die zum Teil bereits implementierten Technologien wie „Plug & Automate“, Data Analytics oder automatisierte ICT-Security werden weiterentwickelt und im Gesamtsystem getestet, um eine homogene Vorgehensweise über alle Ebenen realisieren zu können. Für Wien Energie als marktteilnehmendes Unternehmen sollen die Forschungsergebnisse Basis für die Etablierung personifizierter Angebote, Dienstleistungen oder

auch gesamthafter Energielösungen an (Groß-) Kunden sein.

- **Lokales, optimiertes Energiesystem**

Zukunftsfähige nachhaltige Energiegesamtsysteme stellen den Schwerpunkt der ASCR-2.0-Tätigkeiten dar. Die ASCR konzipiert bereits heute Lösungen zur Eigenbedarfsoptimierung von Gemeinschafts-PV-Anlagen. Zum Beispiel wird Österreichs erste Mieterstromanlage für die Wirtschaftsagentur Wien im Technologiezentrum Aspern geplant. Mit der Idee eines echten „Anergienetzes“, das mehrere smarte Gebäude mit einer wassergeführten Wärmeversorgung und Kühlung verbindet, sollen neue Erkenntnisse für innerstädtische Energielösungen gewonnen werden. Hier werden wir gemeinsam mit Wien Energie und Siemens verstärkt mit innovativen Bauträgern zusammenarbeiten.

Das Forschungsprogramm ASCR 2.0 muss nicht das Ende der Fahnenstange sein

Das Forschungs- und Entwicklungsprogramm ASCR 2.0 mit seinen Technologiefeldern (Technology Streams) und Anwendungsfällen (Use Cases) ist im Dokument „ASCR 2.0 F&E-Programm“ detailliert beschrieben. Es dient als Rahmen für sämtliche Aktivitäten, die Ende 2023 in einem umfassenden Ergebnisbericht (wie dem hier vorliegenden) zusammengefasst werden. In der ASCR mischen sich die Kulturen und das Know-how von drei großen Unternehmen. 2023 – nach einer fast zehnjährigen gemeinsamen Forschungszeit – werden die immensen Erfahrungswerte genutzt werden können, um noch rascher und zielgerichteter die sicher nicht einfacher werdenden Zukunftsfragen von Smart Cities zu lösen. Aufgrund der Integration in den Smart-City-Prozess der Stadt Wien besteht bei der ASCR auch breites Verständnis für Problemstellungen außerhalb der Energiewirtschaft. Da eine robuste und nachhaltige städtische Energieversorgung – jene, die die ASCR und ihre Gesellschafter entwickeln möchten – die Basis für alle zunehmend digitalisierten Smart-City-Anwendungen ist, kann die ASCR in Zukunft eine interessante Basis für den Ausbau weiterer innovativer Initiativen sein.



EIGENTÜMER UND HERAUSGEBER	Aspern Smart City Research GmbH & Co KG (ASCR) Technologiezentrum Seestadt Seestadtstraße 27/2/Top 19, 1220 Wien +43 1 908 93 69, office@ascr.at, www.ascr.at
REDAKTION	Aspern Smart City Research GmbH & Co KG (ASCR)
KONZEPTION UND TEXT	ASCR, Siemens, Wien Energie, Wiener Netze, Wirtschaftsagentur Wien, Wien 3420
PROJEKTLEITUNG	Oliver Juli (ASCR)
REDAKTIONSTEAM	Robert Grüneis (ASCR) Georg Pammer (ASCR) Oliver Juli (ASCR) Melisa Kis-Juhasz (ASCR) Wolfgang Prügler (MME) Susanne Geissler (SERA)
MITWIRKENDE	Andreas Schuster (ASCR) Ines Weigl (ASCR) Nicole Kreuzer (ASCR) Robert Hammerling (ASCR) Martin Svaricek (ASCR) Roman Tobler (ASCR) Christopher Kahler (Wiener Netze) Roland Zoll (Wiener Netze) Alfred Einfalt (Siemens) Lukas Krammer (Siemens) Gerhard Engelbrecht (Siemens) Siegrun Klug (SERA) Natalie Prügler (MME) Dagmar Hemmer (communication matters)
ARTDIRECTION UND DESIGN	Maria Lechner
JOURNALISTISCHE BEGLEITUNG	Klaus Fischer
LEKTORAT	Johannes Payer
INFOGRAFIKEN	Vogel AV, APA Auftragsgrafik
FOTOS	APA-Fotoservice, Andi Bruckner, communication matters, Ian Ehm, Emakina, Kurt Keinrath, Philipp Lipiarski, PID, Bernd Richter, Peter Rigaud, Walter Schaub-Walzer, Vogel AV
EIGENTÜMERLOGOS	ASCR, Siemens, Wien Energie, Wiener Netze, Wirtschaftsagentur Wien, Wien 3420
FÖRDERPROJEKTLOGOS	SCDA (ASCR), iNIS (AIT), FACDS (Wiener Netze)
DRUCK	AV+Astoria

www.ascr.at

As