In Süddeutschland nimmt die Energiewende Form an.

C/sells-*Community* _ das Magazin

ZELLE ALTDORF – Ein Stromnetz, das mitdenkt
ZELLE MANNHEIM – Ein Stadtquartier, das partizipativ entsteht
ZELLE NORDHESSEN – Ein Marktumfeld, das flexibles Handeln auslöst
ZELLE SCHWÄBISCH HALL – Eine Energieerzeugung, die neu entsteht

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages
SINTEG
SCHAUFENSTER INTELLIGENTE ENERGIE
C sells

Vorwort

Liebe Leser, C/sells-Partner, SINTEG-Akteure und Energiewende-Unterstützer,

mit der ersten Ausgabe des C/sells-Magazins informieren wir über eine Auswahl der ersten Zwischenergebnisse, die unsere C/sells-Community seit Januar 2017 erreicht hat. Besonders im Fokus ist unser zellulärer Ansatz, denn dort – in den Demonstrations- und Partizipationszellen – passiert es: Energiewende wird erlebbar. An über 40 Orten in Bayern, Baden-Württemberg und Hessen werden unterschiedlichste Aktivitäten initiiert, die das digitale Energiesystem der Zukunft erforschen und erproben – unter Einbeziehung zahlreicher beteiligter Prosumenten, Bürgerinnen und Bürger, kommunaler Akteure und der Industrie und Wirtschaft. Deswegen präsentieren die Autoren in diesem Magazin einige ausgewählte Zellen und zeigen auf, was genau sich in Altdorf bei Landshut in Bayern, in Mannheim, in Nordhessen und in Schwäbisch-Hall verändert.

Besonders stolz sind wir auf die gemeinsam in der C/sells-Community erarbeitete Leitidee, die in einem iterativen Prozess unter Einbindung zahlreicher Mitwirkender und -schreibender ein gemeinsames Verständnis von C/sells unter den mehr als 50 Partnern und mehr als 300 Personen in der Community darstellt. Das umfangreiche Leitidee-Papier haben wir für dieses Magazin auf einen kompakten Artikel verkürzt und hoffen, Ihnen hiermit einen Einstieg in die Welt von C/sells zu ermöglichen. Viel Vergnügen bei der Lektüre wünscht das C/sells-Partizipationsteam aus dem Arbeitspaket 2.7 »Partizipationsarbeit in komplexen Strukturen mit Partikularinteressen«.

Melanie Peschel,
Arbeitspaketleitung Partizipation,
Smart Grids-Plattform Baden-Württemberg e.V.

Inhalt

Vorwort

Das große Ganze

Die Keimzellen der digitalen Energiewende 6

C/sells: Unsere Leitidee 12

Zellen im Portrait

ALTDORF – Ein Stromnetz, das mitdenkt 16

MANNHEIM – Ein Stadtquartier, das partizipativ entsteht 18

NORDHESSEN – Ein Marktumfeld für flexibles Handeln 20

SCHWÄBISCH HALL – Decarbonisierte Energieerzeugung 26

C/sells in der Presse

Der zelluläre Ansatz 30

Das Energiesystem der Zukunft 34

Partizipation – dort passiert es

Neun Kommunen für die Mitmach-Energiewende 36

C/sells bewegt Süddeutschland

Die Keimzellen der digitalen Energiewende

Autoren: Dr.-Ing. Albrecht Reuter (Fichtner IT Consulting GmbH), Julia Birkelbach (TenneT TSO GmbH), Dr.-Ing. Rainer Enzenhöfer (TransnetBW GmbH), Nico Lehmann (KIT), Peter Maas (IDS GmbH), Melanie Peschel (Smart Grids-Plattform Baden-Württemberg e.V.) und Christian Radl (TransnetBW GmbH).

100 Millionen Euro werden in den nächsten vier Jahren in der Modellregion »C/sells« in Süddeutschland investiert. Baden-Württemberg, Bayern und Hessen werden dabei zum »Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende«. Das von der Bundesregierung aufgelegte Förderprogramm weist den Weg in die Zukunft des digitalen Energiesystems, welches die Energiewende braucht.

Partizipationszelle
Demonstrationszelle
Partizipations- und Demonstrationszelle
weitere 6 überregionale Zellen
Anzahl der Demonstratoren pro Zelle
3
Kassel
Dillenburg
2
Kirchhain
Arzberg
Fürth (Odenwald)
Mannheim
3
Leimen
Waghäusel
Schwäbisch Hall
Cham
Heilbronn
2
Karlsruhe
2
Fellbach
Stuttgart
Altdorf (Niederbayern)
Offenburg
Ulm
3
LK Ortenau
Senden
München
Hohentengen
LK Ebersberg
Allensbach
Konstanz

»
Unsere Energieinfrastruktur wird erneuerbar, dezentral, service-orientiert und partizipativ. C/sells will diesen Wandel mit einer Vielfalt an Aktueren mitgestalten und anhand konkreter Demonstrationszellen in den Sonnenländern Baden-Württemberg, Bayern und Hessen die Machbarkeit zeigen.
«

Dr.-Ing. Albrecht Reuter

Die Energiewende-Ziele für Deutschland wurden durch die Beschlüsse der Bundesregierung im Juni 2011 festgelegt und in mehreren internationalen Vereinbarungen, wie z.B. der COP21 (Conference of the Parties) in Paris, weiterentwickelt. Im Kern bedeutet Energiewende die weitestgehende Dekarbonisierung der Infrastrukturen bis zur Mitte des Jahrhunderts, die vollständige Abkehr von der Nutzung von Kernkraft bis 2022 und der schrittweise Umbau der Energieversorgungsstrukturen von einer ressourcenbasierten Energiewirtschaft (Kohle, Gas, Öl) hin zu einem technikorientierten System, das auf erneuerbaren Energien (Photovoltaik, Windenergie, Wasserkraft, Biomasse) fußt.

Zum Jahreswechsel 2016/17 erfolgte der Startschuss für fünf Demonstrationsvorhaben in Deutschland, die im Rahmen des Förderprogramms »Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende« (SINTEG) bis Ende 2020 stattfinden. Die Projekte werden vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert. Eines der Projekte wird in den Bundesländer Baden-Württemberg, Bayern und Hessen und heißt »C/sells«. Im C/sells-Projekt haben sich 59 Partner aus Wissenschaft, Industrie und Netzbetrieb zusammengeschlossen, um das 100-Millionen-Euro-Projekt über vier Jahre auf eine erfolgreiche Ausbreitung im Massenmarkt vorzubereiten. Dabei steht das »C« für Cells, für die Zellen, die in Summe die gesamte Modellregion ausmachen. »sells« verweist auf neue Geschäftsmodelle, die mit der digitalen Energiewende neue Wirtschaftsstrukturen und -chancen entstehen lassen. Die Energiewirtschaft muss sich zum einen sukzessive auf neue Player einstellen und zum anderen die Energieversorgung trotz aller Veränderungen, Volatilitäten und Ungewissheiten stabil halten. Gute Chancen haben insbesondere jene, die die Mechanismen der Digitalisierung verstanden haben und zum Kernbestandteil ihrer Geschäftsmodelle machen.

Smart Grids für ein intelligentes Energiesystem

C/sells demonstriert, wie die Energiewende und der Ausbau erneuerbarer Energien großflächig umgesetzt werden können. Dabei entwickeln und demonstrieren die Projektpartner das Zusammenwirken von sogenannten Zellen des durch die Energiewende vorgezeichneten, zukünftigen Energiesystems.

Zellen können sowohl Erzeuger und Netze als auch Verbraucher und Speicher umfassen, die sich meist in einer räumlichen Nähe befinden, so z.B. Quartiere und Wohnsiedlungen, Einzelunternehmen und auch Areale wie Flughäfen oder Industriegebiete C/sells-Zellen. Dr. Albrecht Reuter steht vor 30 Demonstrationszellen und eine Vielfalt zellulär strukturierter Energiesysteme, die durch die aktive Partizipation der Beteiligten mitgestaltet werden. »Neben den Demonstrationszellen, die technische Lösungen sowie Marktansätze demonstrieren und den Partizipationszellen mit besonderem Augenmerk auf die Kommunikation, laden wir auch C/sells-Citys ein, sich unserem Movement anzuschließen. Die ersten Kommunen haben bereits ein Memorandum of Understanding unterzeichnet. Das Interesse ist groß.«, so Albrecht Reuter, Gesamtprojektleiter von C/sells.

Denn die Energiewende benötigt ein breites Movement in der Gesellschaft, so Reuter. Ein massives Umdenken in Bezug auf

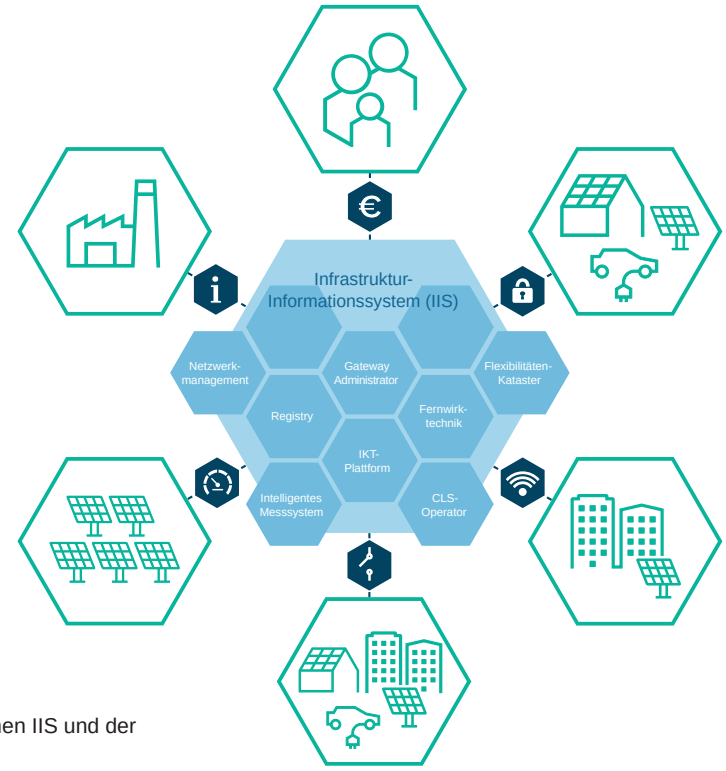


Abb. 1: Zusammenspiel zwischen IIS und der Energieinfrastruktur

Gewohnheiten im Umgang mit Energie oder Energiedienstleistungen ist notwendig, um Reibungsverluste bei der Transformation des Energiesystems gering zu halten. Um die Entwicklungswünsche und Kommunikationsbedürfnisse der Bevölkerung wie auch der Wirtschaft aufzugreifen, ist eine frühzeitige, aktive Einbindung notwendig. Die engagierte Teilnahme einer Vielzahl von Akteuren wird eine gesamtgesellschaftliche Bewegung schaffen, die die Energiewende aktiv vorantreibt und so die Denkwende möglich macht, welche die digitale Energiewende braucht. Die Energiewende-Ziele der Bundesregierung erfordern ein vollkommen neues Energiesystem mit intelligenten Netzen, um den immer größer werdenden Anteil erneuerbarer Energien automatisiert in den Stromnetzen zu steuern. Das Demonstrationsvorhaben C/sells entwickelt hierzu die Blaupause für das Energiesystem der Energiewende.

Drei zentrale Instrumente des digitalen Energiesystems

Das »Infrastruktur-Informationssystem (IIS)«, die »Abstimmungskaskade« und der »regionalisierte Handel mit Energie und Flexibilitäten« stellen die drei zentralen Instrumente und zugleich die Verbindungsglieder des C/sells-Projektes dar.

Das C/sells Infrastruktur-Informationssystem (IIS) stellt den Markt- und Netzakteuren Informations- und Zugriffsdienste mit den dazu erforderlichen Instrumenten bereit, um die Optimierung sowohl auf Zellebene als auch im Zellverbund zu ermöglichen und einen Marktzugang für Flexibilitäten zu schaffen. Das IIS sorgt dafür, dass der Informations- und Datenaustausch z.B. zu horizontalen und vertikalen Energieflüssen zwischen den verschiedenen Zellen sowie zu übergeordneten Energiemärkten zu unterstützt das IIS Energienetze, Energie(dienstleistungs-)märkte und Liegenschaften mit gemeinsamen Informationen und Kommunikationstechniken. Das IIS besteht aus Komponenten der Sensorik, der Aktorik, des Kommunikationssystems und gemeinsamer Basisdienste, wie in Abb. 1 skizziert.

Die Abstimmungskaskade ist eingebettet in die Organisation intelligenter Energienetze, die in einer vielfältigen, komplexen Zellstruktur erfordert, dass die Netze über alle Spannungsebenen hinweg rasch und weitgehend automatisiert kommunizieren und agieren. Dem Zellgedanken folgend, können erkannte oder prognostizierte, kritische Netzzustände automatisiert sowohl innerhalb der Zelle als auch im Zellverbund behoben werden.

Eine Schlüsselrolle spielt hier der kontinuierliche Austausch von Informationen zum Netzzustand zwischen den Übertragungs- und Verteilnetzbetreibern. Vor diesem Hintergrund wurde eine Bewertungslogik des Netzzustandes in Form einer Ampel eingeführt. Ist die Ampel grün, liegen keine kritischen Netzzustände vor. In der gelben Ampelphase ist der Netzzustand eines Netzsegments, beispielsweise durch einen potenziellen oder tatsächlichen Netzengpass, gefährdet. In dieser sog. Marktpartizipationsphase können Zellakteure den Netzbetreibern Flexibilitäten als Alternative anbieten und so helfen, kritische Situationen zu vermeiden.

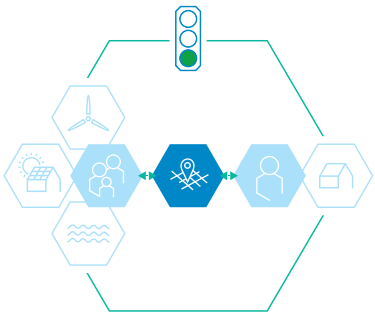


Abb. 2.1: Regionaler marktdienlicher Handel

C/sells-Beispiel

Familie Meier aus Dillenburg verkauft »ihren« Solarstrom an Herrn Beck, der Wert auf einen regionalen Strombezug legt. Ermöglicht wird dies durch eine Plattform oder P2P auf Basis der Blockchain-Technologie.

Plattform für regionalen Handel

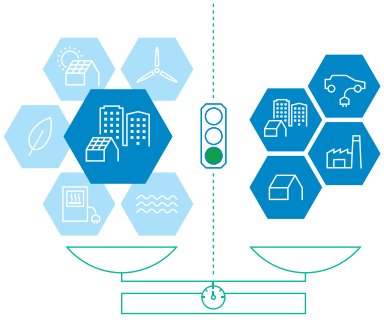


Abb. 2.2: Zentraler marktdienlicher oder systemdienlicher Handel

C/sells-Beispiel

Die Zelle Franklin bietet Regelleistung an. Die Flexibilität stammt aus dem optimierten Einsatz einer Vielzahl kleiner Anlagen.

Sektorenübergreifende Optimierung

L Q 4 X D U W L H U V] H O O H Q

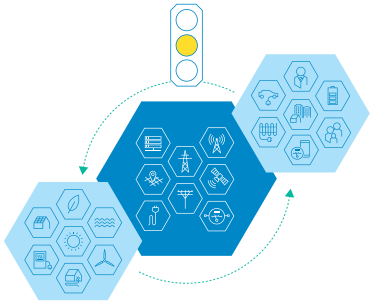


Abb. 2.3: Netzdienlicher Handel

C/sells-Beispiel

Anlagenbetreiber aus der Zelle Altdorf bieten einem Netzbetreiber Flexibilität einzelner Anlagen für das Engpassmanagement über eine Flexibilitätsplattform an. So können kritische Netzzustände verhindert werden.

Marktbasiertes Netzengpassmanagement

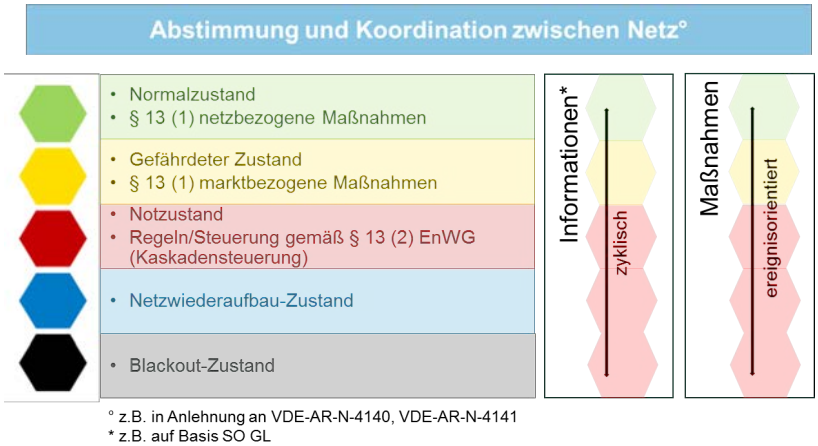
Schaltet die Ampel auf Rot, ist die Systemstabilität und damit die Versorgungssicherheit unmittelbar gefährdet. In diesem Fall dürfen Übertragungs- und Verteilnetzbetreiber nach § 13 Abs. 2 EnWG (entspricht der roten Ampel) die Erzeugungs- bzw. Verbrauchssituation durch direkte Regelung von Anlagen adaptieren, um die Versorgungssicherheit weiterhin gewährleisten zu können.

Die in C/sells angedachte automatisierte, einheitliche Abwicklung von Maßnahmen zur Sicherung der Netzstabilität minimiert die Dauer von roten Phasen. Damit wird eine diskriminierungsfreie, gleichberechtigte und ungehinderte Entfaltung der Akteursvielfalt ermöglicht, wobei die Netzbetreiber dem Markt die Netzinfrastruktur diskriminierungsfrei zur Verfügung stellen und damit die Rolle des Market Facilitators übernehmen.

Regionalisierter Handel bindet Akteure partizipativ ein

Die C/sells-Akteure können sowohl regional Energie und Flexibilität kaufen und verkaufen als auch auf den weiterentwickelten bisherigen, zentralen Märkten handeln und somit Erlöse erzielen. Eine Möglichkeit den regionalisierten Handel umzusetzen besteht in der Schaffung regionaler Märkte (kurz: Regiomärkte).

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass zentrale Märkte um regionalisierte Produkte erweitert werden. Ungeachtet der genauen Ausgestaltung des regionalisierten Handels steht es den C/sells-Akteuren frei, die Netzbetreiber bei Engpasssituationen im Netz zu unterstützen (z.B. Batteriespeicher speisen bei geringer Photovoltaik-Erzeugung ein), den Strom untereinander zu handeln (z.B. Verkauf des Stroms an einen Abnehmer



° z.B. in Anlehnung an VDE-AR-N-4140, VDE-AR-N-4141
* z.B. auf Basis SO GL

im Nachbardorf) oder wie bereits heute zentral zu verkaufen (an der Strombörse oder am Regelenergiemarkt).

Der C/sells-Handel schafft vielfältige Partizipationsmöglichkeiten und gibt allen Akteuren im zukünftigen Energiesystem einen ökonomischen Rahmen. Das C/sells-Marktdesign berücksichtigt dabei die Wechselwirkungen unterschiedlicher, parallel existierender Märkte mit regionalisierten und nicht regionalisierten Produkten und darüber hinaus die Umsetzbarkeit der Energieflüsse aufgrund physikalischer Netzrestriktionen im Rahmen der Ampelphasen.

Der Deutsche Bundestag hat eigens mit der sogenannten SINTEG-Verordnung die Möglichkeit geschaffen, die neuen C/sells-Marktkonzepte trotz der engen regulatorischen Rahmenbedingungen in der Praxis tatsächlich erproben zu können.

Süddeutschland als Schaufenster der intelligenten Energieversorgung

Süddeutschland, speziell Baden-Württemberg, Bayern und Hessen, besitzt alle Voraussetzungen für ein eindrucksvolles Schaufenster zur »Intelligenten Energieversorgung«. Die Region ist auf Grund der höchsten solaren Erzeugung in Deutschland, seiner vielschichtigen Netzstruktur mit ländlichen, dünn besiedelten Regionen, seinen Energiewende-begeisterten Bürgern, Politikern und Investoren sowie seiner zentralen Lage im europäischen Netzverbund für dieses Projekt prädestiniert. Europäische Vorhaben sind mit C/sells abgestimmt, sodass sich sowohl die Vorteile der europäischen Integration als auch einer Multiplikatorwirkung in den Nachbarländern entfalten werden.

Schon heute gibt es in Süddeutschland über 760.000 Prosumenten, die Strom nicht nur verbrauchen, sondern auch selbst erzeugen. Die vielfältige Akteursstruktur, die alle Wertschöpfungsstufen des zellulären Energiesystems umfasst, bietet ideale Voraussetzungen um neue Kooperationsmodelle zu entwickeln und umzusetzen. Mit C/sells wird damit ein fließender Übergang von der Demonstration bis zum Massenmarkt ermöglicht, der nach Vision der Projektbeteiligten durch das C/sells-Movement selbstverstärkend wirkt.

C/sells: Unsere Leitidee

Autoren: Maximilian Arens (Devolo AG), Dr. Dierk Bauknecht (Öko-Institut e.V.), Dr. Elisabeth Dütschke (Fraunhofer ISI), Dr. Rainer Enzenhöfer (TransnetBW GmbH), Dr. Anke Eßer (Fraunhofer ISI), Prof. Dr. Wolf Fichtner (KIT), Dr. Sebastian Gölz (Fraunhofer ISE), Dr. Birgit Haller (Dr. Langniß Energie & Analyse), Christoph Heinemann (Öko-Institut e.V.), Andreas Kießling (energy design & management consulting), Dr. Ole Langniß (Dr. Langniß Energie & Analyse), David Ritter (Öko-Institut e.V.) und Marilen Ronczka (PPC AG).

Was ist die Idee hinter C/sells und wie sieht das gemeinsame Verständnis von über 300 Projektbeteiligten aus? Eine Gruppe von Autoren aus den Übertragungsnetzen, Verteilnetzen, der Forschung, der Industrie und dem Dienstleistungssektor hat sich unter Anleitung von Christoph Heinemann vom Öko-Institut e.V. daran gewagt, die Leitidee für C/sells zu formulieren.
Das Ergebnis ist ein umfangreiches Paper, welches in diesem Magazin kompakt zusammengefasst einen Überblick über C/sells gibt.

C/sells ist zellulär, partizipativ und vielfältig – für das Energiesystem der Zukunft.

Wir zeigen in mehr als 30 Demonstrations- und neun Partizipationszellen, wie ein Informationssystem die intelligente Organisation von Stromversorgungsnetzen und den regionalisierten Handel mit Energie und Flexibilitäten ermöglicht. So entwickeln wir die Blaupause des zukünftigen Energiesystems.

C/sells demonstriert, wie die Energiewende und der Ausbau erneuerbarer Energien umgesetzt werden können, um unser Energiesystem nachhaltiger zu gestalten. Damit soll die globale Erwärmung auf unter 2 °C im Vergleich zu vorindustriellen Werten begrenzt werden (entsprechend der Vereinbarung der UN-Klimakonferenz in Paris). Dieses Ziel wollen wir wirtschaftlich, bei voller Gewährleistung der Versorgungssicherheit und unter Mitwirkung vieler Einzelakteure erreichen.

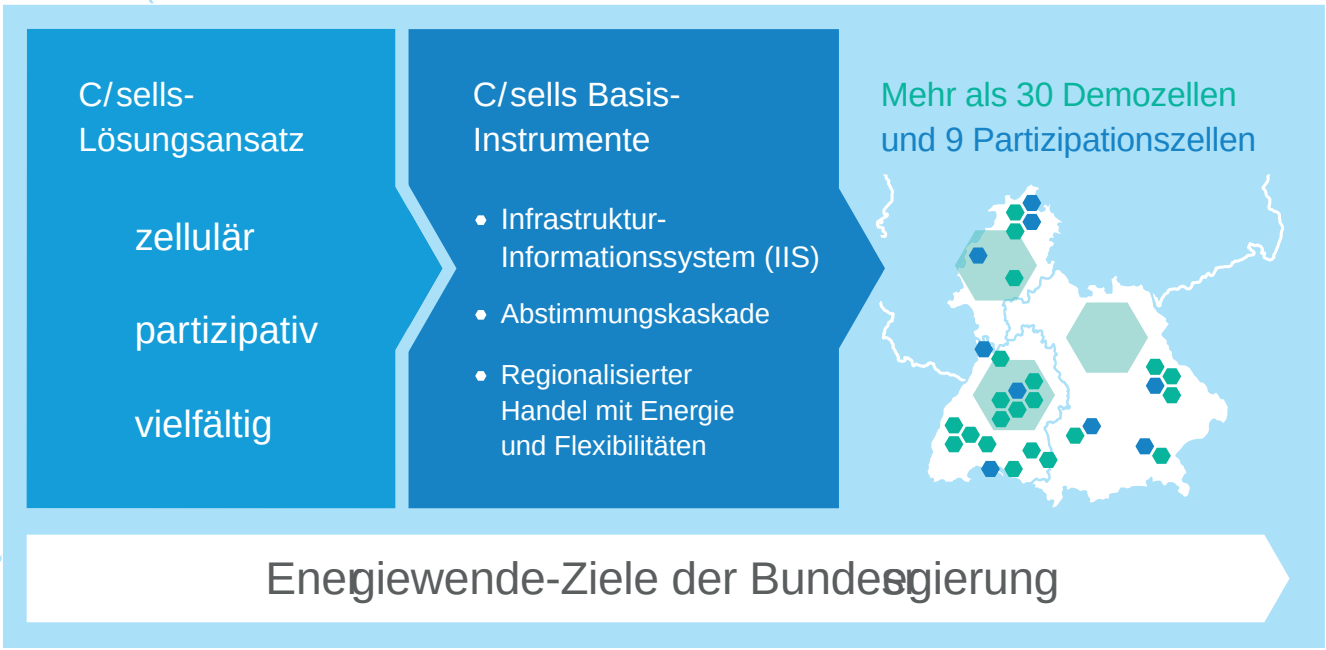
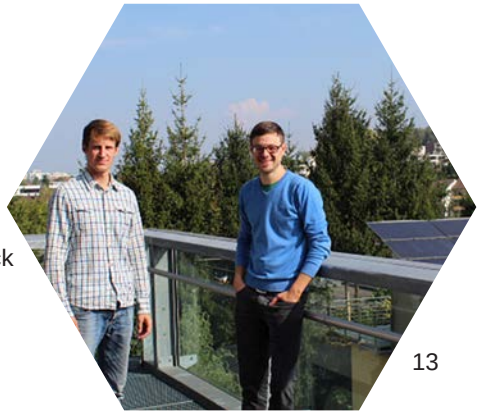


Abbildung 1: C/sells auf einen Blick – die Leitidee



Die beiden Leitidee-Autoren Christoph Heinemann und David Ritter geben auch im Podcast Einblick unter www.voicerepublic.com/users/smartgridsbw

Zellulär

Mit dem zellulären Ansatz teilen wir abgegrenzte Gebiete in so genannte Zellen ein. Diese sind untereinander verbunden und handeln autonom. Die Zellen können vielfältige Funktionen und Aufgaben übernehmen. Der Ausgleich von Erzeugung und Verbrauch von Energie innerhalb einer Zelle wird ebenso geregelt wie die netzdienliche Bereitstellung von Flexibilität. Somit wird auch regionalisierter Handel ermöglicht. Je nach Variante können so vielfältige Zellen entstehen mit unterschiedlicher Zellgröße (z.B. einzelne Liegenschaften, Stadtquartiere, Städte, usw.) und unterschiedlicher Zahl und Struktur von Akteuren (z.B. Verbraucher, Erzeuger, Speicher).

Partizipativ

C/sells sieht die gesellschaftliche Partizipation als eine zentrale Säule der Energiewende. Wir schaffen umfassende Möglichkeiten, dank derer sich Bürgerinnen und Bürger, Unternehmen sowie Institutionen an der Transformation des Energiesystems beteiligen können. Diese Beteiligung erfolgt sowohl durch die aktive Mitgestaltung und Nutzung von Energiedienstleistungen und -produkten, als auch durch Investitionen in erneuerbare Stromerzeugung (z.B. Photovoltaik-Anlagen oder Windparks).

Die C/sells Basis-Instrumente
Die drei wesentlichen Instrumente zur Umsetzung der Energiewende in C/sells sind das Infrastruktur-Informationssystem (IIS), die Abstimmungskaskade sowie der regionalisierte Handel mit Energie und Flexibilität.

Das IIS bildet das informationstechnische Rückgrat von C/sells. Als modulare Infrastrukturumgebung zur Digitalisierung des Energiesystems, ermöglicht es die Kommunikation zwischen den Zellen. Es beinhaltet Sensorik, Aktorik, Komponenten des Kommunikationssystems und gemeinsame Basisdienste. Die Architektur des IIS gewährleistet die Widerstandsfähigkeit eines dezentralen und informationstechnisch vernetzten Energiesystems gegen Angriffe oder Störungen. Dadurch trägt es auch zur Stärkung der Versorgungssicherheit bei.

Die Abstimmungskaskade ist ein Instrument zur Sicherstellung der Netzstabilität und damit der Versorgungssicherheit in einer gelben bzw. roten Ampelphase. Über sie werden, netzbetreiberübergreifend und über alle Spannungsebenen hinweg, kritische Netzsituationen (vorhandene bzw. prognostizierte Netzengpässe oder bilanzielles Ungleichgewicht) über weitestgehend automatisierte Prozesse beseitigt. Dazu müssen Erzeuger und Verbraucher in die Netzsicht integriert werden. Informationen zu Netzzustand und Flexibilitätspotenzialen müssen bidirektional über standardisierte Schnittstellen und Prozesse zwischen Netzbetreibern und Marktakteuren ausgetauscht werden. Im Gegensatz zur roten Ampelphase (Maßnahmen nach §13 (2) EnWG), in der die Netzbetreiber die Erzeugung bzw. den Verbrauch direkt beeinflussen, wird in der gelben Ampelphase (Maßnahmen nach §13 (1) EnWG) bei der Bereinigung von Netzproblemen verstärkt auf die Nutzung von netzdienlichen Flexibilitäten aus dem regionalisierten Handel (Marktpartizipation) gesetzt.

Vielfältig

Die zunehmende Dezentralisierung und auch Digitalisierung des Energiesystems wird die Vielfalt und Anzahl an Marktakteuren, Produkten und technischen Lösungen steigern. Im Rahmen von C/sells werden unterschiedliche Produkte, Lösungen und Regeln entwickelt, um diese Vielfalt zu strukturieren und zu organisieren. So werden auch neue Kundenbedürfnisse befriedigt. Diese Vielfalt spiegelt sich auch in den Demonstrationszellen wider, die im Rahmen von C/sells umgesetzt werden.

Regionalisierter Handel mit Energie und Flexibilität ist ein wichtiger Baustein zur Koordination der vielen Akteure des zukünftigen Energiesystems. Er unterstützt nicht nur die Aufrechterhaltung einer ausgeglichenen Leistungsbilanz, sondern mit ihm schaffen wir zusätzliche Möglichkeiten zur Partizipation. Dadurch ermöglichen wir einer großen Anzahl an Teilnehmern, einen aktiven Beitrag zur Energiewende zu leisten und gleichzeitig ökonomische Erlöse zu erzielen.

C/sells ist ein weiterer wesentlicher Schritt in eine klimaverträgliche, auf erneuerbaren Energien basierende Zukunft. Wir sind stolz, diesen Schritt schon jetzt für kommende Generationen zu gehen.

ALTDORF – Ein Stromnetz, das mitdenkt

Autoren: Thomas Estermann, Simon Köppl, Andreas Zeiselmair (alle FfE e.V.)

In dem ostbayerischen Dorf ist umgesetzt, was auf anderen Ebenen oftmals noch bloße Absichtserklärungen sind. Hier ist sie bereits installiert, die intelligente Stromnetzinfrastruktur. Altdorf hat zusammen mit C/sells den Wandel zu einer nachhaltigen Energieversorgung auf Basis von Solarenergie geschafft.

Der Umstieg auf erneuerbare Energien stellt das Stromnetz gerade im ländlichen Raum vor neue Herausforderungen. Im ostbayerischen Altdorf wurde deshalb ein Feldversuch initiiert, um Lösungen durch ein Smart Grid zu erproben.

In Ostbayern wird derzeit bewiesen, wie eine nachhaltige Energieversorgung auf der Basis von Solarenergie mithilfe von Smart Grids nicht nur sicher, sondern auch kostengünstig realisierbar ist. Der Feldversuch in Altdorf liefert dabei wichtige Erkenntnisse für die Energiewende, vor allem in Regionen mit bereits heute hohem Anteil an erneuerbarer Energie.

Mit dem Feldversuch in Altdorf soll eine intelligente Stromnetzinfrastruktur aufgebaut und erprobt werden. Hierfür implementiert der Verteilnetzbetreiber Bayernwerk in Kooperation mit den Projektpartnern PPC, der FfE GmbH, Intel und der OTH Regensburg – unter der wissenschaftlichen Koordination des FfE e.V. – ein Smart Grid mit mehreren hundert intelligenten Messsystemen und bis zu 150 steuerbaren Elementen in Ostbayern. Im Zentrum stehen intelligente Messsysteme, innovativen Steuerboxen und die Vernetzung über Mobilfunk oder Powerline. Die digitalisierte Stromnetzinfrastruktur muss dabei höchsten Sicherheitsstandards genügen und eine hohe Performance aufweisen, was fortlaufend analysiert und weiterentwickelt wird. Auch Fragestellungen zur Resilienz und zur Vulnerabilität stehen im Fokus der Untersuchungen.

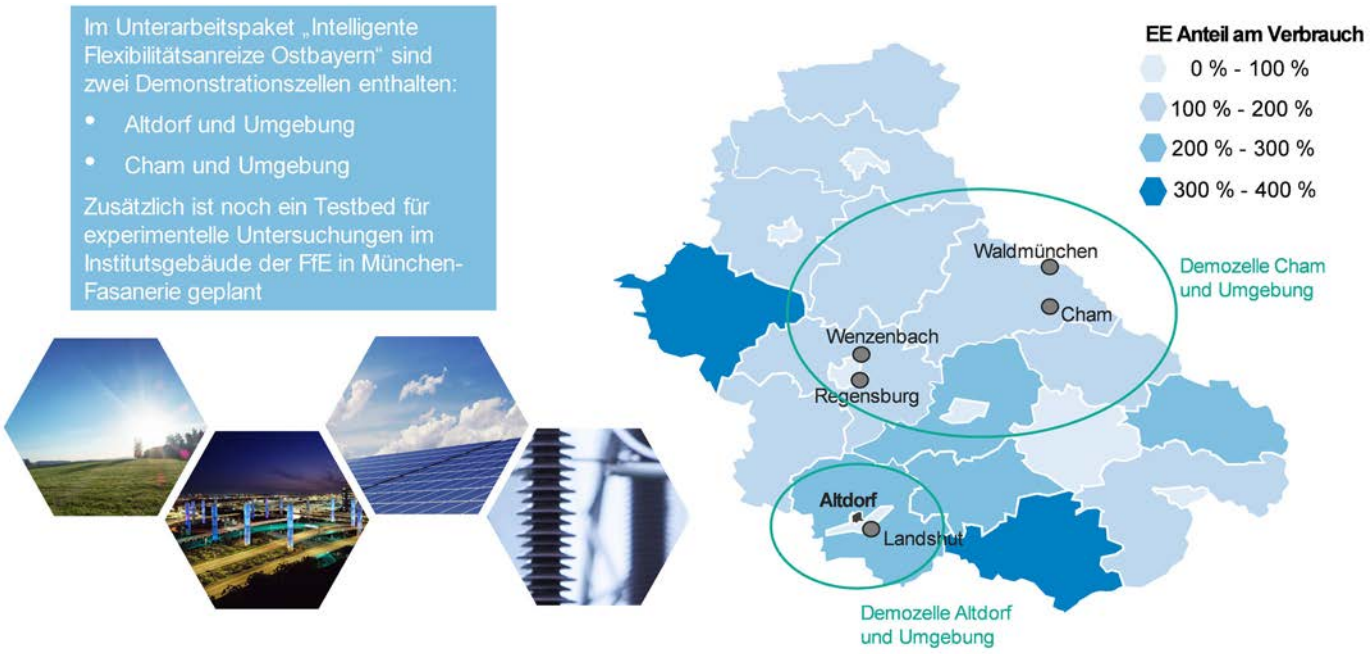


Abbildung 1: Übersicht über die Projektregion in Ostbayern

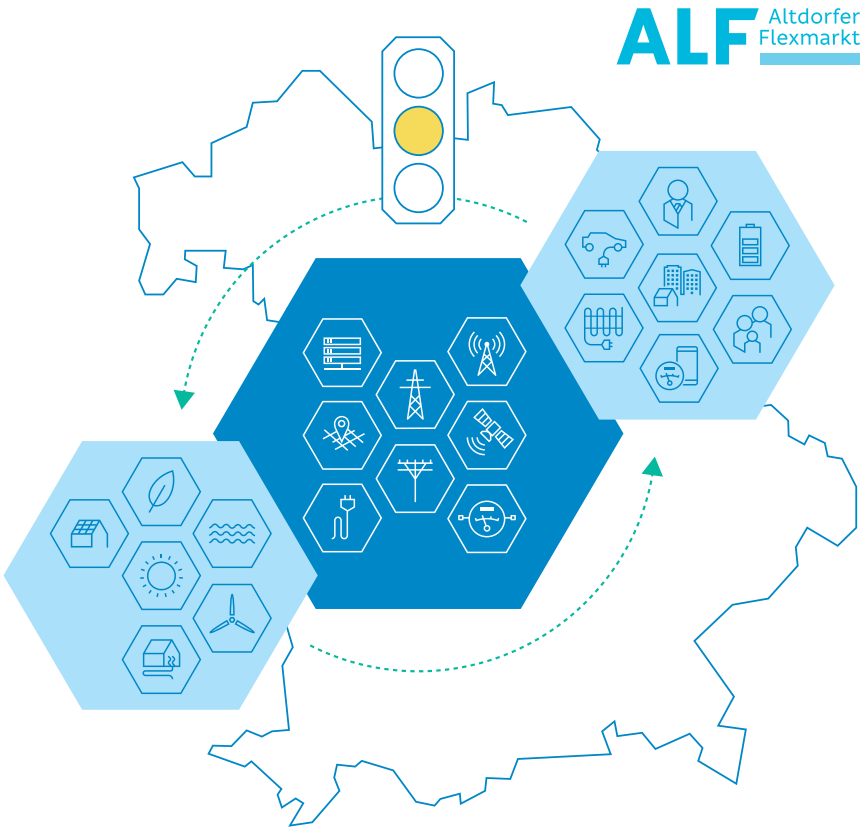


Abbildung 2: ALF - Flexibilitätsplattform Ostbayern

Nutzung von Flexibilität

Mit der implementierten digitalisierten Infrastruktur wird die Grundlage für die Umsetzung einer intelligenten Energieversorgung vor Ort geschaffen. Mit den erfassten Daten, sowohl aus dem Netz als auch über die Betriebszustände der angeschlossenen Erzeuger und Verbraucher, ist es möglich, die verschiedenen Anbieter von Flexibilität über neue Marktmechanismen insbesondere für den Einsatz zum Engpassmanagement verfügbar zu machen. Die gefundenen Lösungen ermöglichen es dem Netz, flexibel auf unterschiedliche Situationen zu reagieren, wodurch Komponenten und Infrastruktur effektiv genutzt werden. So kann sowohl die Integration erneuerbarer Energien gefördert werden als auch Kosten gespart werden.

Zur marktlichen Erschließung der verschiedenen Flexibilitätsoptionen wird eine Flex-Plattform in der Projektregion Ostbayern entwickelt und implementiert. Basis hierfür stellen die Analyse und der Vergleich verschiedener Integrationsmodelle sowie eine Untersuchung der Anforderungskriterien der beteiligten Akteure dar.

'LH UHJLRQDOLVLHUW HUIDVVWHQ XQG Kennzahlen beschriebenen Flexibilitätsoptionen stehen dabei als Angebot der Nachfrage durch den Netzbetreiber oder auch anderen Akteuren, wie z.B. dem Bilanzkreisverantwortlichen, gegenüber. Auf der Plattform folgen daraufhin die optimierte Allokation und das Matching von Nachfrage und Angebot.

Durch Integration der verfügbaren Flexibilitätsoptionen aus den beiden weiteren ostbayerischen Demozellen wird die Wirksamkeit und Realisierbarkeit der Flex-Plattform getestet und bewertet. Zentrales Ziel ist es, die Anforderungen an eine zukünftige I¦KLJH 1HW]LQIUDVWUXNWXU]X HUPLWWHOQ Erzeuger, Speicher und Verbraucher netz- und systemdienlich flexibilisiert werden können. Der Feldversuch kann damit als Blaupause für vergleichbare Regionen dienen.

Zellen im Portrait – Hier passiert die Energiewende

MANNHEIM – Ein Stadtquartier, das partizipativ entsteht

Autor: Dr. Robert Thomann (MVV Energie AG).

Die Energiewende von Beginn an gemeinsam umsetzen, daran arbeitet C/sells im Franklin-Areal in Mannheim. Dort entsteht auf dem Gelände einer ehemaligen US-Wohnsiedlung ein lebendiges, zukunftsfähiges Stadtquartier. Im Rahmen von Franklin ergreift C/sells die Chance, ein entstehendes Quartier bereits heute an das intelligente Energiesystem von morgen anzupassen.

Auf dem Weg zur »Energie-Community«

So groß wie die gesamte Mannheimer Innenstadt soll es wer den – das Stadtquartier »Franklin«, das derzeit auf dem Benja min Franklin Areal der Universitätsstadt im Zentrum der Metro polregion Rhein-Neckar entsteht. Die Vision ist eine integrierte, H Q H U J L H H I d] L H Q W H 4 X D U W L H U V H Q W Z L F N O X Q J baren Energien.

Nach über 60 Jahren Nutzung durch die US-amerikanischen Streitkräfte treibt die Stadt Mannheim nun auf 144 Hektar Flä F K H H L Q Q D F K K D O W L J H V 4 X D U W L H U V Q D F K E D U V F K D I W mit Innovation und der Kraft der Gemeinschaft verbunden wer den – und eine umweltfreundliche Nachbarschaft entstehen.

Zukunftsorientierte, nachhaltige Konversion

Denn: Für ein nachhaltiges Wirtschaften und einen wirkungs vollen Beitrag zur Energiewende ist der bewusste Umgang mit Energie unverzichtbar.

Dass damit nicht unbedingt ein Verzicht verbunden sein muss, zeigt das Mannheimer Energieunternehmen MVV, das ein Energiekonzept für eine zukunftsorientierte Konversion in dem Q H X H Q 4 X D U W L H U H Q W Z L F N H O W K D W X Q G Q X Q X P V H W] W

»Wir entwickeln dort eine ‚Energieversorgung der Zukunft', die eine zuverlässige und bezahlbare Versorgung mit nachhaltiger Erzeugung verbindet«, erklärt Bernhard Schumacher, Projekt leiter der Konversion bei MVV. »Das Forschungsprojekt C/sells, das wir im Rahmen der bundesweiten Schaufenster Intelligente Energie auf Franklin voranbringen, ist ein wichtiger Teil davon. Gemeinsam schaffen wir dort mit Hilfe transparenter Energie flüsse ein zukunftsorientiertes Energiesystem.«

Transparente Energiebilanz für Bewohner

Im Mittelpunkt stehen dabei alle Menschen, die Energie nutzen und erzeugen. Die Digitalisierung gibt den Treibern des neu H Q 4 X D U W L H U V G L H Q R W Z H Q G L J H Q : H U N] H X (Q H U J L H 4 X D U W L H U D O O H Q % H Z R K Q H U Q L Lich zu machen. So haben sie zu jeder Zeit den vollen Überblick über ihr eigenes Energieverhalten und können die energetische Bilanz ihres Umfelds beeinflussen.

Diese Transparenz schafft zudem die Grundlage für eine opti Basis Steuerung der Energie auf Franklin und ermöglicht eine H I d] L H Q W H X Q G ¸ N R O R J L V F K H / R V D O Y H U V F für den einzelnen Haushalt als auch für die gesamte Gemein schaft – und macht Energie zu einem Teil des nachbarschaft lichen Miteinanders.

Stromerzeugung vor Ort

Ein weiterer wichtiger Baustein der Energiewende ist der Ausgleich von Erzeugung und Verbrauch. Auch hier ist Franklin zukunftsweisend. Der Strom, der dort erzeugt wird, kann mit Hilfe digitaler Technik auch hier verwendet werden. Das spart den Transport über weite Strecken, vermeidet Verluste und entlastet die Stromnetze. Nur wenn vor Ort kein Ausgleich möglich ist, findet ein Austausch mit dem übergeordneten Netz statt. Über das Energieportal oder eine spezielle App sehen die Franklin-Bewohner jederzeit, wann die Erzeugung hoch ist, sie also Strom sinnvoll verbrauchen können – entweder ihren eigenen oder auch Strom von anderen. Denn wer mehr Strom erzeugt, als er selbst verbraucht, stellt ihn lokal zur Verfügung. So können Energieverbrauch und das Potenzial für Einsparungen direkt erlebbar gemacht werden.

Abb. 0LOOLRQHQ 4XDGUDWPHWHU 0¸JOLFKNHLWHQ ELHWHW GDV QHX HQWVWHKHQGH

Darstellung: MWSP/sinai

NORDHESSEN – Ein Marktumfeld für flexibles Handeln

Autor: Dr.-Ing. Sebastian Breker (EAM).

9RQ QHXHQ +DQGOXQJVFKDQFHQ SURdWLHUHQ 0LW & VHOOV zeigt das Projekt, wie vorhandene Flexibilitäten für eine kostengünstige, stabile Versorgung im Kontext der Energiewende genutzt werden können.

Nutzung von Flexibilitäten im Rahmen eines regionalen Marktumfeldes

Der unter dem Begriff Energiewende subsumierte Umbau des Energieversorgungssystems in Deutschland wird als zweite industrielle Revolution und gesamtgesellschaftliche Aufgabe verstanden. Mit der Einführung des Stromeinspeise- und später des Erneuerbare Energien Gesetzes (EEG) in Deutschland wurde im Bereich von Wind-, Solar- und Biomasseanlagen eine enorme Investitionswelle in Gang gesetzt, die mittlerweile zu einer installierten Gesamtleistung von über 100.000 MW in Deutschland geführt hat. Neben den zentralen Kraftwerken, die Strom auf der Ebene der Höchst- und Hochspannungsnetze erzeugen, speisen nun immer mehr kleine Erzeuger dezentral Strom aus erneuerbaren Energien in das Verteilnetz, das die regionalen unteren Ebenen des Stromnetzes umfasst, ein. Letztverbraucher werden zu »Prosumern«, d. h. sie sind nicht mehr nur reine Stromkonsumenten, sondern auch -produzenten. Diese Veränderung der Erzeugungsstruktur beeinflusst den Stromfluss im Netz. Floss der Strom in früheren Zeiten ausschließlich in eine Richtung, von den wenigen Großkraftwerken in den übergeordneten Übertragungsnetzen hin zu den Letztverbrauchern im regionalen Verteilnetz, so dreht sich die Stromflussrichtung KHXWH LPPHU K¦XdJHU XP

Ein weiterer Aspekt ist, dass im Vergleich zur relativ konstanten Stromproduktion großer Kraftwerke erneuerbare Energien ihren Strom dargebotsabhängig produzieren, z. B. wenn der Wind ZHKW RGHU GLH 6RQQH VFKHLQW 'LHVH 6WURPSURGXNWLRQ dQGHW DOOHUGLQJV K¦XdJ QLFKW]X =HLWHQ VWDWW LQ GHQHQ (QHUJLH DXFK ZLUNOLFK benötigt wird. Das Stromnetz muss daher umgerüstet werden, um mit diesen Schwankungen umgehen zu können.

Mit zunehmendem Ausbau der erneuerbaren Energien zeigen sich die Grenzen der verfügbaren Netzkapazitäten zwischenzeitlich auch in hessischen Stromnetzen. Für die Zukunft resultiert ein erheblicher Handlungsbedarf, um die weiterhin steigende Anzahl erneuerbarer Energien gesamtsystemisch in die regionalen Stromnetze zu integrieren. Unter den aktuellen gesetzlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen für das elektrische Energiesystem ist ein investitionsintensiver Ausbau mit Stationen, 7UDQVIRUPDWRUHQ XQG /HLWXQJHQ K¦XdJ Q Beseitigung von Engpässen im Verteilnetz, die durch den Ausbau erneuerbarer Energien verursacht werden. Der Ausbau der Stromnetze wird durch einen Anteil im Strompreis, dem Netz HQWJHOW GXUFK GHQ /HW]WYHUEUDXFKHU eine intelligente Steuerung des Verbrauchs- und Erzeugungsverhaltens im Stromnetz dazu genutzt werden, den notwendigen Netzausbau zu begrenzen. Dazu muss das Verteilnetz für den flexiblen Austausch von Energie und Informationen in alle Richtungen ausgelegt werden und Anreize setzen, Strom dann bereitzustellen bzw. zu verbrauchen, wenn es erforderlich ist.

Abb. 1: RegioFlexMarkt Hessen
Darstellung: House of Energy e.V.

Flexibilität verstehen und als Mehrwert nutzen

Man spricht in diesem Zusammenhang auch von einer netzdienlichen Flexibilisierung des Verbrauchs- bzw. Erzeugungsverhaltens im Verteilnetz. Ein Beispiel hierfür ist, dass ein Letztverbraucher seinen Solarstrom tagsüber in einem hauseigenen Batteriespeicher zwischenspeichert und abends verbraucht, um keine Belastungsspitzen im Netz zu verursachen.
Auf ähnliche Weise könnte ein Industrie- oder Gewerbebetrieb nicht zeitkritische Prozesse in Zeiten verlagern, in denen viel Strom im Netz vorhanden ist. Diese Flexibilität seitens der Letztverbraucher muss entsprechend honoriert werden. Dem Letztverbraucher, der heute für den Systemumbau bezahlt, muss also zukünftig ein wirtschaftliches, sicheres und umweltfreundliches Energiesystem geboten werden, an dessen Mechanismen er aktiv als Konsument, Produzent oder einer Kombination aus beidem, als »Prosumer«, teilnehmen kann, um auf individuelle Art und Weise einen Beitrag zur Kostensenkung zu leisten. »Hier stehen der Energiesektor und die Politik gemeinsam in der Verantwortung, ein System zu entwickeln, welches diesen Ansprüchen gerecht werden kann. Wir freuen uns, dass wir in Hessen im Projekt C/sells die Chance bekommen, hierbei aktiv mitwirken zu dürfen«, erläutert Nicolas Spengler vom kommunalen Energieversorger EAM.

Entsprechend dem Leitgedanken von C/sells besteht das zukünftige Energiesystem aus vielen Zellen, die autonom agieren und vielseitige Lösungen für die beschriebenen Herausforderungen bereitstellen. Eine Zelle kann in dieser Vision verschiedene Größenordnungen annehmen, beginnend von einem Haushalt oder einer Liegenschaft bis hin zu einer Netzzelle, die einen Teil eines Stromnetzes repräsentiert.

»Unter den genannten Gesichtspunkten ist es strategisches Ziel für die C/sells-Akteure in Hessen, einen prototypischen regionalen Marktplatz für hessische Netzzellen zu entwickeln, an dem Konsumenten, Produzenten und »Prosumer« ihre Flexibilität in Verbrauch und Erzeugung anbieten können«, führt Prof. Peter Birkner aus, der als Geschäftsführer des »House of Energy e. V.« die Regionalkoordination der Projektaktivitäten in Hessen verantwortet.

Die Konzeption und das Design dieses regionalen Marktplatzes für Hessen übernehmen die Fachgebiete »Kommunikationstechnik«, »Volkswirtschaftslehre mit Schwerpunkt dezentrale Energiewirtschaft« und »Intelligente Eingebettete Systeme« der Universität Kassel gemeinsam mit dem kommunalen Energieversorger EAM.

Die Plattform für den regionalen Marktplatz wird vom Fachgebiet Kommunikationstechnik entwickelt. Auf ihr laufen die verschiedenen Handelsmechanismen, die im Rahmen des Projektes untersucht werden sollen. Außerdem werden in die Plattform die Angebote und die Nachfragen nach Flexibilitäten eingegeben. Der Handelsmechanismus, wie etwa eine Auktion oder eine Zuordnung zu dem besten Angebot, kann dann situationsabhängig gestartet werden.
Wenn ein Handel ausgemacht ist, werden Möglichkeiten zum Abruf der Flexibilität durch den verantwortlichen Netzbetreiber zur Verfügung gestellt. Außerdem werden alle Aktionen protokolliert, um die Entscheidungen der Plattform jederzeit nachvollziehbar zu machen. »Aus informations- und kommunikations