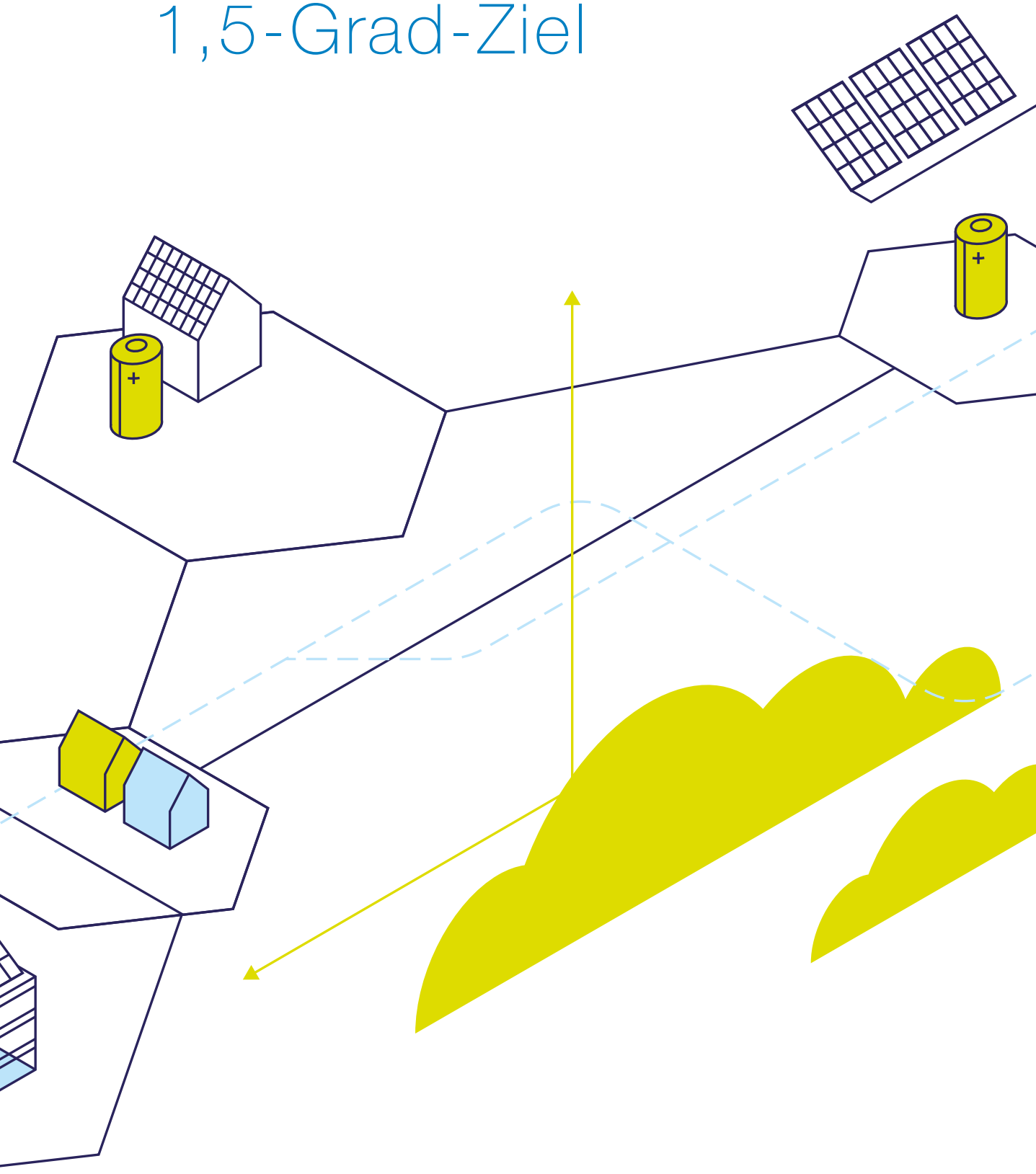
Unser Beitrag zum 1,5-Grad-Ziel



OLE LANGNISS, ANKE BEKK

Was braucht die Energiewende?

Wir haben nur eine Erde. Geowissenschaftler haben vorgeschlagen, ein neues Erdzeitalter festzulegen, das Anthropozän, weil der Mensch ein wesentlicher Einflussfaktor für die natürlichen Prozesse auf unserem Planeten geworden ist. Wir müssen mit den beschränkten Ressourcen – und im Anthropozän sind praktisch alle natürlichen Ressourcen beschränkt – sorgfältig und sparsam umgehen. So ist die Aufnahmefähigkeit der Atmosphäre für Treibhausgase begrenzt: Soll die mittlere Erdtemperatur um nicht mehr als 1,5 Grad Celsius gegenüber vorindustriellen Zeiten steigen, müssen wir bis 2050 vollständig auf die Verbrennung fossiler Energieträger verzichten, und zwar weltweit. Das fossile Zeitalter, so erfolgreich es in der Vergangenheit war, geht zu Ende, wird zur Sackgasse. Erneuerbare Energien, also die Nutzung von Sonnenenergie, Wind-, Wellen- und Wasserkraft sowie Biomasse und Geothermie, sind die Alternative, die eine Energieversorgung ohne den Ausstoß klimaschädlicher Gase erlauben. Ein radikaler Umbau unserer Energieversorgung ist notwendig.

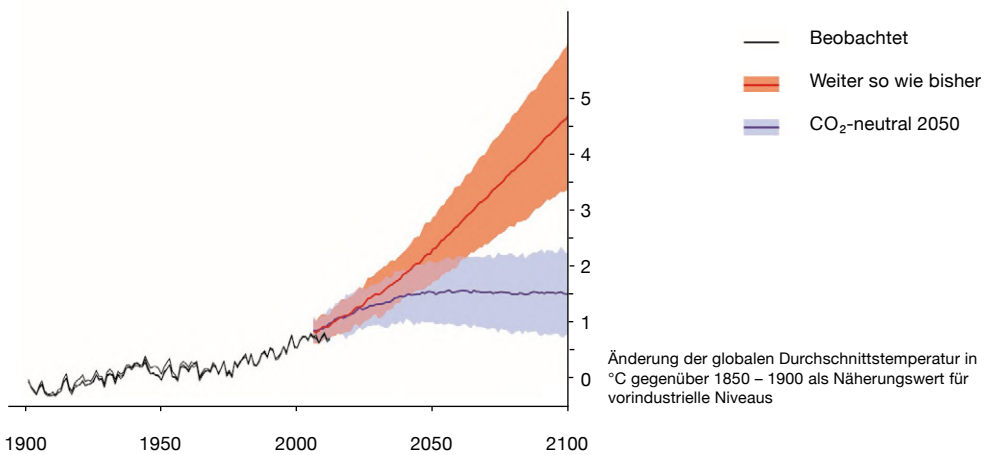


Abbildung 1: Historische Entwicklung und Szenarien der globalen Temperaturveränderung (Quelle: IPCC, 2015)

Die Herausforderung ist enorm und die Zeit, die verbleibt, sie zu bewältigen, ist mit 30 Jahren sehr begrenzt. Aber es gibt auch gute Nachrichten: Mit dem Umbau zu einem vollständig auf erneuerbaren Energien basierenden Energiesystems vermindern wir Abhängigkeiten und daraus entstehende kriegerische Konflikte, schonen auch andere natürliche Ressourcen wie Luft und Wasser, schaffen lokale und regionale Wertschöpfungsketten, geben den Bürgern neue Freiheiten.

Und: In Deutschland wie auch global haben wir gerade bei der Nutzung erneuerbarer Energien für die Stromerzeugung in den vergangenen drei Jahrzehnten schon große Fortschritte erzielt. Wurden im Jahr 1990 erst vier Prozent des deutschen Strombedarfs durch erneuerbare Energien – und das war damals fast ausschließlich traditionelle Wasserkraft – bereitgestellt, so wurden im Jahr 2019 knapp 42 Prozent durch Wind, Sonne und Biomasse erzeugt – Tendenz weiter steigend. An manchen Tagen im Jahr wird der Strombedarf sogar schon vollständig durch erneuerbare Energien gedeckt. Auch beim Energieverbrauch insgesamt, also neben Strom auch Brenn- und Treibstoffe hat sich der Anteil erneuerbarer Energien in den vergangenen zwei Jahrzehnten vervielfacht, wenn auch auf einem mit knapp 15 Prozent Anteil am Primärenergieverbrauch deutlich niedrigeren Niveau. Die Technologien für eine klimafreundliche Energiegestehung sind also verfügbar und werden auch weltweit schon in großen Stil umgesetzt.

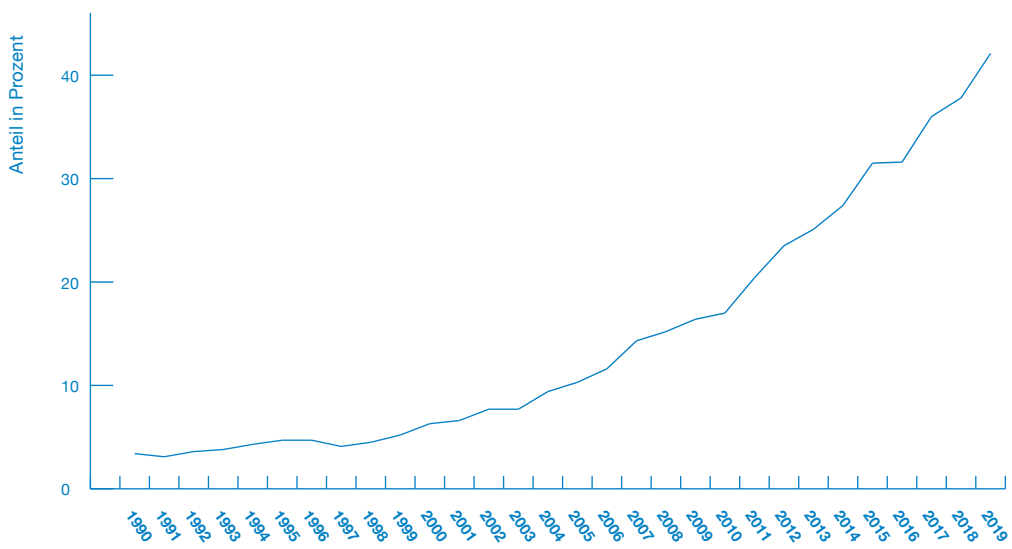


Abbildung 2: Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch 1990 bis 2019 (Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien – Statistik)

Was ist Flexibilität?

Nach einer Definition von EURELECTRIC ist Flexibilität die „Veränderung von Einspeisung oder -Entnahme in Reaktion auf ein externes Signal (Preissignal oder Aktivierung), mit dem Ziel eine Dienstleistung im Energiesystem zu erbringen. Die Parameter um Flexibilität zu charakterisieren beinhalten: zum Beispiel die Höhe der Leistungsveränderung, die Dauer, die Veränderungsrate, die Reaktionszeit, der Ort."

Mit der Energiewende kommen aber auch neue Anforderungen auf uns zu. Sonne und Wind stehen nicht immer dann und dort zur Verfügung, wenn wir Energie benötigen und auch wo wir sie benötigen. Das heißt, wir sollten möglichst nur dann Energie verbrauchen, wenn diese natürlich zur Verfügung steht. Die zunehmende Elektrifizierung der Energieversorgung erleichtert uns diese Aufgabe: E-Fahrzeuge, die immer weitere Verbreitung finden, können so flexibel geladen werden und als rollende Speicher dienen. Oder elektrische Wärmepumpen heizen Gebäude und Warmwasserspeicher auf und nutzen dabei die thermische Trägheit von Gebäuden. Aber nicht nur in privaten Hausalten wird flexibel Energie genutzt werden. Ein großes Potenzial an flexibler Nutzung besteht auch in Industrie und Gewerbe, etwa wenn die Klimatisierung eines Flughafens ohne Komforteinschränkungen flexibel auf Strompreisunterschiede reagiert oder Schmelzöfen in Gießereien in ähnlicher Weise flexibel betrieben werden. Zusätzlich werden vermehrt dezentrale Batteriespeicher eingesetzt, sei es, um lokalen Netzengpässen entgegenzuwirken, sei es, um lokalen Netzengpässen entgegenzuwirken oder um den kostengünstig selbsterzeugten Strom möglichst umfangreich Tag und Nacht nutzen zu können. **Flexibilität** ist also ein Schlüsselbegriff im zukünftigen Energiesystem. Damit dies alles kostengünstig und effizient passiert, muss diese Flexibilität gemanagt werden. Flexibilität wird zum Produkt, welches mit einer Vergütung für die Bereitstellung angereizt wird.

▶ Seite 90

Gleichzeitig wird es wichtiger, auch im Verbund mit Nachbarn, innerhalb eines Quartiers, in einzelnen Netzsträngen genauso wie regional und überregional ungleich verteiltes Angebot und Verbrauch von Energie auszugleichen. Dieser Ausgleich im Verbund aller Akteure verändert die Flussrichtung in den Stromnetzen: Dienten Stromnetze in der Vergangenheit dazu, den Strom von wenigen zentralen Kraftwerken zu Lastzentren zu übertragen und dann an die einzelnen Verbraucher zu verteilen, so kommt es nunmehr immer mehr zu Stromflüssen innerhalb einer Netzebene zwischen einzelnen Abnehmern, je nachdem, ob diese Abnehmer gerade mehr Strom erzeugen als sie selbst benötigen oder nicht. Wie beschrieben wird nämlich vermehrt in Millionen verteilten Kleinkraftwerken Strom und andere Energie dezentral direkt beim Verbraucher erzeugt. Das bedeutet, die ursprünglichen Einbahnstraßen des Stromnetzes werden nunmehr in unterschiedlichen Richtungen genutzt.

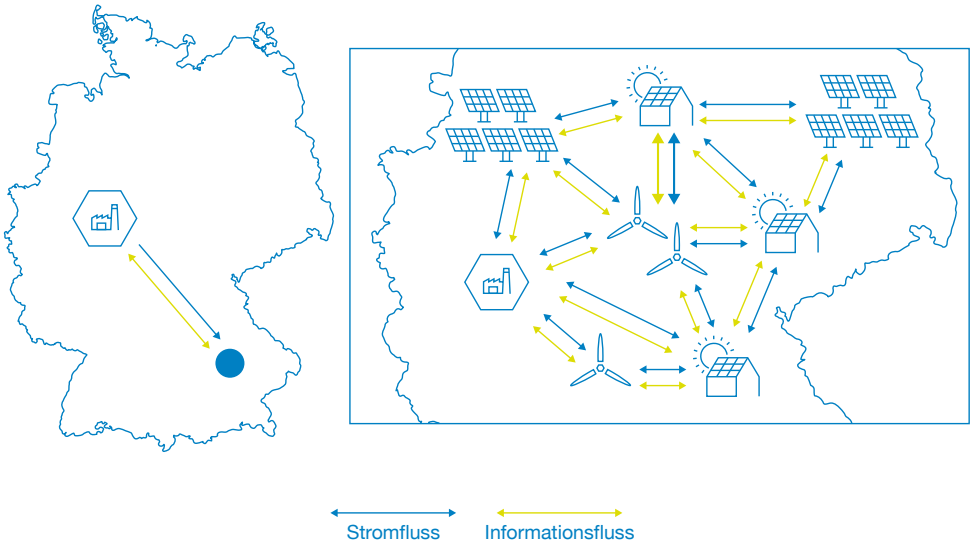


Abbildung 3: Die Energielandschaft von morgen basiert auf einer übergreifenden digitalen Kommunikationsinfrastruktur zum Austausch aller Akteure und Komponenten

Damit die zusätzlichen Lasten aus Elektromobilität und Wärme aus Elektrizität („Sektorkopplung“) zusammen mit der zunehmend dezentralen Erzeugung sicher beherrscht werden, wird mehr Intelligenz im Netz benötigt. Die Auslastung einzelner Netzabschnitte muss gemessen werden. Netzbetreiber müssen sich über diese Netzzustände laufend austauschen. Gleichzeitig müssen Informationen über mögliche Flexibilität ausgetauscht werden. Netzbetreiber wie auch Anbieter, Erzeuger und Verbraucher müssen Zugang zu diesen Informationen bekommen, damit sie ihr Verhalten auf die Möglichkeiten abstimmen können. Dieses abgestimmte Verhalten führt zu einer besseren Auslastung der Netze. Anstatt nur ausschließlich mehr Kupfer in Form dickerer und mehr Leitungen zu verbauen, kommt mehr Intelligenz zum Einsatz, die Energieversorgung wird digitalisiert.

Der notwendigerweise wachsende Beitrag erneuerbarer Energien hat strukturelle Auswirkungen auf die Energieversorgung. Anstatt in wenigen tausend zentralen Kraftwerken wird der Strom schon heute und mit wachsender Tendenz in Millionen dezentraler Solar-, Windkraft- und Biogasanlagen erzeugt – häufig direkt beim Verbraucher. Damit wird das Energiesystem der Zukunft dezentraler sein als heute. Unklar ist, inwieweit neben dieser Dezentralität auch zentrale Kraftwerke erhalten bleiben. Denn wenn auch die dezentrale Erzeugung mit erneuerbaren Energien möglich und sinnvoll ist, so können erneuerbare Energien auch in zentralen Großanlagen Strom bereitstellen: Etwa in großen Wasserkraftwerken und großflächigen Solarkraftwerken wie etwa in der Sahara, aber auch in großen Offshore Windparks, die im offenen Meer betrieben werden. Diese zentrale Nutzung kann notwendig sein, weil die dezentrale Bereitstellung alleine möglicherweise nicht ausreichend sein wird, um die Nachfrage nach Energie zu jeder Zeit sicher zu decken. Die Windenergie auf dem Meer kann beispielsweise nur in großen Windparks kostengünstig genutzt werden.

Ludwig Leitwarte (Leitung Netzbetrieb der Stromwerke GmbH in Rontdorf an der Flex)
„Unser Aufgabenfeld hat sich in den letzten Jahren deutlich gewandelt. Immer mehr kleine, dezentrale Erzeugungsanlagen sowie mehr Elektrofahrzeuge und elektrische Wärmepumpen belasten das Netz, gleichzeitig fallen mit der Energiewende große Kraftwerke weg, mit denen bisher das Netz stabil gehalten wurde. Ich muss mehr über die Belastung in jedem einzelnen Strang meines Netzes Bescheid wissen und gleichzeitig Anlagen und Verbraucher direkt beeinflussen können, damit das Netzengpassmanagement effektiver wird."

Um die Spannweite der möglichen strukturellen Änderungen des Energiesystems in Deutschland in den nächsten drei Jahrzehnten bis zum Jahr 2050 aufzuzeigen, sind zwei unterschiedliche Szenarien sinnvoll, ein eher dezentral geprägtes Szenario und ein eher zentral geprägtes Szenario. Das dezentrale Szenario zeichnet sich durch ein hohes Maß an Partizipation und digitaler Vernetzung aus. Kleine Prosumenten und flexible Verbraucher bilden wichtige Säulen der Energieversorgung. So können in 2050 bis zu 75 Prozent der Elektrofahrzeuge und Wärmepumpen flexibel gesteuert werden und am Markt teilnehmen. Zudem werden bis 2050 21 GW an Batteriespeichern (zum Beispiel Hausspeichersysteme) erreichtet und in den Markt integriert. Dezentrale Technologien spielen bei der lastnahen Erzeugung, dem Transport, der Verteilung und bei der Bereitstellung von Flexibilität eine wichtige Rolle. Strom wird in vergleichsweise kleinen Anlagen und Parks erzeugt. Der Anteil von PV-Anlagen und kleineren Onshore-Windparks an der Stromerzeugung steigt bis 2050 auf 31 Prozent beziehungsweise 44 Prozent. Aufgrund dieser Dezentralisierung spielen Stadtwerke und Verteilnetzbetreiber eine zunehmend wichtige Rolle.

Das zentrale Szenario wird von Großtechnologien und großen Unternehmen bestimmt. Strom wird vor allem in großen Anlagen erzeugt. Im Gegensatz zum dezentralen Szenario haben daher Offshore-Wind- und große Onshore-Wind-Parks mit 25 Prozent und 54 Prozent einen entscheidenden Anteil an der Stromerzeugung. Die Energieversorgung wird durch wenige große Akteure organisiert. Einflussreiche Akteure bleiben daher große Energieversorgungsunternehmen, große Stadtwerke und Übertragungsnetzbetreiber. Auf Nachfrageseite nehmen vor allem große industrielle Verbraucher am Markt teil. Existierende dezentrale Erzeugungsanlagen, Speicher und verschiebbare Lasten werden durch Aggregatoren am Markt vertreten. Dezentrale Akteure haben es in diesem Szenario dagegen eher schwer, Fuß zu fassen. Es werden daher deutlich weniger Batteriespeichersysteme installiert und dezentrale Lasten wie Elektrofahrzeuge und Wärmepumpen seltener flexible betrieben.

Die beschriebenen Szenarien besitzen einen gemeinsamen Rahmen, nämlich die Energiewendeziele der Bundesregierung. Dies bedeutet beispielsweise eine Reduktion der gesamten Treibhausgasemissionen um 80 bis 95 Prozent bis zum Jahr 2050 gegenüber dem Jahr 1990. Des Weiteren werden Prinzipien der Marktliberalisierung verfolgt sowie eine technologieoffene Entwicklung angestrebt.

Mit Dezentralisierung, Dekarbonisierung und Digitalisierung einher geht auch eine Reorganisation der Energiewirtschaft. Die zentrale Steuerung von Millionen von Erzeugern und Verbrauchern stößt an ihre Grenzen. Deshalb muss den dezentralen Akteuren mehr Autonomie eingeräumt werden, damit sie mehr Verantwortung für das Gesamtsystem übernehmen können, sie aber auch über wirtschaftliche Chancen zu einer aktiven Teilnahme am Energiesystem motiviert werden. Partizipation ist ein Schlüssel für die Energiewende und geht weit über die Schaffung von bloßer Akzeptanz hinaus.

Um den Faden vom Anfang dieses Abschnittes wieder aufzunehmen: C/sells ist ein wichtiger Baustein, damit das Anthropozän möglichst lange währt – denn nach dem Anthropozän wird es keine Menschheit mehr geben.

ADVERTORIAL

empirica

Gesellschaft für Kommunikations- und Technologieforschung mbH

Power2Projects für die Energiewende

Unser Ziel: solide Daten erheben, analysieren und darstellen – für bessere Politik und besseres Business. Seit 1988 berät empirica (empirica.com) öffentliche Einrichtungen und Unternehmen, national und international, unter anderem die Europäische Kommission. Wir konzeptionieren Befragungen, erheben und analysieren Daten und leiten daraus fundierte Handlungsempfehlungen ab.

Wir pilotieren neue Technologien und erarbeiten Business Cases dafür, moderieren Expertenkonsultationen, organisieren Workshops und Konferenzen.

Im Rahmen des Programms SINTEG – Schaufenster Intelligente Energie durften wir unsere Stärken bei der Netzwerkbildung zeigen. Es war spannend, mit den Autorinnen und Autoren das C/sells-Buch zu editieren und zu entwickeln.

Auf gemeinsame Projekte mit Ihnen freuen wir uns: energy@empirica.com

SEBASTIAN GÖLZ, ANDREAS KIESSLING

Unser Ansatz ist zellulär, partizipativ und vielfältig

Aus dem vorher Geschriebenen wird klar: Mit der fortschreitenden Energiewende hin zu einer klimaneutralen Energieversorgung muss die Energiewirtschaft neu organisiert werden. Aber wie? In C/sells haben die Beteiligten gemeinsam drei Prinzipien formuliert, die sie bei der Beantwortung auf die Frage nach dem Wie leiten: Zellularität, Partizipation und Vielfältigkeit. Diese Prinzipien werden im Folgenden weiter erläutert.

C/sells ist zellulär

Zellularität ist für die Akteure in C/sells ein zentraler Begriff, was sich nicht zuletzt auch im Projektnamen widerspiegelt. In C/sells wird ein zelluläres Energiesystem demonstriert. **Zellen** können einzelne Gebäude, aber auch ganze Liegenschaften, Areale, Quartiere, Städte oder Regionen sein. Prägend für eine Zelle ist, dass über den Einsatz von in ihr vorhandenen Energieerzeugern und -verbrauchern weitgehend autonom entschieden werden kann. Dies ermöglicht der Zelle, ihre eigene Erzeugung mit ihrem eigenen Verbrauch optimal abzustimmen. Die Abstimmung erfolgt aber auch zwischen Zellen, wodurch das gesamte Energiesystem im Verbund optimiert wird. Zellen tauschen dann Energie miteinander aus, aber auch andere energienahe Dienstleistungen. Dieser Austausch findet bevorzugt zwischen benachbarten, in räumlicher Nähe zueinander liegenden Zellen statt, wobei ein Austausch aber auch überregional erfolgen kann. Dazu müssen die Zellen über das Stromnetz und ggf. auch über das Wärme- und das Gasnetz miteinander verbunden sein. Außerdem muss die Kommunikation zwischen den Zellen möglich sein. Zellen können als zusätzliche Organisationsebene verstanden werden, die vorhandene Steuerungsmechanismen und Märkte ergänzt. Zellen ermöglichen die aktive – und für die Energiewende unbedingt notwendige – Einbeziehung von jenen dezentralen Akteuren, die bisher weder an Märkten direkt teilnehmen können noch von den Netzbetreibern beeinflusst werden können. So

kooperieren alle Ebenen und die Teilsysteme übernehmen einen Teil der Funktionen und Aufgaben, die heute von zentralen Einrichtungen wie Netzleitwarten oder Strombörsen ausgeführt werden.

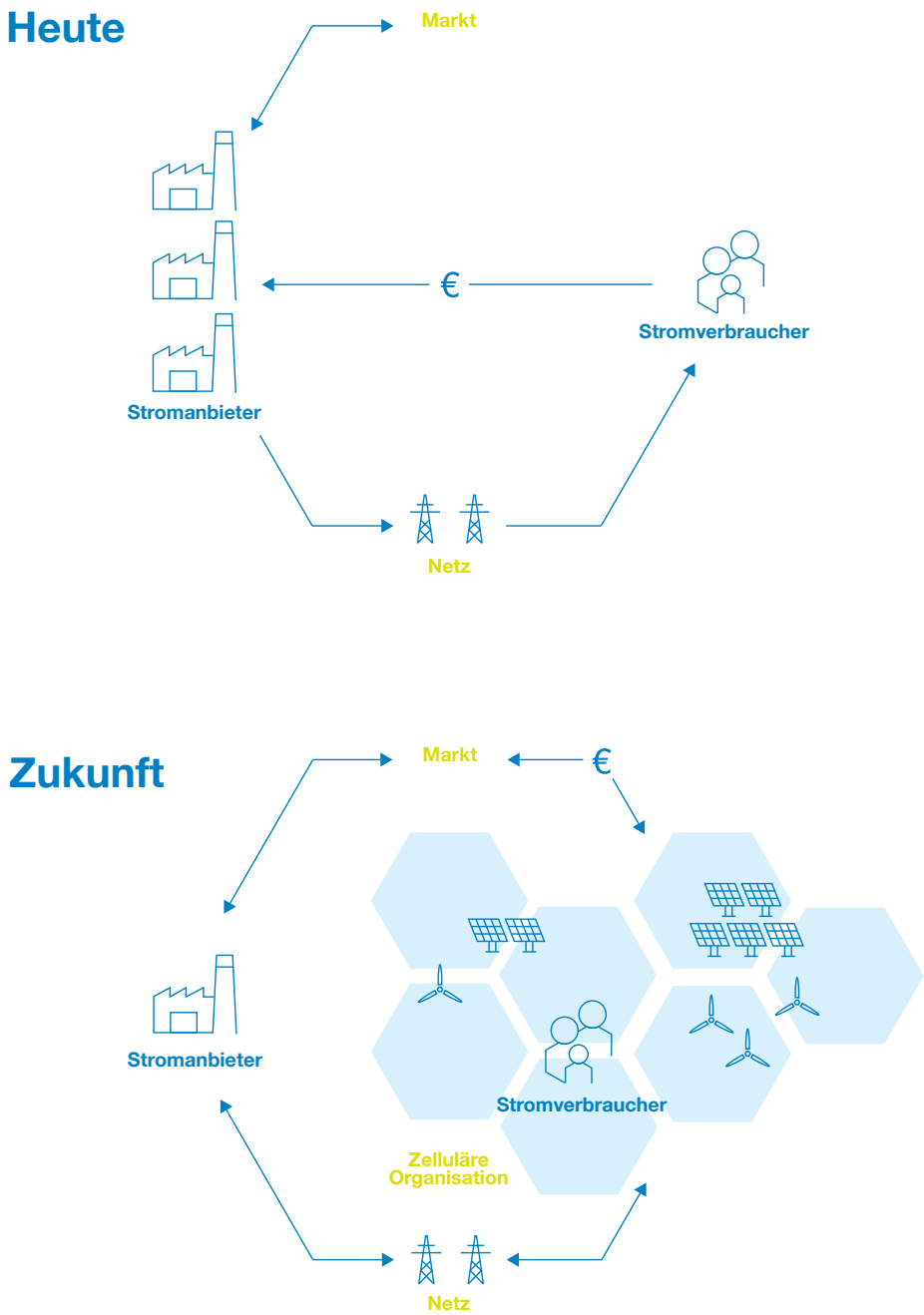


Abbildung 4: Vom Duopol Markt und Netz zur Trias Markt – Zelle – Netz

Abbildung 5: Die sechs Funktionen einer Zelle

Zellen erfüllen folgende Funktionen:

- Sie übernehmen die Verantwortung für das Management von selbst benötigter Energie und Flexibilität. Erzeugung und Verbrauch wird möglichst innerhalb der Zelle ausgeglichen.
- Energie und Flexibilität wird ebenso extern am Energiemarkt sowie zur Unterstützung der Netze und des Gesamtsystems bereitgestellt.
- Regionale Energieprodukte können zwischen den Zellen und zum Austausch zwischen Nachbarn angeboten werden.
- Im Notfall funktionieren Zellen im Inselnetzbetrieb und unterstützen beim Netzwiederaufbau.
- Die Möglichkeit zur Aggregation von Daten für übergelagerte Ebenen unterstützt die Ziele zum Datenschutz und zur Datensparsamkeit. Ebenso hilft sie, Komplexität zu reduzieren.
- Dezentrale Verbraucher, Prosumer, Flexumer oder Betreiber von Gebäuden, Arealen und Quartieren können auf Ebene der Zelle mit begrenzter Verantwortung für das komplexe Gesamtsystem aktiv werden und an der Energiewende partizipieren.

In diesem Zusammenhang: Der Begriff der Autonomie ist vom Begriff der Autarkie abzugrenzen. Bei Autonomie geht es darum, dass Entscheidungen unabhängig getroffen werden können: Beispielsweise kann im Gebäude selbst gestaltet und entschieden werden, wann und wie Strom erzeugt, gespeichert, verbraucht wird, um zum Beispiel das Elektrofahrzeug zu laden. Bei Autarkie geht es dagegen um vollständige Eigenversorgung ohne Verbindung zum Stromnetz und damit ohne Strombezug. Bei C/sells steht die Autonomie im Vordergrund, also Eigengestaltung sowie Verbindung zur Gemeinschaft. Dabei kann auf Zellebene auch Autarkie ermöglicht werden, zum Beispiel im Falle eines externen Stromausfalles.

Was macht den zellulären Ansatz vorteilhaft? Wachsende Komplexität, wie sie bei der Energiewende mit der Notwendigkeit der Abstimmung von Millionen von Erzeugern und Verbrauchern entsteht, birgt auch Gefahren und kann in das Chaos führen. Aber Wissenschaft und Technik zeigen uns den Weg aus dem Dilemma, die Zerlegung eines Gesamtsystems in autonome und gleichzeitig verbundene Teilsysteme. In C/sells nennen wir diese Teilsysteme Zellen. Das zelluläre Architekturkonzept ist somit technische Notwendigkeit zur Beherrschung eines komplexen Systems.

Familie Flexibel will energiebewusst leben und ist offen für neue Technologien. „Wir wollen Energie nicht einfach nur verbrauchen, sondern sie selbst erzeugen, und das möglichst umweltverträglich“, sagt Sonja Flexibel (geborene Solar). „Deshalb haben wir eine Solaranlage auf dem Dach, und den geringen Heizbedarf unseres Passivhauses decken wir mit einer Wärmepumpe. Mein Mann Felix macht die Einkäufe mit dem E-Bike, und ich fahre mit dem E-Auto zur Arbeit.“ Wenn es geht, wollen sie Strom vom Nachbarn beziehen und auch ihre Geräte so regeln, dass möglichst geringe Kosten entstehen.

C/sells ist partizipativ

Das C/sells-Projekt sieht institutionelle und gesellschaftliche Partizipation am Energiesystem als zentrale Säule der Energiewende. Dabei wird Partizipation in seiner Endstufe als die Einbeziehung von Individuen und Organisationen (sogenannten Stakeholdern) in marktliche Entscheidungs- und Willenbildungsprozesse verstanden. Wie kann dieses Ziel heute schon erreicht werden und welche Schritte müssen noch getätigt werden? C/sells hat sich auf den Weg mit dem Ziel Partizipation gemacht und probiert dies in den **Demonstrationszellen** aus, die damit zu **Partizipationszellen** werden.

▶ Seite 139

Die C/sells-Lösungen erweitern bestehende Ansätze der Energiewirtschaft. Aus reinen Energieverbrauchern werden **Prosumer** und **Flexumer**. Prosumer sind jene, die nicht nur verbrauchen (konsumieren), sondern Energie auch selbst produzieren. Damit sind sie sowohl Verbraucher als auch Erzeuger mit grundlegenden Auswirkungen. Zu manchen Zeiten können diese Prosumer ihren Energiebedarf vollständig selbst decken, zu anderen Zeiten müssen sie von anderen Energie beziehen. Und manchmal erzeugen sie mehr Energie als sie selbst verbrauchen, sie werden von einem Energienachfrager zu einem Energieanbieter. Ein solches Zwitterwesen kennt

„Kommunaler Klimaschutz digital!“ Für **Beate Bürgermeister** ist klar: „In meiner Gemeinde wollen die Menschen aktiv den Klimaschutz voranbringen und dabei auch zukünftig verlässlich mit Strom und Wärme versorgt werden. Um möglichst viele Menschen zu informieren und zu beteiligen, vernetze ich mich auch über soziale Medien. So kann ich gemeinsam mit Bürgerinnen und Bürgern die Energiewende gestalten.“

die heutige Energiemarktlogik nicht: Sie sieht eine strikte Rollentrennung zwischen Erzeugern und Verbrauchern vor.

Und was ist dann der **Flexumer?** Auch dieses Wort ist eine Neuschöpfung als Kombination von Flexibilität und Verbraucher (=Consumer). Damit werden jene Akteure beschrieben, die ihren Verbrauch flexibel am Energieangebot anpassen können. Sie bieten Flexibilität an und profitieren dafür von niedrigeren Energiekosten. Auch das ist eine Abkehr von überkommenen Paradigmen, bei denen davon ausgegangen wurde, dass der Strom immer und zu jeder Zeit zum selben Preis in unbegrenzter Menge aus der Steckdose kommt. Wohlgemerkt: Auch zukünftig wird es noch reine Verbraucher geben, die sich auf eine sichere und kostengünstige Stromversorgung verlassen können. Der Prosumer und der Flexumer treten als neue Rollen zur klassischen Rolle des ausschließlichen Verbrauchers hinzu.

In C/sells dreht sich vieles um die Bereitstellung dezentraler Flexibilität. Doch wie sieht Partizipation bei der Bereitstellung von Flexibilität aus? Privathaushalte können beispielsweise durch variable Tarife am Projekt mitmachen und durch die neuen finanziellen Anreize durch Veränderung ihrer Lastkurven, also ihres Energieverbrauchs über die Zeit, **regionale Flexibilitätsplattformen** unterstützen. Oder Haushalte mit Nachtspeicherheizungen können die Wärmeanlagen von ihrem Stadtwerk steuern lassen. Damit wäre jeweils die Vorstufe der Partizipation erreicht, indem man als Nutzer einen eigenen Beitrag leistet.

▶ Seite 100
▶ Seite 156

Bei künftigen Beteiligungsmöglichkeiten können sich Bürger entweder durch entsprechende Energieversorgungsverträge (beispielsweise Bündelpakete zu Strom, Wärme und Mobilität aus einer Hand) oder die Investition in PV-Anlagen und Speicher am Vorantreiben der Energiewende durch dezentrale Erzeugungsstrukturen in der Gemeinde oder im Quartier beteiligen. Dadurch tragen sie zu einer Energiewende vor Ort bei und bauen so gemeinsam mit Gewerbebetrieben und öffentlichen Einrichtungen, die ebenfalls in eigene Erzeugungs- und Speichertechnologien investieren, ein regionales Energiesystem mit regionalem Strom und regionaler Flexibilität auf. Das zeigt, wie sich mit den Neuerungen in der technischen Ausgestaltung auch die Tiefe des partizipativen Gestaltungsspielraums mit erweitern muss, was nach der Leitidee von C/sells in ein partizipatives Energiesystem mündet.

Variable Tarife, Eigenverbrauch und Flexibilität für Regelenergie sind bereits heute realisierbar, finanzielle Partizipation an entsprechenden netz- und marktdienlichen Flexibilitätsmärkten muss noch auf den Weg gebracht werden. Hier bedarf es unbedingt regulatorischer Anpassungen. C/sells macht auch deutlich: Partizipation braucht

▶ Seite 223

einen definierten Gestaltungsspielraum; und diese Gestaltungsspielräume beginnen schon bei der Produktwahl, vergrößern sich bei kollektiven Formen der Energieversorgung (Mieterstrom, Genossenschaften) und bei der Reichweite des Einflusses (Gebäude, Quartier, Areal, Netz- oder Marktgebiet). Je größer der Einfluss der Involvierten auf die Gestaltung ihres Energiesystems, desto höher die erreichte Stufe der Partizipation.

Die Erfahrungen zur Partizipation in C/sells zeigen, dass neue lokale Angebote und Dienstleistungen, auch durch direkte Ansprache, auf Neugier stoßen und Bürger Bereitschaft zeigen, mitzumachen. Die Erfahrung zeigt aber auch, dass eine Vorbereitung der Partizipation durch Information und kognitive Auseinandersetzung unumgänglich ist. Dabei ist eine vorhergehende Information als Vorstufe zur Partizipation zu sehen. Der Aufwand für die **Energiewende im Kopf** ist enorm, und ohne diese informative Vorbereitung sind Zellularität und Partizipation nicht realisierbar. Dafür braucht es finanzielle Mittel, professionelle Kommunikation und einen konkreten Plan, welcher einen Gestaltungsspielraum involvierter Akteure definiert.

▶ Seite 128

Damit die Energiewende als gesellschaftliches Transformationsprojekt in der Fläche gelingt, ist Partizipation unumgänglich. Und dennoch bleibt es allen Bürgern überlassen, selbst zu entscheiden, sich zu beteiligen, Prosumer oder gar Flexumer zu werden, oder aber auch einfach Verbraucher zu bleiben.

C/sells ist vielfältig

Das Energiesystem der Zukunft ist vielfältig durch die große Zahl und Unterschiedlichkeit der teilnehmenden Akteure am Markt, durch eine Fülle an unterschiedlichen technischen Komponenten, Lösungen und Schnittstellen. Die Dezentralisierung des Energiesystems befördert diese Vielfalt und wird umgekehrt von ihr befeuert. Ähnliches gilt für die Digitalisierung, mit der Besonderheit kurzer Innovationszyklen, sodass mehrere Generationen von Lösungen parallel eingesetzt werden. Vielfalt ist Herausforderung, da die Komplexität steigt, aber auch Chance durch erhöhte Innovationskraft und Resilienz. Und: Vielfalt ist sowohl Ergebnis als auch Ziel im künftigen Energiesystem.

Mit der Zellen- und Akteursvielfalt ist eine größere Diversität von Informationen und Daten verbunden, die verarbeitet und gesichert werden müssen. Die Kommunikationswege werden diverser und vernetzter. Es werden unterschiedliche Soft- und Hardwarelösungen, etwa Energiemanagement-systeme, Dienste und Marktmodelle entwickelt, an neue Funktionen angepasst und demonstriert. Manche stehen dabei durchaus in Konkurrenz zueinander, da sie vergleichbare Leistungen bereitstellen. Ein Beispiel für die neue Systemlandschaft sind die Flexplattformen mit mehreren neuen Rollen und Funktionen, die die Erschließung kleinteiliger Flexibilität ermöglichen: das intelligente Messsystem, aktive externe Markteilnehmer, die Plattform selbst mit Angebots-, Nachfrage- und Abrufregister sowie Prognosediensten.

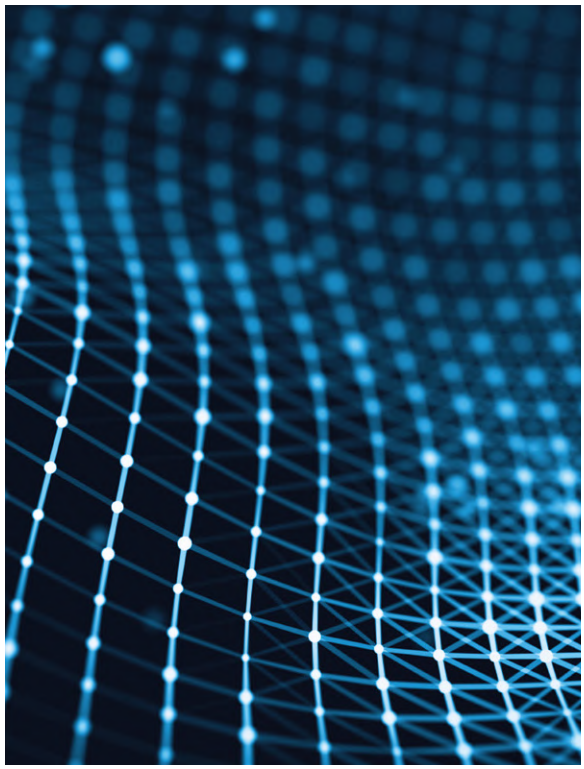
Deniz Digital bewegt sich im privaten wie im beruflichen Leben digital vernetzt. „Mein Auto sagt mir jederzeit, wieviel Kraftstoff es verbraucht. Aber ich weiß nicht, wieviel Strom die Waschmaschine frisst. Auf jedem Frühstücksei kann ich Herkunft und Haltungsbedingung der Legehenne ablesen, aber ich habe keine Ahnung, woher mein Strom kommt. Ich kann jederzeit im Internet nachschauen, ob der nächste Zug, mit dem ich fahren will, schon ausgebucht ist. Ich kann aber nicht von außerhalb schauen, ob ich vergessen habe, mein Bügeleisen auszustellen. Von Smart Metern erwarte ich genau diese Informationen, damit ich meine Energie preiswert und umweltschonend beziehen kann."

Aus Kundensicht dient Vielfalt in Produkten und Handlungsmöglichkeiten dazu, die individuellen Kundenbedürfnisse und -anforderungen optimal zu bedienen. Diese Bedürfnisse werden sich durch die Individualisierung der Gesellschaft und die Differenzierung der Akteure und Rollen weiter auffächern, gleichzeitig kann Vielfalt zusätzliche Bedürfnisse abdecken.

Die Bewertung der Vielfalt erfordert einen Blick auf das Spannungsfeld zwischen Regulierung im Sinne der Sicherheit (Versorgungssicherheit, Datensicherheit, Datenschutz) und Technologieoffenheit. Unsere Antwort ist der zelluläre Ansatz: In einem zellulär organisierten System sollten die Regeln miteinander ausgehandelt werden. Dabei geht es um die Fragen: Wo ist Vielfalt notwendig und förderlich und sollte also zugelassen werden? Wo erhöht Vielfalt die Komplexität und muss kanalisiert, das heißt standardisiert und reguliert werden. In C/sells schaffen wir gemeinschaftlich getragene Einrichtungen, die die dezentrale Haltung von Daten abwickeln. Dabei kommen vielfältige Technologien und Komponenten zur Anwendung, eine Einigung ist bezüglich interoperabler Schnittstellen und Kommunikationsprozesse notwendig.

Aus den beschriebenen drei Prinzipien „Zellularität", „Partizipation" und „Vielfalt" haben wir drei Basisinstrumente abgeleitet, die für ein nach diesen Prinzipien gestaltetes Energiesystem notwendig sind: Einerseits besteht weiterhin die von oben nach unten gegliederte, hierarchische Struktur von Regelzonen und Verteilnetzen als Zellen, die zukünftig mit geteilter Systemverantwortung im Rahmen der **Abstimmungskaskade** organisiert wird. Gleichzeitig schlägt C/sells eine von unten nach oben dezentral organisierte Struktur vor, die in Zellen wie Gebäuden, Quartieren, Arealen und Communities zugehörige Erzeuger, Speicher und Verbraucher zusammenfasst. Hierzu ermöglicht C/sells den **Regionalisierten Handel für Energie und Flexibilität**. Diese autonomen Zellen sind digital vernetzt und integrieren sich mittels des **Infrastruktur-Informationssystems** als C/sells-Basisinstrument der Digitalisierung in das bestehende Energieverbundsystem.

Smart Grids BW



Die C/sells-Gründungsgeschichte

2012 entstand im Rahmen der Entwicklung der Smart Grids Roadmap Baden-Württemberg die Idee für C/sells. 150 Personen aus Energiewirtschaft, Forschung und Ingenieurbüros fanden sich zusammen, um Ideen zusammenzutragen, wie der Südwesten in Fragen der intelligenten Integration von Erneuerbaren Energien in die Energieversorgung nachhaltig für die Zukunft aufgestellt werden kann. Dieser vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg initiierte Prozess mündete in die Roadmap und bildete den Start von C/sells.

Die Smart Grids Plattform Baden-Württemberg e.V. (SmartGridsBW) formierte sich 2013 als Verein und entwickelte mit den Mitgliedern den Förderantrag für C/sells. Bald fanden sich weitere künftige C/sells-Partner, die ein überregionales Konsortium von Akteuren aus Baden-Württemberg, Bayern und Hessen bildeten. Diese drei Bundesländer bilden den sinnbildlichen „Solarbogen Süddeutschland“ und fokussieren das Energiesystem der Zukunft auf Basis verschiedenster Erzeugungs- und Netzintegrationsmöglichkeiten mit Hinblick auf eine dezentrale Orchestrierung.

Die Erstellung der Antragsskizze erfolgte großteils durch das ehrenamtliche Engagement der Vorstände und Mitglieder. Katalysator für die C/sells-Geschichte waren auch die vom Verein initiierten Arbeitsgruppen zu Regulatorik und Geschäftsmodellen. Der Verein ist zudem Inhaber der Markenverwendungsrechte von C/sells.

Am 6.12.2016 erfolgte die Übergabe des bewilligten Antrags durch den Staatssekretär des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie an den damaligen Vorstandsvorsitzenden des Vereins, Dr. Albrecht Reuter. Diese Vorgeschichte bildet das Fundament der C/sells-Projektzeit seit 2017: Aus diesem Kreis entstand eine Community, die über das Projekteende hinaus nachhaltig zusammenarbeitet, um die Energiezukunft zu gestalten.

SmartGridsBW
Energien intelligent vernetzen.